“DIAGNÓSTICO DE LOCALIZACIÓN PARA MICROTRANQUES EN LA CUENCA DEL RÍO LONGAVÍ, REGIÓN DEL MAULE"

INFORME FINAL

ENERO DE 2021

“DIAGNÓSTICO DE LOCALIZACIÓN PARA MICROTRANQUES EN LA CUENCA DEL RÍO LONGAVÍ, REGIÓN DEL MAULE"

INFORME FINAL

Realizado por:

ENERO DE 2021

Dirigido por:

COMISIÓN NACIONAL DE RIEGO

Equipo participante:

Gastón Valenzuela
Coordinador de la Unidad de Estudios

Patricio Espinoza
Coordinador del Estudio

Javiera Herrera
Encargada de Participación Ciudadana

Tania Fernández
Especialista Área Hidrología y Geotecnia

Felipe Salamanca
Especialista Área Legal

Leonardo Machuca
Cristian Navarrete
Equipo Especialista Área Agronómica

Elaborado por:

ARRAU INGENIERÍA SpA

Equipo participante:

Luis Arrau del Canto
Jefe Proyecto y Especialista en Riego

Diego Mena Pardo
Coordinador de Proyecto y Especialista en Obras Civiles

Sandra Pérez Aros
Especialista en Hidrología

Rodrigo Alvear Contreras
Especialista Desarrollo Agroproductivo

Enson Labraña
Equipo Mecánica de Suelos

Pablo Chamorro
Encargado de Topografía

Catalina Eastman Mendoza
Cristian Schmitt Magasich
Equipo Aspectos Legales

Claudio Valdenegro Albages
William Licanqueo Novoa
Ingenieros de Proyectos

Carlos Torres Barraza
Supervisor de Trabajos de Terreno y Especialista en Diseño de Obras

Claudia Lizana Zapata
Especialista en Participación Ciudadana y Análisis Ambiental

Karen Correa Gutiérrez
Francisco Camus
Equipo de Dibujo Técnico y Sistematización de Información Geográfica

Wilson Ureta Parraguez
Especialista en Gestión, Evaluación de Proyectos y Control de Calidad

José Vidal Chambïa
Técnicos

Joselyn Collante Doratt
Encargada Prevención de Riesgos

Myrna Cortés Paine
Secretaria Administrativa

ÍNDICE DE CONTENIDOS

1.	**INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS**	**1**
1.1.	**Introducción**	**1**
1.2.	**Objetivos**	**1**
1.2.1.	Objetivo General	1
1.2.2.	Objetivos Específicos	2
1.3.	**Estructura del informe**	**2**
2.	**DESCRIPCIÓN GENERAL DEL ÁREA DE ESTUDIO**	**4**
2.1.	**Introducción**	**4**
2.2.	**Área de Estudio**	**4**
2.3.	**Descripción Sociodemográfica**	**6**
2.3.1.	Introducción	6
2.3.2.	Estructura Político Administrativa	6
2.3.3.	Antecedentes Demográficos	6
2.3.4.	Pobreza	7
2.3.5.	Actividades Económicas y Empleo	8
2.4.	**Descripción Física del Territorio**	**8**
2.4.1.	Clima	8
2.4.2.	Geomorfología	12
2.4.3.	Geología	14
2.4.4.	Hidrografía	17
2.4.5.	Hidrogeología	19
2.4.6.	Suelos	22
2.5.	**Caracterización Agropecuaria**	**24**
2.5.1.	Introducción	24
2.5.2.	Tamaño de la Propiedad Agrícola	24
2.5.3.	Empleo Agrícola	27
2.5.4.	Antecedentes Productivos	27
2.5.5.	Infraestructura de Riego	36
2.6.	**Caracterización Actual de los Derechos de Agua**	**40**
2.6.1.	Antecedentes Disponibles	40

2.6.2. Declaraciones de Agotamiento o Zonas de Restricción 43
2.6.3. Información Solicitada a la Dirección General de Aguas 43

2.7. Aspectos Ambientales 43

2.8. Determinación de las Unidades Territoriales 44

3. RECOPILACIÓN Y ANÁLISIS DE ANTECEDENTES 47

3.1. Fuentes Bibliográficas 47
3.1.1. Introducción 47
3.1.2. Principales Fuentes Bibliográficas 47

3.2. Información Cartografía IGM Escala 1:50.000 51

3.3. Registro de Consultores de la Ley N°18.450 51

4. DESCRIPCIÓN Y SELECCIÓN DE SITIOS 56

4.1. Listado Preliminar de Sitios 56
4.1.1. Tipologías de Obras de Acumulación 56
4.1.2. Criterios de Preselección de Beneficiarios 57
4.1.3. Catastro de Obras de Acumulación en Base a Imágenes Satelitales 58
4.1.4. Sitios Preseleccionados en Gabinete 60
4.1.5. Sitios Preseleccionados en Terreno 68

4.2. Diagnóstico de los Sitios Preseleccionados 79
4.2.1. Aspectos Generales 79
4.2.2. Disponibilidad de Agua 81
4.2.3. Demandas de Agua para Riego 84
4.2.4. Superficie Beneficiada 88
4.2.5. Estimación de superficie beneficiada (SB) para nuevas obras de acumulación estacional 88
4.2.6. Estimación de superficie beneficiada (SB) para obras de acumulación nocturna 88
4.2.7. Estimación de superficie beneficiada (SB) para obras de acumulación por turnos 88

4.3. Selección de Sitios Definitivos 89
4.3.1. Criterios de Evaluación de Sitios Preseleccionados 89
4.3.2. Evaluación de Sitios Preseleccionados 91
4.3.3. Priorización de los sitios Preseleccionados 92
4.3.4. Cambios Posteriores a la Priorización 99
4.3.5. Carta de interés y Conformidad de los Beneficiarios 100

5. ESTUDIO HIDROLÓGICO 103

5.1. Introducción 103

5.2. Análisis de Forzantes Hidrometeorológicas y Mapas de Isoyetas 103
5.2.1. Descripción del Método 103
5.2.2. Antecedentes Hidrometeorológicos 104
5.2.3. Relleno de Estadísticas Hidrometeorológicas 117
5.2.4. Escalamiento Estadístico 121
5.2.5. Distribución Espacial 122

5.3. Estimación del caudal promedio de los meses de máxima demanda para sitios de regulación corta 125
5.3.1. Cálculo de Caudales Mensuales Promedio con 85% (Q85) de Probabilidad de Excedencia 125
5.3.2. Cálculo de Caudales Mensuales Promedio con 50% (Q50) de Probabilidad de Excedencia 130
5.3.3. Caudal 85% Adoptado 131

5.4. Caudal de Diseño 131
5.4.1. Caudal por Acciones y su Equivalencia 131
5.4.2. Caudal de Diseño para la Obra de Acumulación 133
5.4.3. Caudal de Diseño de Obras de Seguridad 134
5.4.4. Resumen de Caudales de Diseño 139

6. TRABAJOS DE TERRENO 141

6.1. Levantamiento Topográfico 141
6.1.1. Consideraciones Generales 141
6.1.2. Área de Estudio 142
6.1.3. Georreferenciación Monolitos Base 142
6.1.4. Levantamientos Topográficos 145
6.1.5. Generación de Planos Topográficos 148
6.1.6. Anexos 149
6.1.7. Autocontrol Topográfico 150

6.2. Prospecciones Geotécnicas 169
6.2.1. Generalidades 169

6.3. Campañas Realizadas 170
6.3.1. Primera Campaña de Terreno 170
6.3.2. Segunda Campaña de Terreno 173

7. CARACTERIZACIÓN AGROPRODUCTIVA 175

7.1. Visión General del Territorio 175

7.2.	**Encuesta Agropecuaria**	**177**
7.2.1.	Aspectos Generales	177
7.2.2.	Aplicación de la Encuesta	178
7.2.3.	Resultados	179
7.2.4.	Recomendaciones de Manejo para el Riego Actual y Futuro	193
7.3.	**Conclusiones de la Situación Actual**	**200**
7.4.	**Situación Agropecuaria Con Proyecto**	**201**
7.4.1.	Criterios de Desarrollo Situación Con Proyecto	201
7.4.2.	Manejo de Suelos, Puesta en Riego y Determinación de Propuesta Agroproductiva	206
7.4.3.	Uso del Suelo	209
7.4.4.	Demandas de Agua para Riego	211
8.	**ANTECEDENTES LEGALES Y ADMINISTRATIVOS**	**219**
8.1.	**Introducción**	**219**
8.2.	**Metodología General**	**219**
8.3.	**Solicitudes o traslados de derechos de agua**	**220**
8.4.	**Antecedentes Legales**	**222**
8.4.1.	Documentación vigente	222
8.4.2.	Situación legal de cada sitio	229
8.5.	**Antecedentes Administrativos**	**236**
8.5.1.	Documentos a recopilar en el Estudio	236
8.5.2.	Instructivo de documentación administrativa para los beneficiarios	238
8.6.	**Presentación de la Carpetas de Antecedentes Legales y Administrativos**	**252**
9.	**ESTUDIO GEOTÉCNICO**	**254**
9.1.	**Generalidades**	**254**
9.2.	**Contenidos**	**257**
9.3.	**Antecedentes**	**257**
9.4.	**Geología**	**258**
9.5.	**Sector Longaví**	**260**
9.5.1.	Suelo Fundación	260
9.5.2.	Exploración y Resultados Laboratorio	260

9.5.3. Modelo Estratigráfico 264
9.5.4. Parámetros de diseño. 265
9.5.5. Capacidad de soporte admisible zapatas 267
9.5.6. Constante de balasto 271

9.6. Sector Parral 271
9.6.1. Suelo Fundación 271
9.6.2. Exploración y Resultados Laboratorio 272
9.6.3. Modelo Estratigráfico 273
9.6.4. Parámetros de diseño. 274
9.6.5. Capacidad de soporte admisible zapatas 275
9.6.6. Constante de balasto 278

9.7. Sector Retiro 279
9.7.1. Suelo Fundación 279
9.7.2. Exploración y Resultados Laboratorio 279
9.7.3. Modelo Estratigráfico 282
9.7.4. Parámetros de diseño. 283
9.7.5. Capacidad de soporte admisible zapatas 284
9.7.6. Constante de balasto 288

9.8. Conclusiones Generales Exploración 288

9.9. Estanques Enterrados y Semienterrados 290

9.10. Materiales para rellenos y su colocación 292

9.11. Muros de Contención 295
9.11.1. Empuje activo 295
9.11.2. Empuje sísmico 296
9.11.3. Empuje pasivo 297

9.12. Recomendaciones de Construcción Fundaciones Superficiales 298

9.13. Clasificación del Suelo Según Norma Sísmica 301

10. DISEÑO PRELIMINAR DE OBRAS 306

10.1. Introducción 306

10.2. Diseño de Obras Civiles de Acumulación 307
10.2.1. Criterios de Diseño 307
10.2.2. Resultado de Diseños 312

10.3. Diseño Hidráulico de Obras de Arte 314
10.3.1. Criterios de Diseño 314
10.3.2. Resultado de Diseños 321

10.4. Diseño de Obras Civiles de Conducción 324
10.4.1. Criterios de Diseño 324
10.4.2. Dimensiones Canales de Acceso o Conexión 324

10.5. Proyecto de Elevación Mecánica 326
10.5.1. Generalidades 326
10.5.2. Conducciones en presión 326
10.5.3. Criterios para la Elección de Bombas 327
10.5.4. Características Geométricas y Prediseño para impulsión a predio 328

10.6. Sistema Fotovoltaico 330

10.7. Criterios de Diseño Estructural 331
10.7.1. Normas 331
10.7.2. Materiales 331
10.7.3. Recubrimientos 332
10.7.4. Armadura Mínima Retracción y Temperatura 332

10.8. Planos de Perfiles de Obras 332

10.9. Cronograma de Proyectos 332

10.10. Recomendaciones 335

11. PRECIOS UNITARIOS, CUBICACIONES Y PRESUPUESTOS 337

11.1. Generalidades 337

11.2. Precios Unitarios 337

11.3. Cubicaciones 338

11.4. Presupuestos 338

12. CARPETAS DE PERFILES DE PROYECTOS 340

12.1. Introducción 340
12.1.1. Carpetas técnicas 340
12.1.2. Carpetas Antecedentes Legales y Administrativos 341

13. PROCESO DE PARTICIPACIÓN CON BENEFICIARIOS Y CONSULTORES 343

13.1. Introducción 343

13.2. Propuesta y plan de comunicación para conversaciones iniciales con potenciales beneficiarios 343

13.3. Comunicación Inicial con Actores Relevantes 345
13.3.1. Generalidades 345
13.3.2. Autoridades y servicios públicos 346
13.3.3. Organizaciones de Usuarios de Aguas (OUA) 347
13.3.4. Contacto inicial con consultores potenciales para presentación de proyectos para su financiamiento 348
13.3.5. Identificación de Potenciales Beneficiarios 349

13.4. Conversaciones con agricultores seleccionados 349
13.4.1. Introducción 349
13.4.2. Preselección de Sitios 349
13.4.3. Información sobre la Selección de Sitios 351
13.4.4. Trabajos de Terreno 351
13.4.5. Solicitud de Antecedentes Legales y Comunicación Constante con los Agricultores 351
13.4.6. Información a los/las Agricultores/as que no Siguen en el Proceso 352

13.5. Actividad de traspaso de información a consultores potenciales para presentación de proyectos para su financiamiento 352
13.5.1. Introducción 352
13.5.2. Objetivos 352
13.5.3. Metodología 353
13.5.4. Programa de la Reunión 354
13.5.5. Ejecución de la actividad 354

13.6. Cierre del estudio y ceremonia de entrega de carpetas con perfiles a los beneficiarios 360
13.6.1. Planificación de las actividades 360
13.6.2. Reunión virtual de entrega de resultados 361
13.6.3. Entrega de carpetas a los beneficiarios 364

13.7. Reunión de cierre con servicios públicos 368

14. DATOS EN PLATAFORMA SIG 369

14.1. Recopilación de Antecedentes SIG 369

15. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 375

15.1. Realidad Territorial 375

15.2. Caracterización Agroproductiva y Propuestas de Desarrollo 375

15.3. Conclusiones 377
15.3.1. Carpetas de Proyecto 381
15.3.2. Productos relevantes 382
15.3.3. Brechas para la Postulación 382

15.4. Recomendaciones 384

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 2-1: Población comunas 2002-2017 7

Cuadro 2-2: Distribución población por grupos de edad 7

Cuadro 2-3: Parámetros agroclimáticos mensuales distrito 7-8-4 Talca 9

Cuadro 2-4: Parámetros agroclimáticos mensuales distrito 7-8-5 Linares 10

Cuadro 2-5: Parámetros agroclimáticos mensuales distrito 7-9-2 Antuco 11

Cuadro 2-6: Parámetros agroclimáticos mensuales distrito 7-9-2 Malalcahuello 11

Cuadro 2-7: Unidades geológicas área de estudio 15

Cuadro 2-8: Recargas netas por sector hidrológico 21

Cuadro 2-9: Superficie por capacidad de uso área de estudio 23

Cuadro 2-10: Explotaciones agropecuarias con tierra 26

Cuadro 2-11: Empleo temporal y permanente 27

Cuadro 2-12: Resumen de información predial 28

Cuadro 2-13: Superficie agropecuaria 28

Cuadro 2-14: Estructura de cultivos 29

Cuadro 2-15: Superficie cultivada con frutales 30

Cuadro 2-16: Superficie cultivada con frutales 30

Cuadro 2-17: Superficie cultivada con hortalizas 31

Cuadro 2-18: Comparación superficie hortícola VII región, 2007/2019 32

Cuadro 2-19: Superficie de cereales, leguminosas y tubérculos 33

Cuadro 2-20: Comparación superficie cereales, leguminosas y tubérculos 2007/2019 33

Cuadro 2-21: Existencias pecuarias por especie 34

Cuadro 2-22: Superficie con especies forestales 35

Cuadro 2-23: Sistemas de riego utilizados 35

Cuadro 2-24: Canales y bocatomas JV Río Achibueno primera sección presente en el territorio 38

Cuadro 2-25: Canales y bocatomas JV Río Longaví 38

Cuadro 2-26: Nº de derechos de aguas, ejercicio y caudal respectivo 41

Cuadro 3-1: Consultores de la Ley de Riego Regiones Seleccionadas 53

Cuadro 3-2: Consultores según área de trabajo 54

Cuadro 3-3: Consultores Con Especialidades Conjuntas 55

Cuadro 4-1: Criterios de preselección de beneficiarios 58
Cuadro 4-2: Sitios identificados en el diagnóstico de los tranques CORA 61
Cuadro 4-3: Sitios identificados en cartas IGM 65
Cuadro 4-4: Sitios preseleccionados 70
Cuadro 4-5: Formato ficha caracterización sitios de acumulación 79
Cuadro 4-6: Caudal Q85 y Q50 sitios con regulación corta 82
Cuadro 4-7: Caudal Q85 y Q50 sitios con regulación estacional 83
Cuadro 4-8: Demandas y tasas de riego preliminares área de estudio 85
Cuadro 4-9: Tasas de riego meses máxima demanda preliminares por sitio 87
Cuadro 4-10: Criterios de evaluación selección de sitios de regulación 89
Cuadro 4-11: Sitios descartados por ambigüedad de requisitos mínimos 90
Cuadro 4-12: Puntuación de sitios preseleccionados 91
Cuadro 4-13: Listado de sitios de regulación priorizados 93
Cuadro 4-14: Sitios eliminados e incorporados post priorización 99
Cuadro 4-15: Listado final de sitios para diseño 99
Cuadro 5-1: Disponibilidad de QMM en el área de estudio y estaciones seleccionadas para el relleno (cantidad de meses con dato al año) 107
Cuadro 5-2: Disponibilidad de PPD en el área de estudio y estaciones seleccionadas para el relleno (cantidad de días con dato al año) 111
Cuadro 5-3: Disponibilidad de TMM en el área de estudio y estaciones seleccionadas para el relleno (cantidad de meses con dato al año) 115
Cuadro 5-4: Serie de precipitaciones anuales en área de estudio 119
Cuadro 5-5: Serie de temperaturas medias anuales en área de estudio 121
Cuadro 5-6: Sectorización área de riego, canales y derechos de agua modelo de regulación estudio de prefactibilidad embalse Longaví 126
Cuadro 5-7: Volúmenes disponibles con 85% de probabilidad por sector de riego meses diciembre a febrero 128
Cuadro 5-8: Eficiencia de distribución por sector 128
Cuadro 5-9: Caudal 85% sitios con regulación corta 129
Cuadro 5-10: Volúmenes disponibles con 50% de probabilidad por sector de riego meses diciembre a febrero. 130
Cuadro 5-11: Caudal 50% sitios con regulación corta 131
Cuadro 5-12: Caudal por acción y su equivalencia 132
Cuadro 5-13: Caudal de diseño 133

Cuadro 5-14: Parámetros morfométricos 135

Cuadro 5-15: Precipitaciones máximas en 24 hrs. Para distintos periodos de retorno (mm) según función de distribución en estación la sexta de Longaví. 136

Cuadro 5-16: Resultados de test de bondad para distintas estaciones según distribuciones de probabilidad en estación la sexta de Longaví. 136

Cuadro 5-17: Tiempo de concentración 138

Cuadro 5-18: Resultados estudio de crecidas 139

Cuadro 5-19: Caudales de diseño 140

Cuadro 6-1: Coordenadas monolitos bases 143

Cuadro 6-2: Sitios con acumulación de agua 146

Cuadro 6-3: Monolitos de puntos de referencia 152

Cuadro 6-4: Amarras de puntos de referencia 152

Cuadro 6-5: Coordenadas de puntos de referencia 153

Cuadro 6-6: Control de distancia entre puntos de referencia 154

Cuadro 6-7: Resumen de puntos de control levantados 155

Cuadro 6-8: Resumen calicatas realizadas primera campaña 170

Cuadro 6-9: Resumen calicatas realizadas tercera campaña 173

Cuadro 7-1: Tipo de superficie agrícola proyectos comunitarios - resultados encuesta 181

Cuadro 7-2: Tipo de superficie agrícola proyectos individuales - resultados encuesta 181

Cuadro 7-3: Cultivos en Situación Actual proyectos comunitarios - resultados encuesta 183

Cuadro 7-4: Cultivos en Situación Actual proyectos individuales - resultados encuesta 184

Cuadro 7-5: Posesión de derechos de aguas proyectos comunitarios - resultados encuesta 188

Cuadro 7-6: Posesión de derechos de aguas proyectos comunitarios - resultados encuesta 188

Cuadro 7-7: Antecedentes técnicos y productivos proyectos comunitarios - resultados encuesta 190

Cuadro 7-8: Antecedentes técnicos y productivos proyectos individuales - resultados encuesta 191

Cuadro 7-9: Conocimiento respecto de métodos de riego proyectos individuales - resultados encuesta 191

Cuadro 7-10: Expectativa de uso futuro del suelo proyectos individuales - resultados encuesta 192

Cuadro 7-11: Superficie de Riego beneficiada Situación con Proyecto (ha) 210

Cuadro 7-12: Coeficientes de cultivo Kc por categoría de cultivos 211

Cuadro 7-13: Distrito agroclimático por proyecto 212

Cuadro 7-14: Evapotranspiración y precipitación 213

Cuadro 7-15: Eficiencias de riego por método 213

Cuadro 7-16: Composición métodos de riego por cultivos (%) 214

Cuadro 7-17: Tasas de riego mensuales sitios en estudio Situación con Proyecto - distrito agroclimático 7-8-4 Talca 215

Cuadro 7-18: Tasas de riego mensuales sitios en estudio Situación con Proyecto - distrito agroclimático 7-8-5 Linares 216

Cuadro 7-19: Tasa de riego ponderada Situación con Proyecto 216

Cuadro 7-20: Demandas brutas totales superficie riego seguro Situación con Proyecto 217

Cuadro 8-1: Antecedentes propiedad de la tierra 223

Cuadro 8-2: Derechos de aprovechamiento asociados a cada proyecto. 225

Cuadro 8-3: Distribución de gestiones relacionadas con la recopilación de antecedentes asociados a futura postulación Ley 18.450 236

Cuadro 8-4: Antecedentes administrativos proyectos individuales 245

Cuadro 8-5: Antecedentes administrativos proyectos colectivos 247

Cuadro 8-6: Antecedentes administrativos proyectos comunitarios 249

Cuadro 9-1: Resumen calicatas ejecutadas 255

Cuadro 9-2: Calicatas Sector Longaví 260

Cuadro 9-3: Resultados de laboratorio sector Longaví 261

Cuadro 9-4: Resultados ensayos de infiltración método Porchet 263

Cuadro 9-5: Estratigrafías simplificadas calicatas de exploración 263

Cuadro 9-6 (a): Modelo estratigráfico general (Sector 1) 264

Cuadro 9-7 (b): Modelo estratigráfico particular (Sector 2) - (LON 20 – LON 29) 264

Cuadro 9-8 (C): Modelo Estratigráfico particular (Sector 3) - (LON 14) 265

Cuadro 9-9: Capacidad de soporte por resistencia al corte 269

Cuadro 9-10: Calicatas sector Parral 272

Cuadro 9-11: Resultados de laboratorio sector Parral 272

CUADRO 9-12: Estratigrafías simplificadas calicatas de exploración 273

Cuadro 9-13: Modelo estratigráfico 274

Cuadro 9-14: Capacidad de soporte por resistencia al corte 277

Cuadro 9-15: Calicatas sector Retiro 279

Cuadro 9-16: Resultados de laboratorio sector Retiro 280

Cuadro 9-17: Resultados ensayos de infiltración método Porchet 281
CUADRO 9-18: Estratigrafías simplificadas calicatas de exploración 281
Cuadro 9-19: (A): Modelo estratigráfico (RET 05; RET 06; RET 07; RET 08; RET 16 Y RET 19) (Sector 1) 283
Cuadro 9-20 (B): Modelo estratigráfico (RET 01; RET 02; RET 11; RET 15) (Sector 2) 283
Cuadro 9-21: Capacidad de soporte por resistencia al corte 286
Cuadro 9-22: resumen altura de muros 290
Cuadro 9-23: Pendiente de taludes en corte 291
Cuadro 10-1: Resumen de sitios y características principales. 306
Cuadro 10-2: Resumen de datos para aplicación de metodologías para determinación de la revancha r1 y resultados 312
Cuadro 10-3: Resumen cálculo de revancha 313
Cuadro 10-4: Tabla de Arkhangelski 316
Cuadro 10-5: Valor constante *K* 316
Cuadro 10-6: Valores de constante "*a*" para distintos diámetros 317
Cuadro 10-7: Dimensiones desarenador 322
Cuadro 10-8: Dimensiones compuerta de entrega 323
Cuadro 10-9: Parámetros disipador de energía 323
Cuadro 10-10: Dimensiones canales de acceso o conexión proyectados 325
Cuadro 10-11: Sitios con elevación mecánica y sus características geométricas 326
Cuadro 10-12: Caudales considerando entrega de 8 horas 328
Cuadro 10-13: Largo y desnivel de sistemas de impulsión desde captación 328
Cuadro 10-14: Determinación número y capacidad de bombas 329
Cuadro 10-15: Características sistema fotovoltaico 331
Cuadro 10-16: Armadura mínima de refuerzos 332
Cuadro 10-17: Cronograma del proyecto de hasta 10.000 m³ 332
Cuadro 10-18: Cronograma del proyecto entre 10.000 Y 20.000 m³ 333
Cuadro 10-19: Cronograma del proyecto entre 20.000 Y 30.000 m³ 334
Cuadro 10-20: Cronograma del proyecto entre 30.000 Y 40.000 m³ 334
Cuadro 11-1: Resumen precios unitarios 337
Cuadro 11-2: Presupuestos proyectos 338
Cuadro 13-1: Criterios, actividades e instrumentos del plan comunicacional, por etapa 345

Cuadro 13-2: Programa de la reunión 354

Cuadro 13-3: Inquietudes de los participantes y respuestas por parte de la CNR. 358

Cuadro 15-1: Listado final de sitios para diseño 377

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2-1: Identificación del área de estudio 4

Figura 2-2: Distritos agroclimáticos presentes en el área de estudio 9

Figura 2-3: Unidades geomorfológicas de la región del Maule 14

Figura 2-4: Composición geológica del área de estudio 16

Figura 2-5: Red hidrográfica región del Maule 17

Figura 2-6: Red hidrográfica área de estudio 18

Figura 2-7: Acuíferos en la región del Maule 21

Figura 2-8: Clasificación de suelos según uso 23

Figura 2-9: Clasificación de suelos según clase de capacidad de uso 24

Figura 2-10: Red de canales y embalses 37

Figura 2-11: Derechos de agua área de estudio 42

Figura 2-12: Áreas protegidas y sitios prioritarios de conservación 44

Figura 2-13: Distribución espacial de macro sectores 45

Figura 2-14: Distribución espacial de unidades básicas territoriales 46

Figura 4-1: Catastro de obras de acumulación en base a imagen satelital 59

Figura 4-2: Ubicación espacial sitios CORA 64

Figura 4-3: Ubicación espacial ubicados en carta IGM 67

Figura 4-4: Ubicación espacial sitios preseleccionados en terreno 78

Figura 4-5: Distribución espacial sectores de riego estudio CNR – TYPSA, 2015 86

Figura 4-6: Ubicación espacial sitios priorizados 97

Figura 4-7: Hoja 1 de carta de interés y conformidad 101

Figura 4-8: Hoja 2 de carta de interés y conformidad 102

Figura 5-1: Estaciones fluviométricas presentes en el área de estudio 105

Figura 5-2: Estaciones pluviométricas presentes en el área de estudio 109

Figura 5-3: Estaciones de temperatura presentes en el área de estudio 113

Figura 5-4: Distribución espacial de la PMA (mm) 123

Figura 5-5: Distribución espacial de la TMA (ºC) 124

Figura 5-6: Ubicación sitios regulación corta y sectores de riego estudio CNR 2015 126

Figura 5-7: Cuenca aportante sitio LON-09 135

Figura 6-1: Ubicación sitios 142
Figura 6-2: Plano tipo 149
Figura 9-1: Distribución espacial de calicatas de exploración 254
Figura 9-2: Geología del área de proyecto 259
Figura 9-3: Perfil de diseño estanques (microtranques) enterrados y semienterrados Hm ≤ 3,0 m y H<3,0 m 294
Figura 9-4: Esquema empuje activo 296
Figura 9-5: Esquema Empuje pasivo 297
Figura 9-6: Esquema profundidad sello de fundación en talud hf > 1,20 m y df > 0,60 m 300
FIGURA 10-1: Esquema obras de impermeabilización para tranques pequeños 311
Figura 10-2: Grada con resalto controlado 321
Figura 10-3: Esquema disipador 323
Figura 10-4: Cálculo hidráulico canal de desvío 325
Figura 13-1: Invitación traspaso información consultores 356
Figura 13-2: Normas de participación para la reunión 357
Figura 14-1. Disposición de contenidos panel de capas 374
Figura 15-1: Distribución de los sitios en función de diferentes características 379
Figura 15-2: Distribución de volumen útil en los 27 sitios evaluados 380
Figura 15-3: Estado de documentos de la propiedad del agua 383
Figura 15-4: Estado de documentos de la propiedad de la tierra 384

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 3-1: Consultores por especialidad 54

Gráfico 3-2: Consultores Con Especialidades Conjuntas 55

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía 6-1: Medición monolitos base 143

Fotografía 6-2: Levantamientos topográficos 146

Fotografía 6-3: Levantamientos Topobatimétricos 148

Fotografía 6-4: Estación total autocontrol 151

Fotografía 6-5: Izquierda calicata Sitio lon-14. Presencia de napa a poca profundidad. Derecha calicata sitio RET-08. dureza de suelo no permite avance. 170

Fotografía 6-6: Excavación de calicata LON-20-C1. 172

Fotografía 6-7: Excavación de calicata PAR-01-C1. 172

Fotografía 6-8: Excavación de calicata LON-20-C1. 173

Fotografía 6-9: Excavación de calicata RET-20-C2. 174

Fotografía 7-1: Cultivo de trigo regado por tendido 195

Fotografía 7-2: Compuertas hechizas y enmalezamiento de canales no revestidos 196

Fotografía 7-3: Tranque comunitario embancado e invadido por algas 197

Fotografía 13-1: reunión SEREMI Agricultura 346

Fotografía 13-2: Set de fotografías reunión SEREMI y visita a terreno. 350

Fotografía 13-3: reunión consultores 360

Fotografía 13-4: Set de imágenes de la reunión. 363

Fotografía 13-5: Listado firmado recepción de carpetas 365

Fotografía 13-6: entregas de carpetas (1 de 2) 366

Fotografía 13-7: entregas de carpetas (2 de 2) 367

Fotografía 13-8: Set de imágenes de la reunión. 368

ÍNDICE DE ANEXOS

2-1 Derechos Constituidos y Pendientes
2-2 Solicitud y respuesta información DAA
3-1 Base de Datos
3-2 Cartas IGM
3-3 Consultores Ley18.450 especialidad 4
4-1 Ficha Técnica
4-2 Ficha Contactos
4-3 Sistematización
4-4 Archivos KMZ
4-5 Hidrología Preliminar
4-6 Matriz Multicriterio
4-7 Carta de Interés y Conformidad
5-1 Relleno de Información Hidrometeorológica
5-2 Escalamiento
5-3 Grillas e Isolíneas de PMA y TMA
5-4 Cálculo Q85
5-5 Cálculo Q50
5-6 Análisis de Frecuencia la Sexta de Longaví
5-7 QMI Métodos Indirectos DGA (Pluviales)
5-8 Caudal de Porteo Estimado
6-1 Certificado de Calibración
6-2 Monografías
6-3 Listado de Coordenadas
6-4 Base de Datos ASCII
6-5 Autocontrol
6-6 Videos Suelos Duros
7-1 Formulario Encuestas
7-2 Sistematización Encuestas
7-3 Respaldo Encuestas
7-4 Demandas Situación Con Proyecto
7-5 Características Agrológicas Proyectos Individuales
7-6 Series de Suelo
7-7 Recomendaciones manejo suelos y puesta en riego
8-1 Solicitud documentos
8-2 Recepción documentos
8-3 Antecedentes Legales y Administrativos

9-1 Estratigrafías
9-2 Resultados Ensayos
9-3 Geomembrana
9-4 Fotografías Calicatas
9-5 Videos Suelo duros
9-6 Análisis de estabilidad
10-1 Informes Vientos
10-2 Áreas de inundación
10-3 Obra de Seguridad
10-4 Desarenador
10-5 Compuerta de Entrega
10-6 Prediseño bombas
13-1 Contactos Actores Relevantes Inicio
13-2 Carta Inicio ORD 1562 que comunica el inicio del estudio
13-3 Minuta 1ª reunión SEREMI Agricultura del Maule
13-4 Minuta informativa sobre el estudio
13-5 Documento para Presentación en terreno
13-6 Minuta y lista asistencia 2ª Reunión SEREMI Agricultura
13-7 Carta de Interés y Conformidad firmada por los beneficiarios
13-8 Envió correos a consultores
13-9 2° envió correos a consultores
13-10 Respuesta de los consultores
13-11 Invitación Actividad Consultores
13-12 Consultores Ley 18450 confirmados
13-13 Envío de correos con acceso y recordatorio
13-14 PPT reunión con Consultores
13-15 Video de la reunión con consultores
13-16 Protocolo Actividades Terreno CNR - COVID-19

1. INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

1.1. Introducción

La Comisión Nacional de Riego (CNR), acorde a los objetivos estratégicos y a su interés por potenciar el desarrollo de la agricultura, ha encargado a la empresa consultora Arrau Ingeniería SpA la elaboración del Estudio Básico "Diagnóstico de Localización para Microtranques en la Cuenca del Río Longaví, Región del Maule", que busca aumentar la capacidad de acumulación y regulación de agua para riego mediante la construcción de microtranques para su uso en riego y/o abrevadero de animales durante el periodo estival en la cuenca del Rio Longaví, necesidad detectada durante el desarrollo del estudio básico "Diagnóstico para desarrollar Plan de Riego en cuenca del Loncomilla" (CNR, 2015) denominado en adelante PGR Loncomilla.

A lo anterior se suman los lineamientos estratégicos ministeriales aplicables a este estudio, los cuales se enmarcan en:

- La incorporación de los pequeños agricultores a programas de riego para mejorar su productividad, a través de inversión, capital humano, investigación y transferencia tecnológica (disminuir barreras de entrada).
- Diseñar e implementar un plan de embalses, Mejoramiento de Canales y Riego Tecnificado para el aumento de la superficie regada y la seguridad de riego.
- Transferir capacidades y competencias en materia de riego a las regiones.
- Privilegiar el estudio y ejecución de obras de riego, enfocados en la planificación del trabajo por cuencas, con participación de los actores locales públicos y privados que equilibre el crecimiento económico, las necesidades de la comunidad y el respeto por el medio ambiente.

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo General

Identificar sectores técnica y económicamente factibles para el emplazamiento de microtranques con el objeto de acumular los recursos hídricos y utilizarlos en la temporada estival para el riego y/o abrevadero de animales.

1.2.2. Objetivos Específicos

a) Identificar sectores técnicamente factibles y adecuados, que por razones topográficas sean aptos para embalsar aguas por medio de un canal alimentador o existente desde algún cauce principal o interviniendo alguna quebrada.

b) Identificar a lo menos 50 sitios para luego definir 30 sitios en los que se puedan establecer micro embalses de acumulación estacional (acumulación de aguas lluvias) o tranques de acumulación lateral.

c) Determinar volumen previo de acumulación mediante uso de cartografía digital existente (Lidar, DEM, u otros)

d) Determinar mediante análisis hidrológico, los caudales disponibles para la realización de solicitud o traslado de derechos de aprovechamiento de aguas sobre las aguas superficiales a embalsar.

e) Determinar la tenencia de la tierra mediante análisis de límites prediales.

f) Iniciar el trámite de solicitud o traslado de los derechos de aprovechamiento de aguas superficiales a embalsar.

g) Preparar perfiles de proyectos de acumulación.

h) Determinar los costos estimados de construcción para cada proyecto considerando las tipologías señaladas anteriormente.

1.3. **Estructura del informe**

El presente estudio sintetiza las distintas actividades desarrolladas a lo largo del estudio, distribuidas en 15 Capítulos:

- Capítulo 1: Introducción y Objetivos
- Capítulo 2: Descripción General Área de Estudio
- Capítulo 3: Recopilación y Análisis de Antecedentes
- Capítulo 4: Reconocimiento y Selección de Sitios
- Capítulo 5: Estudio Hidrológico
- Capítulo 6: Trabajos de Terreno

- Capítulo 7: Caracterización Agroproductiva
- Capítulo 8: Estudio Legal
- Capítulo 9: Estudio Geotécnico
- Capítulo 10: Diseño Preliminar de Obras
- Capítulo 11: Precios Unitarios, Cubicaciones y Presupuestos
- Capítulo 12: Perfiles de Proyectos y Planos
- Capítulo 13: Proceso de Participación con Beneficiarios y Consultores
- Capítulo 14: Sistema de Información Geográfica
- Capítulo 15: Conclusiones y Recomendaciones

2. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL ÁREA DE ESTUDIO

2.1. Introducción

A partir de los antecedentes recopilados, las entrevistas con agricultores, autoridades y las visitas a terreno del equipo consultor, se realizó un diagnóstico y descripción general del área de estudio, considerando aspectos sociodemográficos, físicos, agropecuarios y legales del territorio.

A partir de esta descripción se consideró apropiada la división comunal como la unidad básica de trabajo, facilitando la distribución de sitios en el territorio de manera más ecuánime.

2.2. Área de Estudio

El área de estudio abarca parte de las comunas de Retiro, Longaví, Parral y San Javier. El área se encuentra circunscrita a las subcuencas del río Longaví, río Liguay, río Perquilauquén y estero Torreón, tal como se presenta en la Figura 2-1.

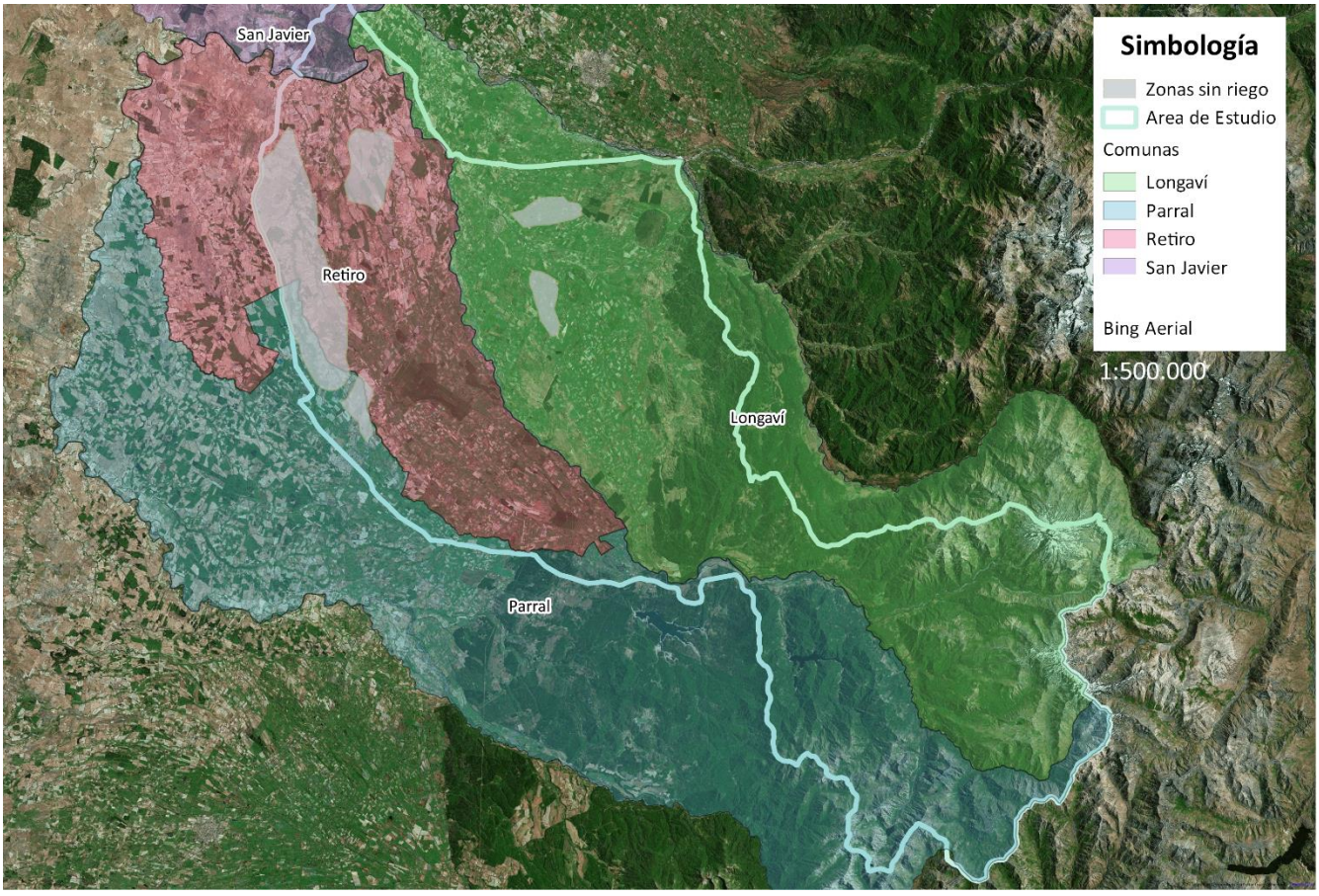


FIGURA 2-1: IDENTIFICACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

Fuente: Elaboración Propia

Se trata de un territorio en el que la ruralidad tiene un peso importante, especialmente en lo que respecta a las comunas de Longaví y Retiro las que, según el Censo 2017, tenían poblaciones rurales que superan el 60% del total comunal, sobrepasando ampliamente los porcentajes regionales y nacionales. En términos regionales, el peso económico que tiene la agricultura queda en evidencia al analizar la distribución del PIB regional por actividad económica. Allí, la actividad agrícola aparece como la segunda actividad con mayor peso porcentual en el PIB (con un 14% del total), solo siendo superada por los servicios personales (Estadísticas Banco Central, al año 2017). El peso económico de la agricultura hace necesario el impulso de iniciativas que fomenten su desarrollo, especialmente en comunas como las que componen el área de estudio, las que superan largamente los porcentajes de pobreza que presenta el país[1].

En términos productivos, el Plan de Gestión de Riego (PGR) de la cuenca de Loncomilla y otros estudios efectuados en el territorio permiten definir algunos elementos centrales para comprender la realidad agrícola del territorio, entre los que se encuentran:

- Existe una amplia superficie apta para el riego que no se encuentra regada (aproximadamente 26.000 ha).
- Existe una baja tecnificación de riego intrapredial, la que alcanzaría a unas 3.500 ha de las 40.000 ha totales que se encuentran bajo riego (menos del 10% del total). Es por ello que existen grandes posibilidades de mejoras en lo que se refiere a la eficiencia productiva.
- El sector presenta carencias en lo que se refiere a la infraestructura de riego y para la regulación del recurso hídrico. Así, por ejemplo, en las comunas de Retiro y Longaví se reconocen más de 60.000 ha de suelos agrícolas, de las cuales sólo 40.000 hectáreas tendrían riego disponible y sólo el 50% de estas son actualmente abastecidas.
- Los principales cultivos en la zona corresponden a los cereales, destacando el arroz y el maíz. Asimismo, existe presencia de plantas forrajeras, cultivos industriales y frutales.

[1] La encuesta CASEN del año 2015 evidenció que las cuatro comunas presentan niveles de pobreza por ingreso que superan el 20% (llegando hasta el 25% en el caso de San Javier). A nivel país, dicha cifra solo alcanza a un 11,7% y, en la región, al 18,7%.

- Producto de los efectos del cambio climático, las deficiencias en infraestructura y la presión sobre los recursos hídricos, los regantes están teniendo grandes dificultades para poder enfrentar la temporada de riego.

- Las proyecciones efectuadas por el Ministerio de Medio Ambiente y el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) al año 2016[2], señalan una tendencia a la baja en lo que respecta a la precipitación normal anual esperada al año 2050, ello en comparación a lo observado para el período 1980-2010. En cada una de las comunas el descenso sería entre un 8% y un 16%, lo que vendrá a presionar aún más a la seguridad de riego y vuelve más apremiante la necesidad de invertir en sistemas de acumulación.

2.3. **Descripción Sociodemográfica**

2.3.1. Introducción

El presente punto del capítulo contiene una breve contextualización del área de estudio, caracterizándola desde el punto de vista administrativo, social y económico. Para ello, se utilizaron distintas fuentes secundarias, tales como la CASEN, Censos de Población entre otros. En su conjunto, se espera aquí presentar una imagen sucinta de algunas de las principales características del territorio en el que se desarrollará el estudio.

2.3.2. Estructura Político Administrativa

El área de estudio está inserta en las comunas de San Javier, Longaví, Retiro y Parral, Provincia de Linares, Región del Maule.

Los alcaldes actuales son los alcaldes Jorge Silva Sepúlveda (San Javier), Cristian Menchaca Pinochet (Longaví), Rodrigo Ramírez Parra (Retiro) y Paula Retamal Urrutia (Parral). A nivel provincial, la máxima autoridad es la Gobernadora María Jorquera Coria. Por su parte, el intendente regional es Pablo Milad Abusleme.

2.3.3. Antecedentes Demográficos

De acuerdo a los datos censales del 2017, las comunas del área de estudio cuentan con una población total de 137.692 habitantes, cifra que supera en un 12,6% a la existente al año 2002, inferior al 15,7% de crecimiento intercensal regional. A la vez, destaca la alta simetría entre la población

[2] Proyecciones efectuadas en el estudio: "Estudio de una base digital del clima comunal en Chile: Línea base 1980-2010) y proyección al año 2050". Ministerio del Medio Ambiente y PNUD, 2016.

femenina y masculina, aspecto característico de la zona central del país, donde la población urbana es relevante. Las cifras por sexo, para los censos del 2002 y 2017 se presentan en el Cuadro 2-1.

CUADRO 2-1: POBLACIÓN COMUNAS 2002-2017

Comuna	2002			2017		
	Hombre	Mujer	Total	Hombre	Mujer	Total
San Javier	18.827	18.966	37.793	22.002	23.545	45.547
Longaví	14.649	13.512	28.161	15.482	15.052	30.534
Retiro	9.451	9.036	18.487	10.054	9.920	19.974
Parral	18.963	18.859	37.822	20.165	21.472	41.637
Total	61.890	60.373	122.263	67.703	69.989	137.692

Fuente: Elaboración propia en base a estadisticas del Censo 2002 y 2017.

En relación a la distribución de los rangos etarios presentes en el territorio, existe una similitud entre los grupos hasta los 64 años. Así, un 27% de la población se encuentra en el rango entre los 45 a 64 años, segmento que es seguido por el de entre 0 y 14 años, con un 21% del total. La distribución comunal se asemeja a la regional, aunque esta última posee una presencia de niños bastante más elevada, lo que queda en evidencia en el Cuadro 2-2.

CUADRO 2-2: DISTRIBUCIÓN POBLACIÓN POR GRUPOS DE EDAD

Grupo por edad	San Javier	Longaví	Retiro	Parral	Total	Región del Maule
0-14	21%	20%	20%	21%	21%	20%
15-29	22%	20%	19%	19%	20%	22%
30-44	19%	20%	19%	19%	19%	20%
45-64	25%	27%	29%	26%	27%	25%
65 o más	13%	13%	14%	14%	13%	12%
TOTAL	100%	100%	100%	100%	100%	100%

Fuente: Elaboración propia en base a estadisticas del Censo 2017.

2.3.4. Pobreza

Los resultados de la CASEN 2015 señalan que las comunas de San Javier y Parral[3] cuentan con un 25,3% y 23,6% de pobreza por ingreso, respectivamente (frente a un 16,8% de la región).

En tanto, la pobreza multidimensional (que además de los ingresos incorpora dimensiones como educación, salud, trabajo, redes y vivienda), llega a un 26,7% en San Javier y 25,5% en Parral,

[3] Las comunas de Longaví y Retiro no poseen información de pobreza en la Encuesta Casen 2015, debido a que no están contempladas dentro de las 139 comunas representadas en dicha iniciativa.

mientras que en la región solo alcanza a un 19,1%. Esas cifras dan cuenta de que ambas comunas presentan niveles de pobreza muy superiores a los regionales y nacionales.

2.3.5. Actividades Económicas y Empleo

El área de estudio constituye un importante polo de desarrollo agrícola. Además, posee excelente conectividad con diferentes centros urbanos regionales e interregionales. Ambas situaciones explican que, según estadísticas del SII al año 2016, la agricultura, junto al comercio al por mayor y menor sea, el rubro que posee una mayor cantidad de empresas. En relación a la generación de empleos, la misma fuente señala que el 49% de las personas que declaran trabajar lo hace en el sector agrícola.

Como se ve en la cantidad de empresas existentes y considerando las características históricas del territorio, la actividad agrícola parece estar bien representada en lo que a la generación de empleos se refiere.

2.4. **Descripción Física del Territorio**

2.4.1. Clima

Las características agroclimáticas asociadas al área de estudio se han extraído del Atlas Agroclimático de Chile (AGRIMED – U. de Chile, 2017). Cuatro distritos agroclimáticos caracterizan el área de estudio, 7-8-4: Talca, 7-8-5: Linares, 7-9-2: Antuco y 7-9-3: Malalcahuello. En la Figura 2-2 se muestra su distribución geográfica.

Los sitios de acumulación priorizados en las siguientes Etapas serán caracterizados según el distrito agroclimático correspondiente a su ubicación geográfica. Con ello se podrán establecer la adaptabilidad climática de los cultivos propuestos por los beneficiarios y la proposición de cambios en caso de detectar incompatibilidades.

1) **7-8-4: Talca:** Este distrito es de tipo Templado cálido supratermal Y régimen de humedad semi árido (Csb2Sa). Su altitud media aproximada es de 137 m.s.n.m. y abarca una superficie total de 3.576 km2.

   La temperatura varía entre un máximo de enero de 29,7 °C y un mínimo de julio de 3,9 °C. Tiene un promedio de 228 días consecutivos libres de heladas y registra un promedio de 15 heladas anuales. El periodo de temperaturas favorables a la actividad vegetativa dura 9 meses. Registra anualmente 1.707 días grado y 784 horas de frío acumuladas hasta el 31 de Julio. La precipitación media anual es de 720 mm y un periodo seco de 7 meses, con un déficit hídrico de 1.030 mm/año. El período húmedo

dura 4 meses durante los cuales se produce un excedente hídrico de 229 mm (Cuadro 2-3).

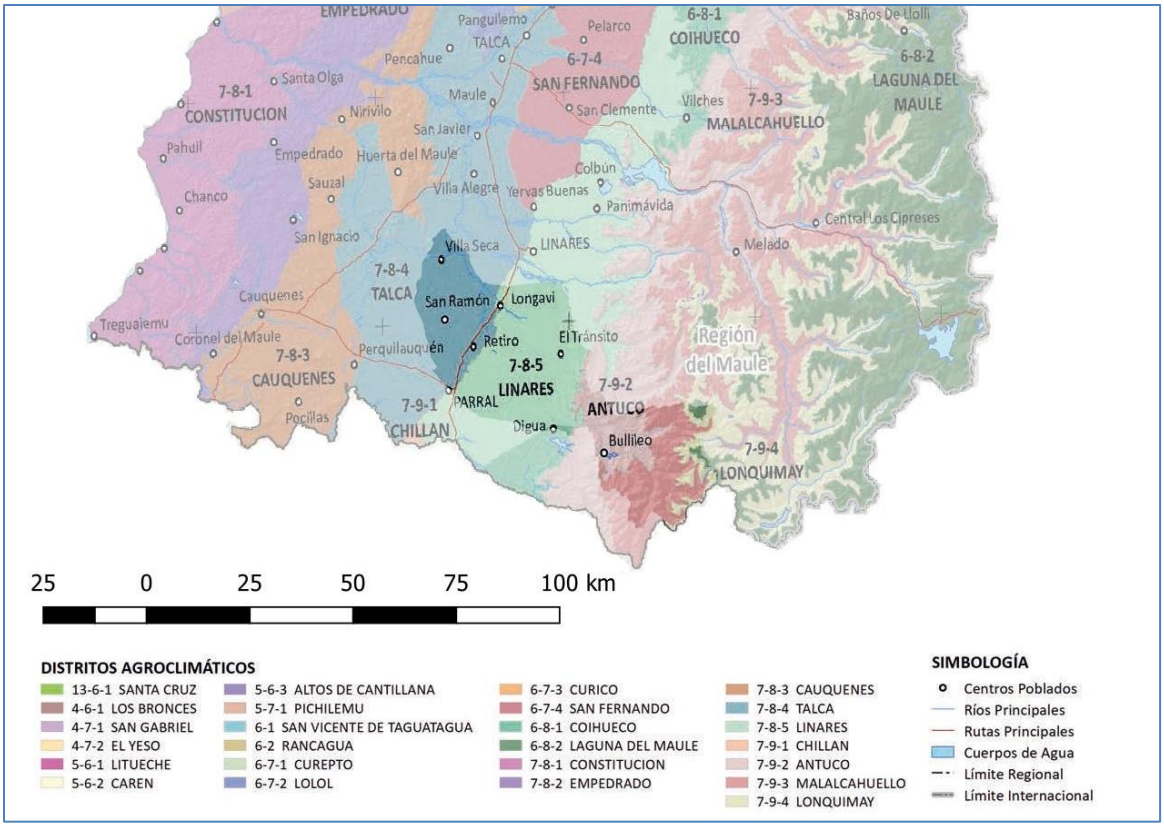


FIGURA 2-2: DISTRITOS AGROCLIMÁTICOS PRESENTES EN EL ÁREA DE ESTUDIO

Fuente: AGRIMED - U. de Chile (2017).

CUADRO 2-3: PARÁMETROS AGROCLIMÁTICOS MENSUALES DISTRITO 7-8-4 TALCA

Variable	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
T. Max (°C)	30	28,6	25,5	21,2	17	13,9	12,8	13,5	16,4	20,6	25	28,4	**21,1**
T. Min (°C)	12	11,6	10	8	5,9	4,4	3,9	4,4	5,6	7,6	9,8	11,5	**7,9**
T. Med (°C)	20	19,2	17	14	11	8,8	8	8,6	10,5	13,5	16,6	19,1	**13,8**
Días-grado (10-30°C)	299	275	209	123	64	36	24	32	57	111	205	272	**1.707**
DG Acum. (10-30°C)	887	1.162	1.371	1.494	1.558	1.594	1.618	1.650	1.707	111	317	589	**1.707**
Horas Frio (T< 7,2°C)	0	0	1	24	106	306	372	318	153	34	2	0	**1.316**
HF Acum. (T< 7,2°C)	*	*	*	*	106	412	784	1.102	1.255	1.289	1.291	1.291	**1.316**
R. Solar (Cal/cm^{2}día)	655	624	540	426	311	227	197	227	311	426	540	624	**426**
H. Relativa (%)	59	61	65	71	77	82	83	81	77	71	65	61	**71**
Pp (mm)	7	14	14	58	130	151	115	86	58	43	22	22	**720**
Evap. Pot. (mm)	205	195	166	127	88	59	48	59	88	127	166	195	**1.521**
Def. Hidr. (mm)	198	180	152	69	0	0	0	0	30	84	144	173	**1.030**
Exc. Hid. (mm)	0	0	0	0	42	92	67	28	0	0	0	0	**229**
Heladas (T < 0°C)	0	0	0	0,1	1	3,5	5,1	3,6	1,4	0,1	0	0	**14,7**

Fuente: AtlasAgroclimático de Chile, 2017.

2) **7-8-5: Linares:** Este distrito es de tipo Templado cálido supratermal con régimen de humedad sub húmedo seco (Csb2Shs). Su altitud media aproximada es de 255 m.s.n.m. y abarca una superficie total de 4.109 km2.

La temperatura varía entre un máximo de enero de 29,1 °C y un mínimo de julio de 3,5 °C. Tiene un promedio de 211 días consecutivos libres de heladas, con un promedio de 20 heladas anuales. El período de temperaturas favorables a la actividad vegetativa dura 9 meses. Registra anualmente 1.535 días grado y 949 horas de frío acumuladas hasta el 31 de Julio. La precipitación media anual es de 1.137 mm y un período seco de 5 meses, con un déficit hídrico de 846 mm/año. El período húmedo dura 5 meses durante los cuales se produce un excedente hídrico de 528 mm (Cuadro 2-4).

CUADRO 2-4: PARÁMETROS AGROCLIMÁTICOS MENSUALES DISTRITO 7-8-5 LINARES

Variable	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
T. Max (°C)	29	27,9	24,8	20,5	16,2	13,1	11,9	12,6	15,5	19,8	24,4	27,8	**20,3**
T. Min (°C)	11	10,7	9,3	7,3	5,4	4	3,5	4	5	7	9	10,6	**7,3**
T. Med (°C)	19	18,4	16,3	13,3	10,3	8,1	7,4	7,9	9,8	12,8	15,9	18,4	**13,2**
Días-grado (10-30°C)	277	253	192	108	55	29	19	23	49	98	180	251	**1.535**
DG Acum. (10-30°C)	806	1.060	1.251	1.360	1.415	1.444	1.463	1.486	1.535	98	278	529	**1.535**
Horas Frio (T< 7,2°C)	0	0	5	41	171	358	420	371	221	54	7	0	**1.649**
HF Acum. (T< 7,2°C)	*	*	*	*	171	529	949	1.320	1.541	1.596	1.603	1.603	**1.649**
R. Solar (Cal/cm^{2}día)	648	617	532	415	299	214	183	214	299	416	532	617	**416**
H. Relativa (%)	60	62	66	72	78	82	83	81	77	71	66	62	**72**
Pp (mm)	11	23	23	91	205	239	182	136	91	68	34	34	**1.137**
Evap. Pot. (mm)	197	187	159	121	84	56	46	56	84	121	159	187	**1.456**
Def. Hidr. (mm)	185	164	136	30	0	0	0	0	0	53	125	152	**846**
Exc. Hid. (mm)	0	0	0	0	121	183	136	80	7	0	0	0	**528**
Heladas (T < 0°C)	0	0	0	0,2	1,7	4,6	6,4	4,8	2,2	0,3	0	0	**20,1**

Fuente: AtlasAgroclimático de Chile, 2017.

3) **7-9-2: Antuco:** Este distrito es de tipo Templado cálido mesotermal con régimen de humedad sub húmedo húmedo (Csb1Shh). Su altitud media aproximada es de 867 m.s.n.m. y abarca una superficie total de 7.460 km2.

La temperatura varía entre un máximo de enero de 26,8 °C y un mínimo de julio de 3,8 °C. Tiene un promedio de 175 días consecutivos libres de heladas y 23 heladas promedio al año. El periodo de temperaturas favorables a la actividad vegetativa dura 7 meses. Registra anualmente 1.123 días grado y 1.101 horas de frío acumuladas hasta el 31 de Julio. La precipitación media anual es de 1.884 mm y un periodo seco de 4 meses, con un déficit hídrico de 528 mm/año. El período húmedo dura 7 meses durante los cuales se produce un excedente hídrico de 1.065 mm (Cuadro 2-5).

CUADRO 2-5: PARÁMETROS AGROCLIMÁTICOS MENSUALES DISTRITO 7-9-2 ANTUCO

Variable	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
T. Max (°C)	27	25,7	22,7	18,7	14,6	11,7	10,6	11,2	14	18	22,3	25,6	**18,5**
T. Min (°C)	8,4	8,1	7,2	6,1	4,9	4,1	3,8	4,1	4,6	5,7	7	8	**6**
T. Med (°C)	17	16,1	14,3	11,8	9,4	7,5	6,9	7,3	8,9	11,3	14	16,1	**11,7**
Días-grado (10-30°C)	210	187	136	81	42	18	13	16	36	73	128	185	**1.123**
DG Acum. (10-30°C)	595	782	918	999	1.041	1.059	1.071	1.087	1.123	73	201	385	**1.123**
Horas Frio (T< 7,2°C)	12	16	36	98	249	396	456	412	297	115	44	18	**2.149**
HF Acum. (T< 7,2°C)	*	*	*	*	249	645	1.101	1.514	1.810	1.925	1.969	1.986	**2.149**
R. Solar (Cal/cm^{2}día)	599	569	488	377	266	185	155	185	266	377	488	569	**377**
H. Relativa (%)	61	62	64	68	71	74	75	73	71	67	64	62	**68**
Pp (mm)	38	38	57	132	283	377	283	283	151	113	75	57	**1.884**
Evap. Pot. (mm)	174	166	143	112	81	59	51	59	81	112	143	166	**1.347**
Def. Hidr. (mm)	136	128	87	0	0	0	0	0	0	0	68	109	**528**
Exc. Hid. (mm)	0	0	0	20	201	318	232	224	69	1	0	0	**1.065**
Heladas (T < 0°C)	0	0	0,2	0,8	2,5	4,4	5,4	4,5	3,2	1,3	0,3	0,1	**22,6**

Fuente: AtlasAgroclimático de Chile, 2017.

4) **7-9-3: Malalcahuello:** Este distrito es de tipo Templado cálido mesotermal con régimen de humedad sub húmedo húmedo (Csb1Shh). Su altitud media aproximada es de 1.328 m.s.n.m. y abarca una superficie total de 6.833 km2.

CUADRO 2-6: PARÁMETROS AGROCLIMÁTICOS MENSUALES DISTRITO 7-9-2 MALALCAHUELLO

Variable	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
T. Max (°C)	23	22,1	19,3	15,4	11,6	8,8	7,8	8,4	11	14,8	18,8	22	**15,3**
T. Min (°C)	5,9	5,6	4,6	3,4	2,1	1,2	0,9	1,2	1,8	3	4,4	5,5	**3,3**
T. Med (°C)	14	13,2	11,4	9	6,6	4,8	4,2	4,6	6,1	8,5	11,1	13,1	**8,9**
Días-grado (10-30°C)	129	115	81	45	18	6	4	5	14	40	76	113	**644**
DG Acum. (10-30°C)	357	472	553	598	616	621	625	630	644	40	116	229	**644**
Horas Frio (T< 7,2°C)	75	98	190	333	484	589	645	607	525	364	214	103	**4.225**
HF Acum. (T< 7,2°C)	*	*	*	*	484	1.072	1.717	2.324	2.849	3.213	3.428	3.530	**4.225**
R. Solar (Cal/cm^{2}día)	592	562	482	372	262	182	152	182	262	372	482	562	**372**
H. Relativa (%)	51	52	54	57	60	62	63	62	60	57	54	52	**57**
Pp (mm)	47	47	70	163	350	467	350	350	187	140	93	70	**2.333**
Evap. Pot. (mm)	175	167	146	116	87	66	58	66	87	117	146	167	**1.397**
Def. Hidr. (mm)	128	120	75	0	0	0	0	0	0	0	52	97	**472**
Exc. Hid. (mm)	0	0	0	47	263	400	292	284	99	24	0	0	**1.408**
Heladas (T < 0°C)	1	1,3	3,1	6,5	11,5	14,8	16,7	15,3	12,6	8,1	3,6	1,5	**96,2**

Fuente: AtlasAgroclimático de Chile, 2017.

La temperatura varía entre un máximo de enero de 23,1°C y un mínimo de Julio de 0,9 °C. No posee días consecutivos libre de heladas y el año se registra un promedio de 96 heladas. El período de temperaturas favorables a la actividad vegetativa dura 5 meses. Registra anualmente 644 días grado y 1.717 horas de frío acumuladas hasta el 31 de Julio. La precipitación media anual es de 2.333 mm y un período seco de 4

meses, con un déficit hídrico de 472 mm/año. El período húmedo dura 7 meses durante los cuales se produce un excedente hídrico de 1.408 mm (Cuadro 2-6).

2.4.2. Geomorfología

Según el estudio "Diagnóstico y Clasificación de los Cursos y Cuerpos de Agua Según Objetivos de Calidad" (2004)" se detalla en lo que sigue la caracterización geomorfológica general para la zona de las principales cuencas de la Región.

- **Geomorfología Cuenca Río Mataquito:** Respecto a la cuenca del río Mataquito, la cual posee una extensión de 63.190 km^2 y se forma de las confluencias de los ríos Teno por el norte y Lontué por el sur, en las cercanías de la ciudad de Curicó, para escurrir en dirección oeste por aproximadamente 95 km hasta su desembocadura en el Océano Pacífico. A lo largo de su recorrido, que en gran medida lo hace atravesando la Cordillera de la Costa, recibe el aporte de numerosos esteros, originados en este mismo cordón montañoso.
  El relieve de la cuenca se ve influenciado por una intensa actividad volcánica y glaciar, las cuales propiciaron la aparición de lagunas cordilleranas, entre las que destaca la Laguna de Teno, a los pies del volcán Planchón, alimentada por un glaciar que nace desde la cima de este volcán.

  La Cordillera de los Andes y la Precordillera se ven interrumpidas por numerosos valles originados por los ríos que nacen en las cumbres y quebradas andinas, como los ríos Teno y Claro. El valle intermedio tiene una inclinación hacia el poniente que se explica por depósitos de materiales fluvioglaciovolcánicos, provenientes desde la Cordillera de los Andes.

  La Cordillera de la Costa, por su parte, posee un relieve aislado y de baja altura, que en su conjunto muestra un aspecto de colinaje ondulado y suave, originando en su interior cuencas y valles. Finalmente, las Planicies Litorales tienen un ancho medio de aproximadamente 5 km y representan una franja litoral interrumpida por los ríos que desembocan en el mar y que generan terrazas fluviales, campos de dunas y extensas playas.

- **Geomorfología Cuenca Río Maule:** en esta cuenca, se distinguen cinco unidades características: Cordillera de los Andes, Precordillera, Depresión Intermedia o Valle Central, Cordillera de la Costa y Planicies Litorales.

  La Cordillera de los Andes se caracteriza por una extensa llanura de origen volcánico, alcanzando una altura promedio de 2.500 m.s.n.m., con una suave pendiente hacia el

oeste y que se encuentra frecuentemente interrumpida por cursos de agua de valles profundos y abruptos producto de la erosión glacial cuaternaria.

La Precordillera conforma un plano inclinado, con una pendiente suave hacia el oeste, alcanzando una altura que varía entre 500 y 1.500 m.s.n.m. Se compone por rocas sedimentarias y volcánicas, de origen continental y edad cretácica superior a terciaria. Dada la fuerte denudación cuaternaria, esta planicie se encuentra profundamente disectada por valles de origen glacial, tributarios de aquellos de origen volcánico.

La Depresión Intermedia por su parte, corresponde a una fosa tectónica limitada por sistemas de faldas de rumbo norte – sur, la que paulatinamente, ha sido rellenada producto de la erosión originada por la acción de los glaciares, ríos y el viento. Posee una suave pendiente hacia el oeste, interrumpida por los valles poco profundos y de origen fluvial, a través de los cuales, se han depositado los abundantes sedimentos que han rellenado esta fosa.

La Cordillera de la Costa, se presenta como un macizo montañoso, con una altura máxima que no sobrepasa los 700 m.s.n.m. y se compone principalmente por rocas graníticas y metamórficas de edad paleozoica del llamado basamento cristalino, a excepción del sector nororiental, compuesto por rocas sedimentarias y volcánicas, de edad cretácica. Posee un relieve suave y ondulado, de lomajes bajos en forma de mesetas, las que descienden suavemente hacia la costa producto de la influencia tectónica.

Finalmente, las Planicies Litorales son extensas zonas relativamente planas, con una suave pendiente hacia el oeste, la que no siempre está presente; es así como en el sector sur de Constitución, la Cordillera de la Costa no permite el desarrollo de esta unidad morfoestructural.

En la Figura 2-3 se muestra la composición geológica para la región, en particular destaca las formaciones que componen el área en estudio estas son Cordillera de los Andes, Precordillera, Llano Central, finalizando al llegar a la Cordillera de la Costa.

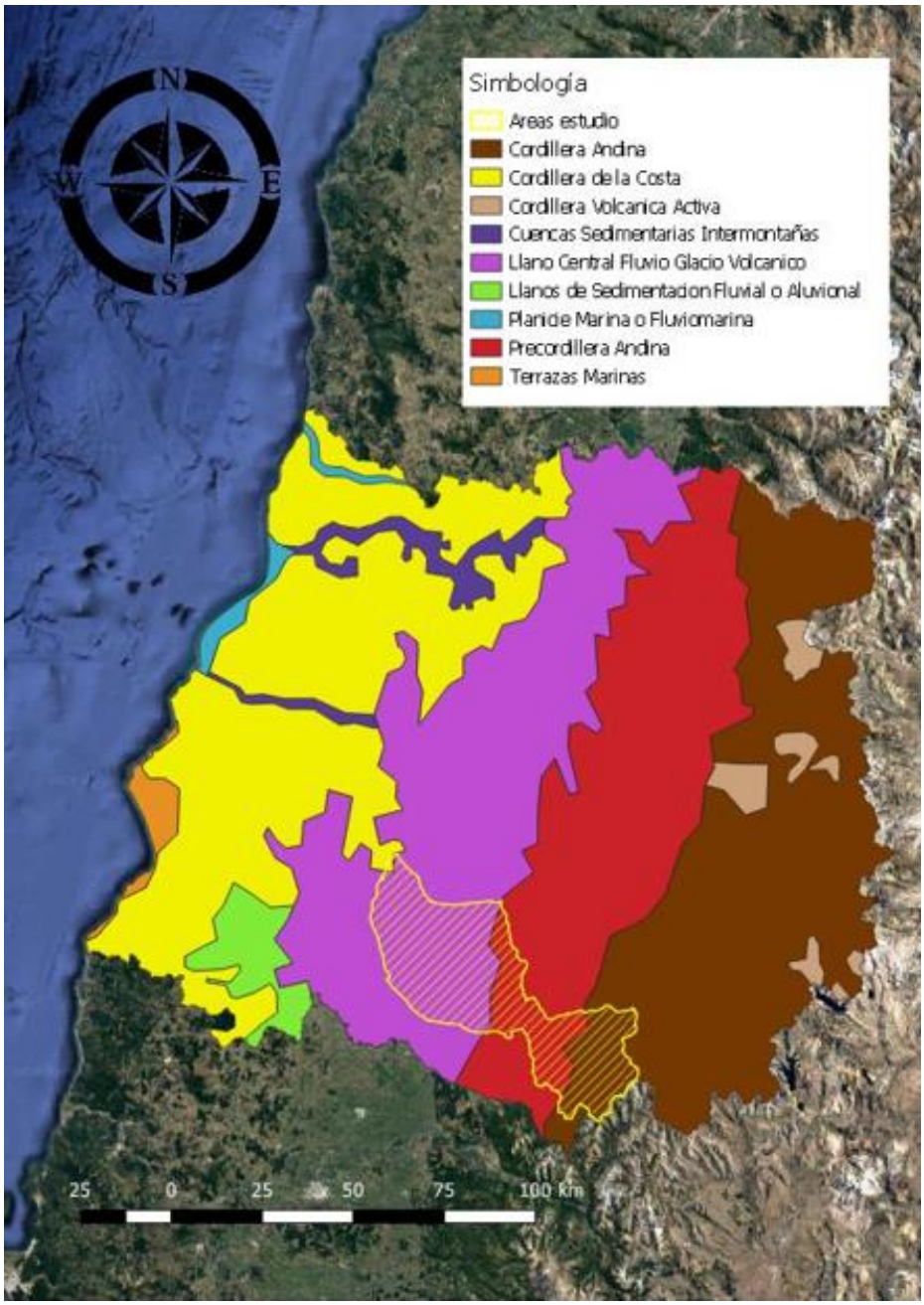


FIGURA 2-3: UNIDADES GEOMORFOLÓGICAS DE LA REGIÓN DEL MAULE

Fuente: Elaboración propia a partir de información extraída de la BCN, 2014

2.4.3. Geología

En el Cuadro 2-7, se describen a continuación las características de las unidades geológicas presentes en la región. En algunos casos, su descripción no hace mención de la Región del Maule, aunque se encuentran presentes según el Mapa Geológico de Chile (SERNAGEOMIN, 2003), lo que se debe a que las descripciones hacen referencia a los sectores en que estas unidades cubren grandes áreas y en el área de estudio están restringidas a pequeños parches intermitentes.

CUADRO 2-7: UNIDADES GEOLÓGICAS ÁREA DE ESTUDIO

Sigla	Nombre	Descripción
Jig	Dioritas, gabros y monzodioritas de piroxeno, dioritas cuarcíferas y granodioritas y tonalitas de hornblenda y biotita	Jurásico Inferior (202-178 Ma) Dioritas, gabros y monzodioritas de piroxeno, dioritascuarcíferas y granodioritas y tonalitas de hornblenday biotita. En la Cordillera de la Costa, regiones II a III: plutones Flamenco y Caldera-Pajonales.
Mg	Granodioritas, dioritas y tonalitas	Mioceno (18-6 Ma) Granodioritas, dioritas y tonalitas en la Cordillera Principal, regiones VII a X; en la Cordillera Patagónica, regiones XI y XII: franja central del Batolito Norpatagónico y plutones orientales: plutones Liquiñe, San Lorenzo, Paso Las Llaves y Torres del Paine.
Mimg	Granodioritas, monzogranitos, monzodioritas, monzonitas y dioritas de biotita y hornblenda	Mioceno Inferior-Medio (22-16 Ma) Granodioritas, monzogranitos, monzodioritas, monzonitas y dioritas de biotita y hornblenda. En Cordillera Principal, regiones V y Metropolitana: Plutón La Obra
OM2c	Secuencias volcanosedimentarias	Oligoceno-Mioceno Secuencias volcanosedimentarias: lavas basálticas a dacíticas, rocas epiclásticas y piroclásticas. En la Cordillera Principal, regiones I a IX: formaciones Lupica, Escabroso, Abanico, Coya-Machalí, Cura-Mallín (inferior).
Pl3t	Depósitos piroclásticos principalmente riolíticos	Pleistoceno Depósitos piroclásticos principalmente riolíticos, asociados a calderas de colapso. En la Depresión Central y valles de la Cordillera Principal, regiones V a VII: Ignimbrita Pudahuel y Toba Loma Seca.
PPL3	Secuencias y centros volcánicos parcialmente erodados	Plioceno-Pleistoceno Secuencias y centros volcánicos parcialmente erodados, lavas principalmente basálticas con intercalaciones de tobas y conglomerados. En la Cordillera Principal, regiones VII a X: formaciones Cola de Zorro y Malleco; en la Cordillera Patagónica, región XII: basaltos de Pali Aike; en las islas oceánicas: volcán Poike (Isla de Pascua), archipiélago Juan Fernández, isla Salas y Gómez; islas San Félix y San Ambrosio.
Q1	Depósitos aluviales, coluviales y de remoción en masa	Pleistoceno-Holoceno. Depósitos aluviales, coluviales y de remoción en masa; en menor proporción fluvioglaciales, deltaicos, litorales o indiferenciados. En la Depresión Central, regiones Metropolitana a IX: abanicos mixtos de depósitos aluviales y fluvioglaciales con intercalación de depósitos volcanoclásticos.
Q1g	Depósitos morrénicos	Pleistoceno-Holoceno Depósitos morrénicos, fluvioglaciales y glacilacustres: diamictos de bloques y matriz de limo/arcilla, gravas, arenas y limos. En la Cordillera Principal, regiones I a IV. En la Depresión Central, regiones IX y X; en regiones XI y XII: lóbulos morrénicos en el frente de los lagos proglaciales, abanicos fluvioglaciales frontales o varves en la ribera de lagos o cursos fluviales, asociados a las principales glaciaciones del Pleistoceno donde son indiferenciados o relativos a las glaciaciones
Q3i	Estratovolcanes y complejos volcánicos:	Cuaternario Estratovolcanes y complejos volcánicos: Lavas basáticas a riolíticas, domos y depósitos piroclásticos andesítico-basálticos a dacíticos; principalmente calcoalcalinos; adakíticos al sur de los 47°S. En la Cordillera Principal, regiones I a III: volcanes Taapaca, Parinacota, Láscar y Ojos del Salado. Principalmente holocenos en la Cordillera Principal, regiones Metropolitana a X: volcanes San José, Peteroa, Antuco, Llaima, Villarrica,

CUADRO 2-7: UNIDADES GEOLÓGICAS ÁREA DE ESTUDIO

Sigla	Nombre	Descripción
		Osorno y Calbuco, entre otros; en la Cordillera Patagónica, regiones XI a XII: volcanes Hudson, Lautaro y Monte Burney. En Antártica: isla Decepción.
Tr1m	Secuencias sedimentarias marinas y transicionales	Triásico Superior Secuencias sedimentarias marinas y transicionales: areniscas, conglomerados, limolitas y calizas. En laPrecordillera y zona costera, regiones II a IV: formaciones Cerro Minado, San Félix y El Quereo.

En la Figura 2-4 se muestra la composición geológica para el área de estudio.

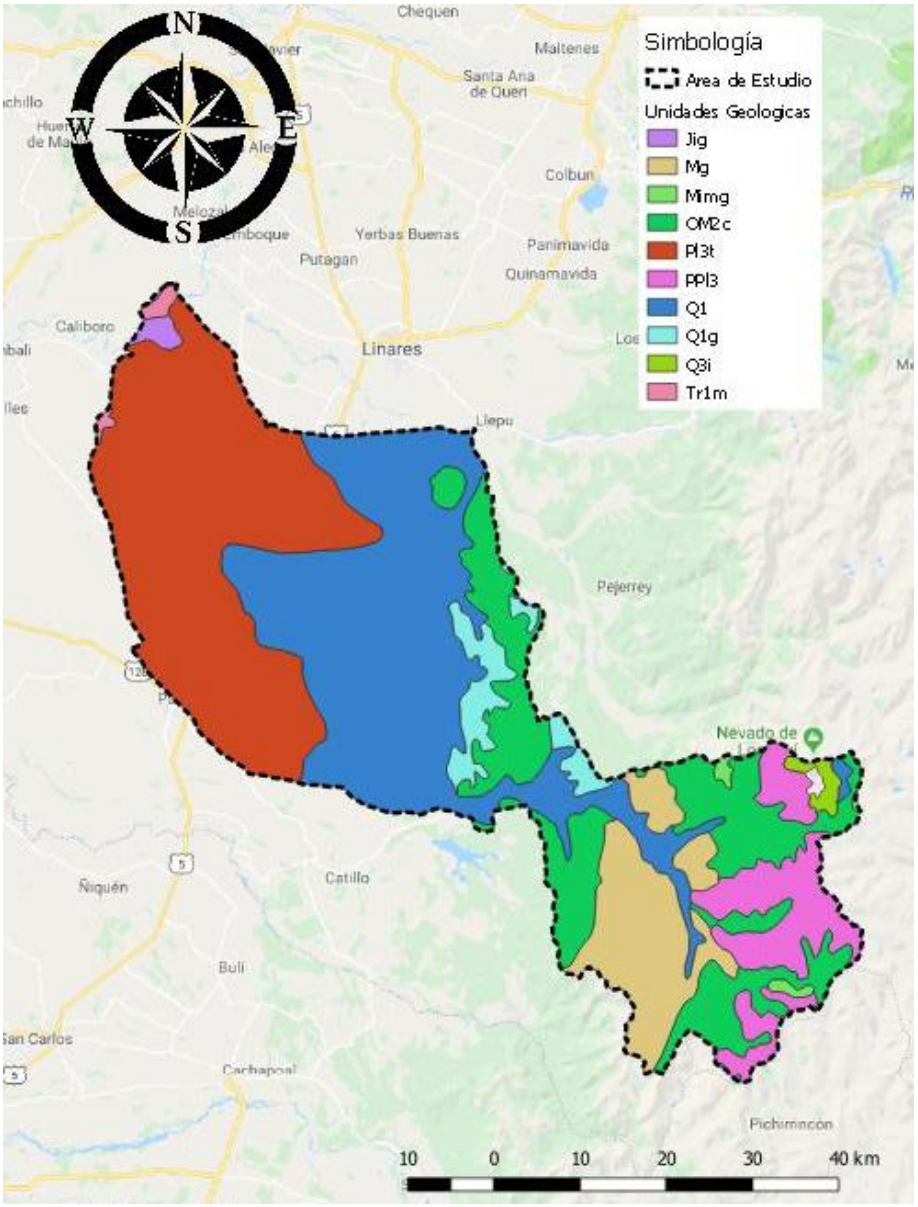


FIGURA 2-4: COMPOSICIÓN GEOLÓGICA DEL ÁREA DE ESTUDIO

Fuente: Elaboración propia en base al Mapa Geológico de Chile (SERNAGEOMIN, 2003)

2.4.4. Hidrografía

La región del Maule, cuenta con dos sistemas hidrográficos: el río Mataquito por el norte y el Maule hacia el centro de la región. El primero, posee un régimen mixto y sus principales afluentes son el río Teno y el Lontué. Tiene una hoya hidrográfica de 6.200 km^2 de superficie y el caudal medio de escurrimiento, es de 153 m^3/s, desembocando en el mar, al sur de la laguna de Vichuquén. Sus aguas son utilizadas principalmente, para el regadío de cultivos en el valle, irrigando una superficie cultivada de 100.000 hectáreas.

Se presenta en la Figura 2-5 hidrografía de la Región y las estaciones pluviométricas y fluviométricas vigentes, según información de estudios de la DGA.

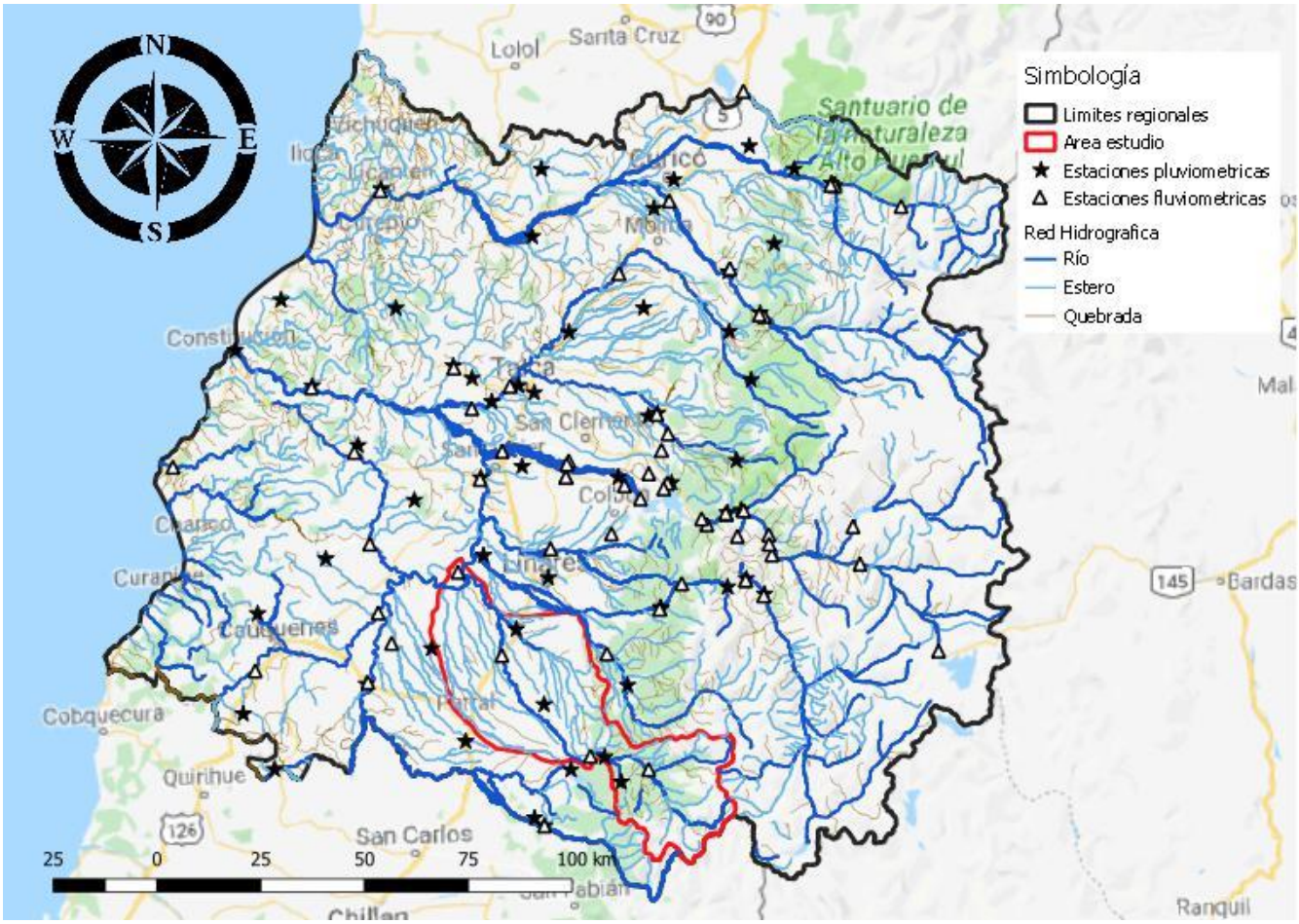


FIGURA 2-5: RED HIDROGRÁFICA REGIÓN DEL MAULE

Fuente: Elaboración propia en base a DGA, 2012.

El río Maule por su parte, es uno de los más importantes en el país. Posee una hoya hidrográfica que abarca una superficie de 20.300 km^2, escurriendo por él, un caudal medio de 467 m^3/s. Se origina en la Cordillera de los Andes, siendo sus principales afluentes, los ríos Puelche, Los Cipreses,

Claro y Melado en el tramo inicial del río; en el Valle Longitudinal tiene como afluentes el río Loncomilla, para finalmente desembocar en el mar en Constitución con un ancho de 200 m. Las aguas del río Maule también son utilizadas para el riego, pero su importancia mayor está dada en su aprovechamiento para la producción de energía hidroeléctrica en la central Cipreses (101,4MW de potencia), y la Central Isla (68 MW de potencia). Cabe destacar el embalse Colbún, cuya central hidroeléctrica de Colbún Machicura tiene una potencia instalada de 500 MW, la cual aumenta significativamente la superficie de riego en la región.

Para el área de estudio, se tiene que el principal curso de agua corresponde al Rio Longaví el cual nace los nevados de Longaví hasta desembocar en el Rio Perquilauquén recorriendo toda el área en estudio, el lugar estudiado pertenece en parte a las subcuencas de Perquilauquén Bajo y Rio Loncomilla, es por esto que las estaciones utilizadas para el cuantificar el recurso hídrico preliminarmente serán las ubicadas en las cercanías a este, su ubicación se presentan en la Figura 2-6

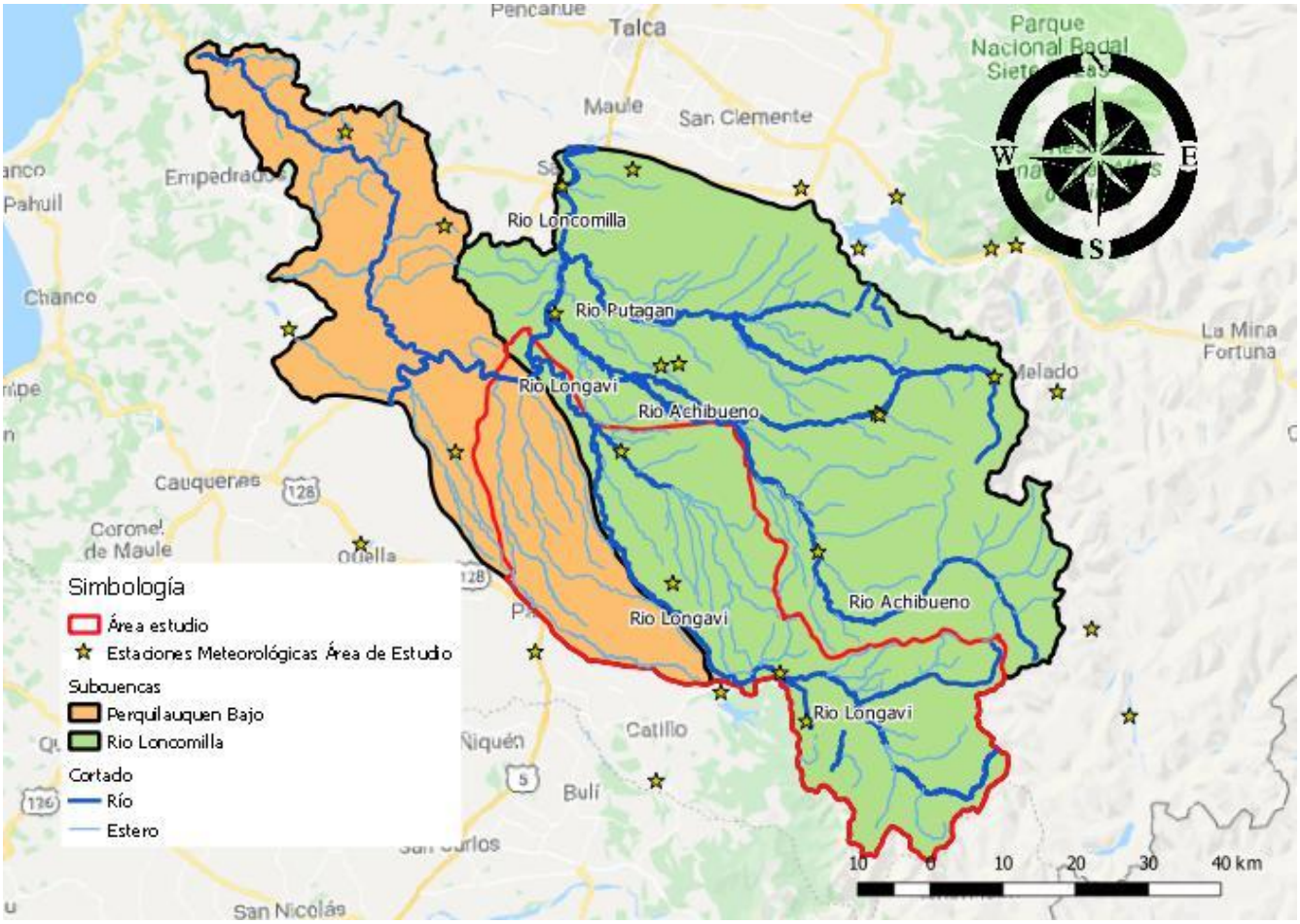


FIGURA 2-6: RED HIDROGRÁFICA ÁREA DE ESTUDIO

Fuente: Elaboración propia en base a DGA, 2012.

2.4.5. Hidrogeología

A continuación, se presenta una caracterización hidrogeológica de acuerdo a los antecedentes contenidos en la Carta Hidrogeológica de Chile.

Río Mataquito: La cuenca hidrogeológica del río Mataquito se extiende desde la latitud 34º50' por el norte hasta la latitud 35º30' por el sur. Destacan en el sector cordillerano, formaciones rocosas del período cretácico y terciario de origen sedimento – volcánico constituidas por brechas, tobas e ignimbritas con intercalaciones de lutitas, calizas areniscas y conglomerados en general de baja permeabilidad. Más al sur la actividad volcánica asociada a los volcanes Planchón, Peteroa y Azufre, adicionan un basamento constituido por formaciones rocosas volcánicas del cuaternario conformadas por coladas y depósitos piroclásticos de mejor permeabilidad que la formación más septentrional. En esta parte alta, el acuífero asociado al derretimiento de nieves corre paralelo a los cursos de agua de los ríos Teno y Colorado, por un relleno no consolidado de origen aluvial y coluvial de alta permeabilidad.

Las formaciones geológicas de la cordillera de Los Andes definen un basamento por el cual baja un acuífero hacia el valle longitudinal de la depresión intermedia, siguiendo por lo general las direcciones de los ríos Teno y Lontué con niveles freáticos de 4 m a la altura de la ciudad de Curicó con una cantidad de sólidos totales disueltos de 342 mg/l.

Siguiendo más al sur, las aguas subterráneas confluyen en dirección paralela al río Mataquito, la cual es encerrada por un cordón norte – sur de rocas con baja permeabilidad pertenecientes a los períodos cretácico y paleozoico – batolito costero –, motivo por lo cual escurre a través de un relleno de materiales no consolidados conformados por depósitos coluviales de estos cerros vecinos de alta permeabilidad hasta el océano pacífico.

En el sector desembocadura – proximidades del pueblo de Iloca – el nivel freático alcanza los 2,5 m, con una cantidad de sólidos totales disueltos de 650 mg/L.

Río Maule: La cuenca hidrogeológica del río Maule se extiende desde la latitud 35º05' por el norte hasta la latitud 36° 30' por el sur. Destaca en la alta cordillera formaciones rocosas volcánicas del cuaternario conformadas por coladas y depósitos piroclásticos, riolíticos, dacíticos, andesíticos y basálticos de permeabilidad baja. En sector, el acuífero asociado al derretimiento de nieves, corre paralelo a los cursos de agua de los ríos Maule y Melado o Guaiquivilo, por un relleno no consolidado de origen aluvial y coluvial de alta permeabilidad, casi siempre siguiendo la dirección este a oeste.

Desde la precordillera andina se originan acuíferos que drenan paralelos a los cursos superficiales, preferentemente desde la latitud 35° 50' (Linares) al sur. Al llegar a la Depresión

Intermedia siguen preferentemente dirección NNW. Destaca en este sector la alta productividad de los pozos de sobre 10 m³/h/m y bajas profundidades de las napas freáticas (de 2 a 13 m).

La gran masa de agua subterránea al encontrarse con el batolito costero, es drenada hacia el océano siguiendo un curso paralelo al río Maule. Desde el norte lo hace un importante acuífero procedente desde el sector río Claro en dirección SSW hasta introducirse por la cordillera de la costa en un curso paralelo al Maule. Desde el sur lo hace un acuífero aun mayor que proviene desde el río Ñiquen (latitud 36° 20') en dirección de sur a norte hasta las cercanías del río Maule.

El batolito costero está compuesto por formaciones rocosas plutónicas e hipoabisales del período paleozoico de nula permeabilidad motivo por el cual forma un gran murallón entre el río Itata y Maule.

Al poniente de la ciudad de Talca, el acuífero se encajona siguiendo el Maule a través de un depósito de material no consolidado de origen coluvial y aluvional de alta permeabilidad hasta desembocar al océano por el sector de Constitución.

Por otro lado, a partir del Estudio "Estimación Preliminar de las Recargas de aguas subterráneas y Determinación de los Sectores Hidrogeológicos de aprovechamiento común en las cuencas de las regiones del Maule, Biobío, La Araucanía, Los Ríos y Los Lagos" desarrollado por la Dirección General de Aguas (DGA), el año 2014. Se indica que, en las cuencas costeras, tanto los recursos hídricos superficiales como subterráneos tienen una alta dependencia, en cuanto a ocurrencia y magnitud, de los periodos de lluvias, dado que por su geomorfología estas cuencas no cuentan con alturas orográficas que permitan la acumulación de nieve.

En el "Inventario nacional de acuíferos" (DGA, 2017) se identifican en la región del Maule 14 sectores hidrogeológicos, los cuales, desde el punto de vista de sus recursos hídricos, se puede caracterizar por un volumen almacenado de agua y una recarga renovable en el tiempo. Este almacenamiento y su capacidad de recarga, determinan un caudal disponible en el acuífero, el cual respalda los derechos de aprovechamiento de aguas otorgados y en trámite de adjudicación en la región.

FIGURA 2-7: ACUÍFEROS EN LA REGIÓN DEL MAULE

Fuente: Elaboración propia en base a DGA, 2014 y DGA, 2018.

En la Figura 2-7 se presentan los 14 sectores hidrogeológicos identificados en la región del Maule, en particular se identifica que la zona en estudio pertenece al acuífero "Maule medio" en particular a la subunidad "Maule Medio Sur ". En el Cuadro 2-8 se presenta las recargas para el acuífero Maule medio.

CUADRO 2-8: RECARGAS NETAS POR SECTOR HIDROLÓGICO

Acuífero	Recarga Neta m^3/s	Recarga Neta m^3/año
Maule Medio Norte	15	473.040.000
Maule Medio Sur	43	1.356.048.000
Total	58	1.829.088.000

Fuente: DGA, 2014

2.4.6. Suelos

La superficie contenida por la envolvente del área de estudio presenta diferencias sustanciales en términos de su geografía, agroclima y suelos, en su porción noroeste, inserta en el valle central, respecto de la porción sureste, inserta netamente en la pre cordillera de los Andes. Tal como se aprecia en la Figura 2-8, el mapa de uso de suelo presenta una marcada presencia de renovales y bosques nativos en la precordillera de los Andes, en contraste de la depresión intermedia donde abundan los terrenos agrícolas.

La zona de precordillera, tal como se aprecia en la citada figura, se encuentra ampliamente cubierta de plantaciones forestales, bosque nativo, renovales y matorrales, dada su geografía e inexistencia de red de canales de riego, razón por la cual el área de mayor interés para el presente estudio está asociada a la zona inserta en la depresión intermedia, donde se encuentra asentada prácticamente la totalidad de la actividad agrícola del área de estudio.

La mencionada fracción del área de estudio se caracteriza por ser una gran extensión de suelos planos y semiplanos, lo que sumado a la existencia de gran cantidad de superficie asociada a las clases de capacidad de uso I, II y III, tal como se aprecia en la Figura 2-9, hace que esta zona tenga un importante potencial agrícola en franco desarrollo.

Dicha potencialidad ha sido aprovechada intensivamente por décadas en la explotación de cultivos industriales como la remolacha y de cereales como el trigo, el maíz y el arroz (el que requiere extensiones de suelos planos para el apretilamiento del suelo). Esta configuración está cambiando radicalmente en la actualidad, ya que, por razones comerciales y de mercado, éstos cultivos van en retirada, siendo reemplazados profusamente por cultivos de frutales, como cerezos, arándano, nogales, perales y avellano, con respaldo en la buena calidad de los suelos y en la progresiva y creciente adaptabilidad climática de estas especies a la zona (cambio climático).

Se presenta en el Cuadro 2-9, la cuantificación detallada de la superficie asociada a las capacidades de uso de la I a la VI presente en la porción noroeste del área de estudio, donde se desarrolla la actividad agrícola. Como se puede apreciar, de un total de 124.786,4 Ha existentes, 96.743,5 Ha (77,5%) pertenecen al rango de capacidad de uso de la I a la IV, rango asociado en términos generales a suelos con potencial agrícola, mientras que un 22,5% de la superficie de ésta fracción del área, se asocia a capacidades de uso V y VI, con importantes restricciones a la agricultura, limitando su potencial de uno a la explotación forestal y ganadera. Llama la atención un 65,1% de suelos con capacidad de suelo entre I y III, que son excelentes suelos aptos para cualquier rubro agrícola que posea adaptabilidad climática a la zona.

CUADRO 2-9: SUPERFICIE POR CAPACIDAD DE USO ÁREA DE ESTUDIO

Cap. Uso	Sup. (Ha)
1	10.593,3
2	26.639,6
3	43.984,3
4	15.526,3
5	24.481,1
6	3.562,0
Total	**124.786,6**

Fuente: Elaboración propia en base a e-SIIR

Las visitas preliminares de selección de sitios realizadas por el consultor en terreno, dan cuenta de suelos planos, de textura francos, de perfil de suelo profundo y mayoritariamente de color oscuro (presencia de materia orgánica), con buen drenaje en su mayoría y ausencia de pedregocidad en superficie. Esto, debido a la necesidad de despedrar terrenos para la implementación de una agricultura que lleva más de un siglo en la zona.

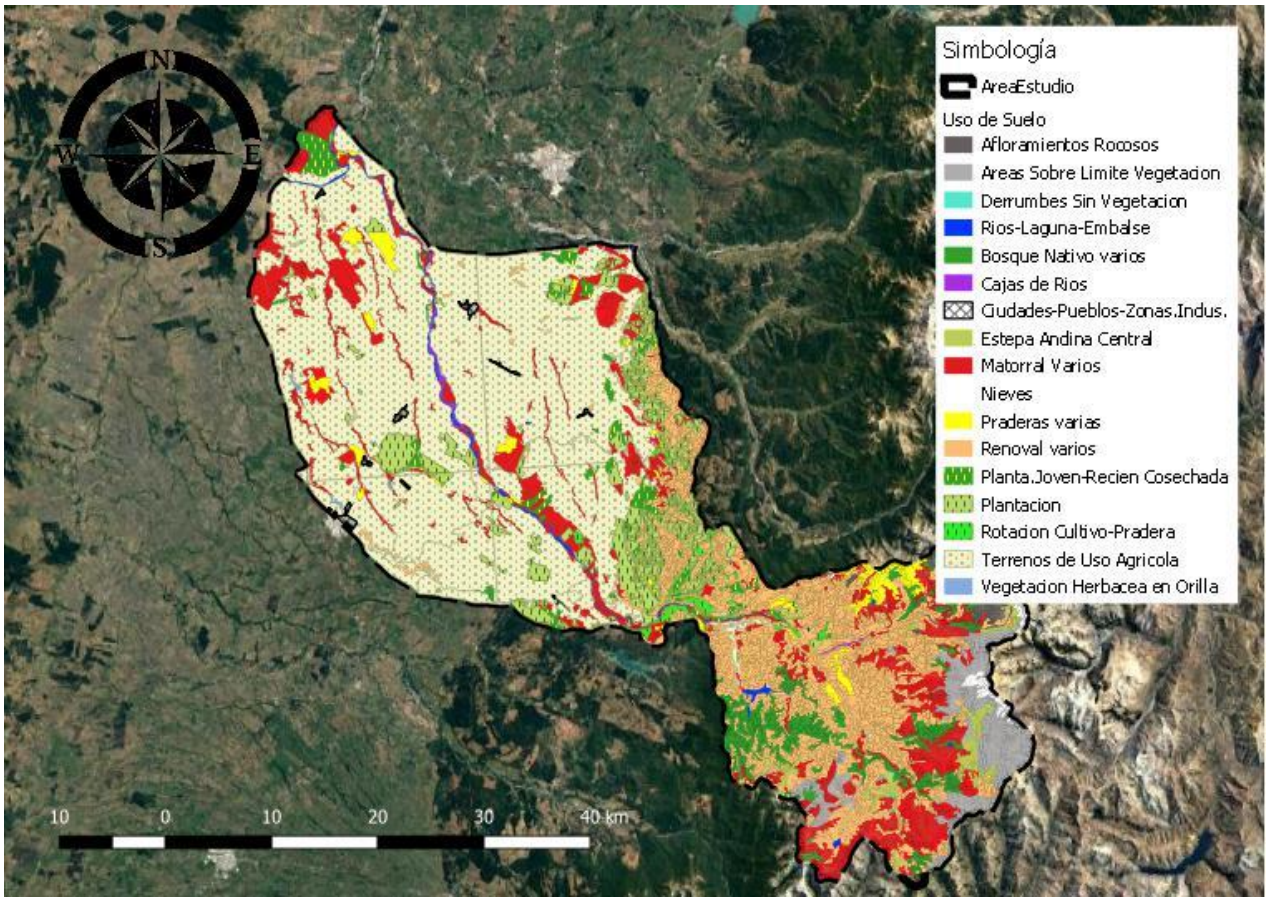


FIGURA 2-8: CLASIFICACIÓN DE SUELOS SEGÚN USO

Fuente: Elaboración propia en base a e-SIIR.

Se aprecia también en las citadas figuras, que la zona oriente de la fracción noroeste del área de estudio se asocia a capacidades de uso V, vinculadas a una fuerte presencia de plantaciones forestales en pendientes y cerros sin acceso a riego. La misma característica se observa en el extremo norte de esta fracción del área, correspondiente a la parte sur de la comuna de San Javier.

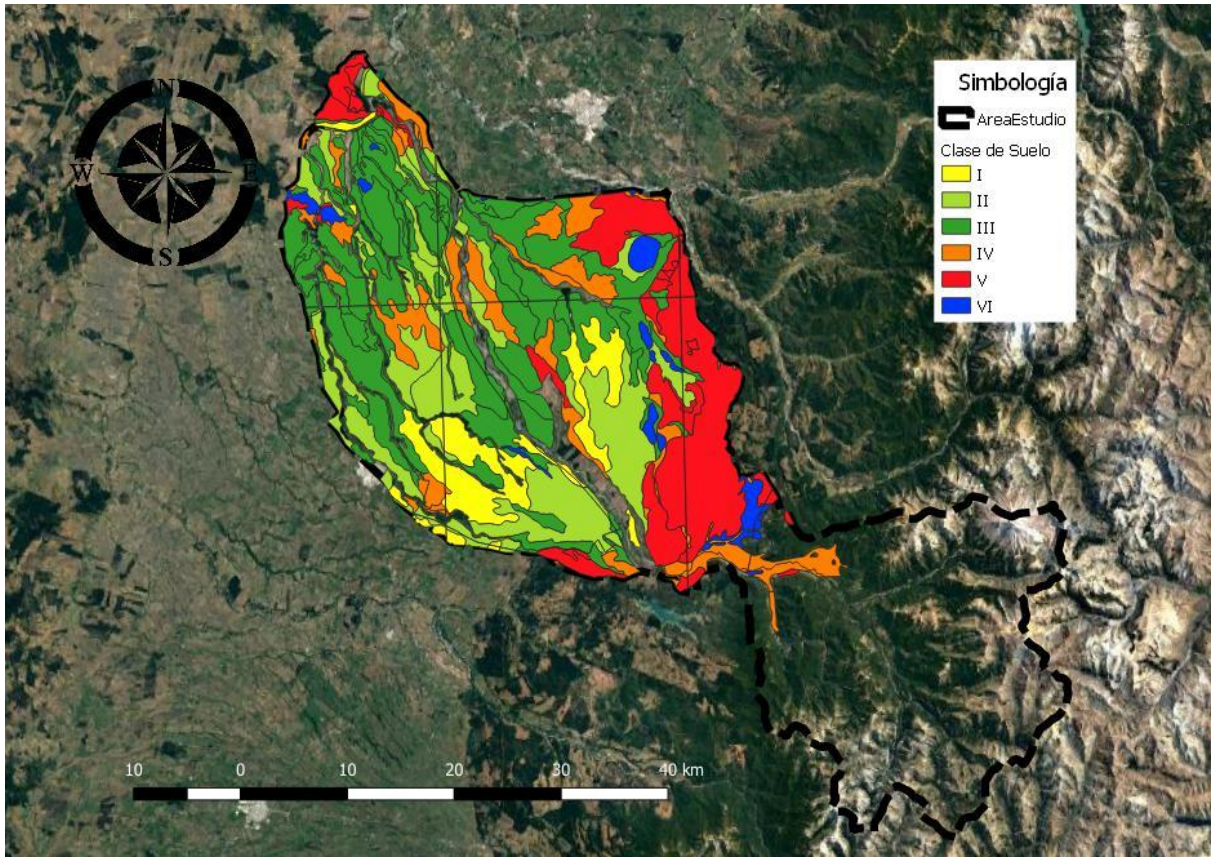


FIGURA 2-9: CLASIFICACIÓN DE SUELOS SEGÚN CLASE DE CAPACIDAD DE USO

Fuente: Elaboración propia en base a e-SIIR.

2.5. Caracterización Agropecuaria

2.5.1. Introducción

A continuación, se realiza una caracterización agroproductiva del área de estudio considerando la información censal vigente, proveniente del VII Censo Agropecuario y Forestal INE 2007. Cabe destacar que el área de estudio abarca sectores de las comunas de San Javier, Longaví, Retiro y Parral.

2.5.2. Tamaño de la Propiedad Agrícola

Se puede observar según los resultados del Censo INE (2007), para las comunas involucradas, propiedades en 10 rangos de tamaño predial. De ello se desprende que, los predios con menos de 200

ha constituyen solamente el 44,1% de la superficie total, mientras que el 24,7% corresponde a predio de más de 2.000 ha, correspondientes mayoritariamente a cerros. (ver Cuadro 2-10).

CUADRO 2-10: EXPLOTACIONES AGROPECUARIAS CON TIERRA

Rango de tamaño (ha)	San Javier		Longaví		Retiro		Parral		Total	
	Nº de Explotaciones con tierra	Sup (ha) 2007	Nº de Explotaciones con tierra	Sup (ha) 2007	Nº de Explotaciones con tierra	Sup (ha) 2007	Nº de Explotaciones con tierra	Sup (ha) 2007	Nº de Explotaciones con tierra	Sup (ha) 2007
Menores de 1	433	207,8	690	398,1	558	268,3	437	238,0	2.118	1.112,2
De 1 a menos de 5	529	1.223,0	1.075	2.526,6	635	1.425,9	971	2.366,0	3.210	7.541,5
De 5 a menos de 10	237	1.648,2	422	3.028,4	259	1.851,4	361	2.606,6	1.279	9.134,6
De 10 a menos de 20	246	3.454,2	611	9.113,8	393	5.734,7	399	5.747,9	1.649	24.050,6
De 20 a menos de 50	304	9.255,9	408	11.994,1	385	11.554,9	513	15.760,1	1.610	48.565,0
De 50 a menos de 100	119	8.318,2	95	6.646,1	121	8.134,0	176	12.362,3	511	35.460,6
De 100 a menos de 200	76	10.722,3	63	8.661,4	64	8.586,4	75	10.441,0	278	38.411,1
De 200 a menos de 500	37	10.961,5	29	8.729,0	36	10.171,9	55	16.680,0	157	46.542,4
De 500 a menos de 1000	15	10.174,8	6	4.222,2	7	4.416,4	19	12.454,6	47	31.268,0
De 1000 a menos de 2000	9	12.324,6	7	10.812,8	2	2.262,5	11	13.662,3	29	39.062,2
De 2000 y más	3	18.026,4	5	37.297,7	1	3.026,7	4	33.387,5	13	91.738,3
Total Superficie	**2.008**	**86.316,9**	**3.411**	**103.430,2**	**2.461**	**57.433,1**	**3.021**	**125.706,3**	**10.901**	**372.886,5**

Fuente: VII Censo Agropecuario y Forestal INE 2007.

2.5.3. Empleo Agrícola

La información proveniente del VII Censo Agropecuario de 2007 asociada a empleo agrícola, presenta una cantidad de 4.526 plazas de trabajo agrícola permanente, pero una cifra mucho mayor en cuanto a empleo temporal estacional según el trimestre del año, tal como lo grafica el Cuadro 2-11.

Es lógica la asociación de la mayor cantidad de empleo temporal a las características propias de la agricultura y de las principales especies presentes en términos de la superficie que ocupan.

CUADRO 2-11: EMPLEO TEMPORAL Y PERMANENTE

Tipo	San Javier		Longaví		Retiro		Parral		Total	
	Mujeres	Hombres	Mujeres	Hombres	Mujeres	Hombres	Mujeres	Hombres	Mujeres	Hombres
Empleo Permanente										
Total	136	1.176	257	1.194	74	932	57	700	524	4.002
Empleo Estacional o Temporal										
Mayo - Junio - Julio 2006	195	1.653	128	1.229	73	585	34	751	430	4.218
Agosto - Septiembre - Octubre 2006	153	821	254	1.757	198	705	43	790	648	4.073
Noviembre - Diciembre 2006 - Enero 2007	359	1.057	1.548	3.624	1.756	2.117	896	1.252	4.559	8.050
Febrero - Marzo - Abril 2007	1.317	3.549	1.485	3.895	1.322	1.774	1.044	1.689	5.168	10.907

Fuente: Censo Agropecuario INE 2007.

2.5.4. Antecedentes Productivos

2.5.4.1. Actividad Agrícola

A continuación, se presentan los antecedentes generales que permiten establecer el contexto agropecuario en el cual se encuentra inserta el área de estudio.

Según INE (2007), en el área de estudio existen 478.391,3 ha censadas. De éstas, el 77,9% tienen actividad agropecuaria (Cuadro 2-12).

Por otra parte, la distribución de la superficie agropecuaria con tierra y con actividad para las comunas del área de estudio se resume en el

Cuadro 2-13. De esta información se observa en el área de estudio que, del total de superficie de explotaciones agropecuarias, sólo un 24,6% corresponde a suelos de cultivo. La mayor cantidad de superficie se clasifica como "otros suelos", principalmente constituido por praderas naturales en cerros. Se observa también que, del total de superficie de cultivo del área de estudio, el 65,6% corresponde a cultivos anuales y permanentes, mientras que el resto corresponde a suelos con barbecho y forrajeras.

CUADRO 2-12: RESUMEN DE INFORMACIÓN PREDIAL

Tipo Explotaciones	Sup. 2007 (ha)				
	San Javier	Longaví	Retiro	Parral	Total
1. Total Censadas	102.095,8	141.638,8	62.850,1	171.806,6	478.391,3
1.1 Agropecuarias	86.316,9	103.430,2	57.433,1	125.706,3	372.886,5
1.1.1 Con Tierra	86.316,9	103.430,2	57.433,1	125.706,3	372.886,5
1.1.1.1 Con Actividad	86.222,4	103.408,8	57.413,8	125.630,8	372.675,8
1.1.1.2 Temporalmente sin Actividad	94,5	21,4	19,3	75,5	210,7
1.1.2 Sin tierra	-	-	-	-	-
1.2 Explotaciones Forestales	15.778,9	38.208,6	5.417,0	46.100,3	105.504,8

Fuente: VII Censo Agropecuario y Forestal INE 2007.

CUADRO 2-13: SUPERFICIE AGROPECUARIA

Superficie agropecuaria según uso del suelo	Sup. 2007 (ha)				
	San Javier	Longaví	Retiro	Parral	Total
Total Explotaciones Agropecuarias	86.316,9	103.430,2	57.433,1	125.706,3	372.886,5
Total suelos de cultivo	15.218,6	21.726,1	19.917,8	34.858,0	91.720,4
Cultivos anuales y permanentes	11.622,1	16.567,1	12.485,6	19.526,3	60.201,0
Forrajeras permanentes y de rotación	1.223,0	2.419,5	4.396,5	2.612,1	10.651,1
En barbecho y descanso	2.373,5	2.739,5	3.035,7	12.719,6	20.868,3
Total otros suelos	71.098,3	81.704,1	37.515,3	90.848,3	281.166,0
Praderas mejoradas	2.811,8	5.886,3	4.138,8	3.054,5	15.891,3
Praderas naturales	37.842,8	31.048,8	28.337,1	44.057,1	141.285,8
Plantaciones forestales	17.596,9	2.093,4	2.472,2	4.908,4	27.070,9
Bosque nativo	3.099,1	18.326,8	341,2	23.784,8	45.551,9
Matorrales	6.340,3	8.202,0	632,5	5.373,5	20.548,3
Infraestructura	1.604,3	1.216,1	792,7	842,9	4.456,0
Terrenos estériles	1.803,3	14.930,7	800,8	8.827,1	26.361,9

Fuente: VII Censo Agropecuario y Forestal INE 2007.

Según la estructura de cultivos presentada en el Cuadro 2-14, se observa el dominio de los cereales como el principal rubro en la zona. Le siguen en superficie las plantas forrajeras. El resto de los rubros posee una importancia menor[4].

[4] En la comuna de San Javier existe una porción importante de viñas y parronales, pero que se encuentran fuera del área de estudio.

CUADRO 2-14: ESTRUCTURA DE CULTIVOS

Cultivo	San Javier		Longaví		Retiro		Parral		Total	
	Superficie (ha) 2007	Estructura (%)	Superficie (ha) 2007	Estructura (%)	Superficie (ha) 2007	Estructura (%)	Superficie (ha) 2007	Estructura (%)	Superficie (ha) 2007	Estructura (%)
Cereales	2.457,4	19,0	8.677,1	45,6	7.141,4	41,7	15.310,2	69,1	33.586	47,1
Leguminosas y tubérculos	622,1	4,8	1.399,2	7,4	797,1	4,7	625,1	2,8	3.444	4,8
Cultivos industriales	13,5	0,1	1.441,9	7,6	820,4	4,8	1.259,7	5,7	3.536	5,0
Hortalizas	318,0	2,5	1.012,7	5,3	759,1	4,4	175,5	0,8	2.265	3,2
Flores	0,3	0,0	0,2	0,0	6,0	0,0	0,2	0,0	7	0,0
Plantas forrajeras	1.448,6	11,2	3.147,8	16,5	4.762,7	27,8	3.517,3	15,9	12.876	18,1
Frutales	734,8	5,7	3.010,8	15,8	1.824,4	10,7	893,0	4,0	6.463	9,1
Viñas y parronales viníferos	7.327,6	56,5	101,4	0,5	752,6	4,4	208,2	0,9	8.390	11,8
Viveros	3,0	0,0	15,8	0,1	21,6	0,1	0,0	0,0	40	0,1
Semilleros	34,8	0,3	216,5	1,1	233,2	1,4	169,1	0,8	654	0,9
TOTAL	**12.960,1**	**100,0**	**19.023,4**	**100,0**	**17.118,5**	**100,0**	**22.158,3**	**100,0**	**71.260,4**	**100,0**

Fuente: VII Censo Agropecuario y Forestal INE 2007.

En el Cuadro 2-15 se presenta la distribución de la superficie destinada a especies frutales. Destaca la gran variabilidad de las especies predominantes en cada comuna, siendo las especies principales el manzano, arándano y frambuesa. No obstante, en el Cuadro 2-16 se presenta información actualizada al 2019, de la superficie asociada a frutales en las mismas comunas, información proveniente del Catastro Frutícola de la región del Maule, ODEPA CIREN 2019. El contraste de los 2 años de información da cuenta de una casi duplicación de la superficie frutal en la sumatoria de estas comunas, asociando un claro cambio de tendencia en el tipo de frutales producidos, donde el arándano y el avellano europeo encabezan las preferencias del mercado actualmente.

CUADRO 2-15: SUPERFICIE CULTIVADA CON FRUTALES

Frutales	Sup. 2007 por Comuna (ha)				
	San Javier	Longaví	Retiro	Parral	Total
Almendro	11,3	0,0	5,0	202,4	218,7
Arándano	53,4	401,1	367,9	44,0	866,4
Cerezo	0,0	0,0	6,5	0,0	6,5
Ciruelo europeo (deshidratado)	54,5	0,0	31,1	0,0	85,6
Duraznero consumo fresco	26,3	0,0	0,0	0,0	26,3
Duraznero tipo conservero	9,5	0,0	0,0	329,1	338,6
Frambuesa	51,5	551,0	606,7	2,7	1.211,9
Frutilla	0,0	0,8	2,8	2,3	5,9
Huerto casero	12,5	1,0	4,8	56,1	74,4
Kiwi	93,7	269,4	94,9	0,0	458,0
Limonero	1,9	0,0	18,7	152,1	172,7
Manzano rojo	102,1	1.206,0	546,6	0,0	1.854,7
Manzano verde	8,2	239,3	43,2	1,3	292,0
Moras cultivadas	0,0	44,5	0,0	0,0	44,5
Naranjo	16,1	0,0	0,0	0,0	16,1
Nogal	0,0	47,3	0,0	0,0	47,3
Olivo	66,7	0,0	0,0	103,0	169,7
Otros frutales	166,2	186,5	96,2	0,0	448,9
Palto	9,1	0,0	0,0	0,0	9,1
Peral europeo	51,9	63,9	0,0	0,0	115,8
TOTAL	**734,8**	**3.010,8**	**1.824,4**	**893,0**	**6.463,0**

Fuente: VII Censo Agropecuario y Forestal INE 2007.

CUADRO 2-16: SUPERFICIE CULTIVADA CON FRUTALES

Superficie Frutales por Comuna 2019 (ha)					
Especie	Retiro	San Javier	Longaví	Parral	TOTAL
Arándano americano	1.141,6	141,8	722,1	406,1	2411,6
Avellano	977,9		1.104,0	650,6	2732,5
Manzano rojo	684,9	117,4	1.336,3	177,9	2316,5
Nogal	586,6	41,9	1.597,2	6,7	2232,4
Cerezo	325,4	107,7	325,2	32,7	791,0
Frambuesa	248,7	10,4	64,3	76,8	400,2
Manzano verde	116,1	13,6	185,3	19,9	334,9
Kiwi	57,0	117,0	152,2		326,2
Peral	38,5	20,4	140,9		199,8
Moras cultivadas e híbridos	24,0				24,0

CUADRO 2-16: SUPERFICIE CULTIVADA CON FRUTALES

Superficie Frutales por Comuna 2019 (ha)					
Especie	**Retiro**	**San Javier**	**Longaví**	**Parral**	**TOTAL**
Ciruelo europeo	11,9	75,2	25,6		112,7
Olivo		31,1			31,1
Vid de mesa	3,8				3,8
Duraznero tipo conservero		5,1			5,1
Membrillo	1,3			18,8	20,1
Almendro	1,2				1,2
Castaño			4,4		4,4
Moras cultivadas e híbridos	0,3	0,3	28,2	6,7	35,5
Total	**4.219,2**	**681,9**	**5.685,7**	**1.396,2**	**11.983,0**

Fuente: ODEPA CIREN 2019.

Tal como se muestra en el Cuadro 2-17, la mayor relevancia en términos de superficie de hortalizas la tiene el espárrago, seguido por la sandía y la huerta casera, que juntas alcanzan el 65% del total de hortalizas según INE 2007.

CUADRO 2-17: SUPERFICIE CULTIVADA CON HORTALIZAS

Hortalizas	Sup. 2007 (ha)				
	San Javier	**Longaví**	**Retiro**	**Parral**	**Total**
Arveja verde	0,0	61,1	61,0	0,0	122,1
Cebolla de guarda	6,1	5,4	2,8	3,0	17,3
Cebolla temprana	1,3	0,0	0,0	0,0	1,3
Choclo	34,9	88,3	10,3	19,8	153,3
Espárrago	0,0	268,5	493,3	48,7	810,5
Haba	6,0	0,0	0,0	0,0	6,0
Huerta casera	57,9	94,3	93,4	53,0	298,6
Lechuga	0,0	1,0	1,2	0,7	2,9
Melón	38,1	41,9	2,0	0,0	82,0
Otras hortalizas	4,5	23,4	63,6	3,2	94,7
Poroto granado	2,3	1,1	1,9	1,6	6,9
Poroto verde	0,6	12,2	12,3	20,8	45,9
Repollo	6,0	1,6	2,1	1,4	11,1
Sandía	81,7	268,3	3,6	1,6	355,2
Tomate consumo fresco	55,4	105,1	11,6	20,2	192,3
Zapallo italiano	0,0	1,3	0,0	1,5	2,8
Zapallo temprano y de guarda	23,1	39,2	0,0	0,0	62,3
TOTAL	**318,0**	**1012,7**	**759,1**	**175,5**	**2265,3**

Fuente: VII Censo Agropecuario y Forestal INE 2007.

Respecto de la superficie actualizada de hortalizas es posible visualizar a manera de referencia, el contraste que existe entre la información existente al año 2007 con aquella recabada por los boletines de Odepa a nivel regional, ya que a nivel comunal no existe el detalle a la fecha de la presente entrega. Dicha comparación se visualiza en el Cuadro 2-18, donde si bien se aprecian cambios particulares de aumentos y reducciones de superficie, a nivel general solo se manifiesta y pequeño aumento de 5,6% en el total en 12 años.

CUADRO 2-18: COMPARACIÓN SUPERFICIE HORTÍCOLA VII REGIÓN, 2007/2019

Especie	Sup. (ha)		Variación %
	2007	2019	
Acelga	31,7	36,5	13,2
Ají	266,2	234,8	-13,4
Ajo	2,8	0,6	-344,4
Alcachofa	63,2	-	-
Apio	16,6	9,8	-68,7
Arveja Verde	442,9	366,5	-20,8
Betarraga	106,2	137,8	22,9
Brócoli[1]	43,8	83,1	47,3
Cebolla de Guarda	508,3	804,6	36,8
Cebolla temprana	87,3	217,9	59,9
Choclo	1.785,3	1.666,5	-7,1
Coliflor	124,7	195,5	36,2
Espárrago	889,5	997,6	10,8
Espinaca	0,0	4,0	100,0
Haba	107,1	153,7	30,3
Lechuga	431,1	600,1	28,2
Melón	490,7	518,3	5,3
Orégano	80,2	-	-
Pepino de ensalada	121,7	112,7	-8,0
Pimiento	116,1	61,8	-87,7
Poroto granado	448,0	812,3	44,8
Poroto Verde	272,1	256,7	-6,0
Repollo	270,3	434,7	37,8
Sandía	1.129,4	1.277,7	11,6
Tomate consumo fresco	937,9	838,8	-11,8
Zanahoria	82,8	6,0	-1.280,0
Zapallo Italiano	55,5	77,9	28,8
Zapallo temprano y de guarda	657,0	827,9	20,6
Otras Hortalizas	653,3	126,1	-418,0
Total	**10.221,7**	**10.860,1**	**5,9**

Fuente: ODEPA 2019.

El Cuadro 2-19 muestra la superficie de cereales, leguminosas y tubérculos, de acuerdo a INE (2007), donde se advierte la predominancia de arroz y trigo blanco, que juntos corresponden al 68,9% del total de la superficie.

Al igual que en el caso de las hortalizas, se presenta información actualizada solo a nivel regional, para efectos de realizar una comparación paralela entre el año del censo de 2007 y el 2019. Se puede observar que la superficie total no ha cambiado para este grupo, no obstante, se aprecian importantes cambios a nivel particular de cada especie, donde cultivos tradicionales durante décadas en la Región, como lo son el trigo, remolacha, tomate industrial, poroto, raps y tabaco, han experimentado importante disminución en sus superficies, siendo reemplazados por otras alternativas.

CUADRO 2-19: SUPERFICIE DE CEREALES, LEGUMINOSAS Y TUBÉRCULOS

Cultivo	Sup. 2007 (ha)				
	San Javier	Longaví	Retiro	Parral	Total
Arroz (con cáscara)	120,8	2.551,0	2.705,6	9.403,1	14.780,5
Arveja (grano seco)	0,0	99,0	67,2	0,0	166,2
Avena (grano seco)	16,6	145,9	145,2	385,5	693,2
Cebada cervecera	0,0	31,2	138,4	85,9	255,5
Cebada forrajera (grano seco)	5,5	7,5	13,0	0,0	26,0
Centeno (grano seco)	4,0	2,9	0,0	230,0	236,9
Chícharo	6,3	0,0	0,0	0,0	6,3
Garbanzo	70,6	0,0	114,0	233,1	417,7
Lenteja	0,0	0,0	11,7	22,8	34,5
Maíz (grano seco)	1.491,0	2.318,7	805,7	1.686,7	6.302,1
Otras chacras	4,0	2,7	1,8	30,0	38,5
Otros cereales	36,1	0,0	2,8	55,4	94,3
Papa	480,3	94,5	46,2	11,9	632,9
Poroto consumo interno	60,9	1.086,9	527,6	318,3	1.993,7
Poroto de exportación	0,0	116,1	28,6	9,0	153,7
Trigo blanco	733,9	3.599,6	3.163,5	3.231,5	10.728,5
Trigo candeal	49,5	20,3	167,2	219,3	456,3
Triticale (grano seco)	0,0	0,0	0,0	12,8	12,8
TOTAL	**3.079,6**	**10.076,3**	**7.938,5**	**15.935,3**	**37.029,7**

Fuente: VII Censo Agropecuario y Forestal INE 2007.

CUADRO 2-20: COMPARACIÓN SUPERFICIE CEREALES, LEGUMINOSAS Y TUBÉRCULOS 2007/2019

Especie	Sup. (ha)		Variación %
	2007	2019	
Trigo Blanco (Trigo harinero)	22.995	18.240	-26,1
Trigo Candeal	1.322	4.500	70,6
Avena	1.322	2.985	55,7
Centeno	428	-	-
Cebada total	917	3.415	73,2
Cebada Cervecera	733	3.151	76,8
Cebada Forrajera	184	264	30,3
Maíz	40.253	20.660	-94,8
Maíz consumo	-	15.580	-
Maíz semilla	-	5.080	-
Arroz	17.336	20.185	14,1
Triticale	58,8	-	-
Otros cereales	194,0	-	-
Poroto	5.220	2.419	-115,8
Lenteja	224	279	19,6
Garbanzo	923	80	-1.053,9
Arveja	316	-	-
Chícharo	139	-	-
Papa	3.377	5.389	37,3
Otras Leguminosas	-	241	-
Maravilla	1.491	1.361	-9,5
Raps	141	71	-98,3
Remolacha	5.222	2.640	-97,8
Lupino Total	82	-	-
Lupino Amargo	1	-	-
Otros Lupinos	-	-	-

CUADRO 2-20: COMPARACIÓN SUPERFICIE CEREALES, LEGUMINOSAS Y TUBÉRCULOS 2007/2019

Especie	Sup. (ha)		Variación %
	2007	2019	
Lupino Australiano	76	-	-
Lupino Dulce	5	-	-
Tabaco	1.146	642	-78,5
Tomate industrial	4.062	2.715	-49,6
Achicoria industrial	92	163	43,6
Otros industrial	-	595	-
Total	**108.257,6**	**110.655,0**	**2,2**

Fuente: ODEPA 2019.

2.5.4.2. Actividad Ganadera

El detalle de especies ganaderas indica que la masa ganadera está representada mayoritariamente por ganado bovino (46%), seguida de ovinos (30,2%). El Cuadro 2-21 resume las cabezas de ganado por especie.

CUADRO 2-21: EXISTENCIAS PECUARIAS POR ESPECIE

Especie	Cabezas				
	San Javier	Longaví	Retiro	Parral	Total
Bovinos	11.838	19.124	16.650	19.049	66.661
Ovinos	10.917	3.933	17.228	11.659	43.737
Cerdos	1.722	1.994	1.766	2.066	7.548
Equinos	3.356	6.250	3.721	5.210	18.537
Caprinos	1.409	3.102	1.168	1.951	7.630
Camélidos	77	0	0	20	97
Jabalíes	0	0	0	0	0
Ciervos	0	0	0	507	507
Conejos	29	8	17	74	128

Fuente: VII Censo Agropecuario y Forestal INE 2007.

2.5.4.3. Actividad Forestal

En el área de estudio existen 44.775,8 ha plantadas con especies forestales, de las cuales el 85,9% corresponden a pino radiata (Cuadro 2-22).

CUADRO 2-22: SUPERFICIE CON ESPECIES FORESTALES

Especies Forestales	Sup. 2007 (ha)				
	San Javier	Longaví	Retiro	Parral	Total
Álamo	5,0	115,1	2.715,5	13,1	2.848,7
Aromo	0,0	0,0	0,0	12,0	12,0
Eucaliptus nitens	1,9	71,0	0,0	80,0	152,9
Eucaliptus globulus	352,9	397,6	387,5	772,1	1.910,1
Pino radiata (insigne)	4.297,1	16.450,6	1.786,5	15.908,2	38.442,4
Pino oregón	1.190,5	38,5	0,0	0,0	1.229,0
Raulí	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Coigüe	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Roble	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Tamarugo	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Plantaciones mixtas	0,0	67,1	3,3	0,0	70,4
Otras especies	0,0	0,5	109,6	0,2	110,3
TOTAL	**5.847,4**	**17.140,4**	**5.002,4**	**16.785,6**	**44.775,8**

Fuente: VII Censo Agropecuario y Forestal INE 2007.

2.5.4.4. Sistemas de Riego Intrapredial

Se puede observar en el Cuadro 2-23, el 90,1% de la superficie se riega de forma gravitacional, principalmente por tendido, asociadas a las plantas forrajeras, hortalizas y cereales.

CUADRO 2-23: SISTEMAS DE RIEGO UTILIZADOS

Método de Riego	Porcentaje Método (%)				
	San Javier	Longaví	Retiro	Parral	Total
Riego gravitacional	83,2	90,9	90,3	92,7	90,1
Tendido	58,6	48,3	66,4	34,7	49,8
Surco	24,1	31,8	22,4	13,4	23,2
Otro tradicional	0,5	10,8	1,4	44,6	17,1
Mecánico mayor	0,2	0,9	2,9	5,2	2,5
Aspersión tradicional	0,2	0,4	0,3	3,0	1,1
Carrete o pivote	0,0	0,6	2,6	2,2	1,4
Microriego	16,6	8,2	6,8	2,1	7,4
Goteo y cinta	16,0	4,1	4,1	2,0	5,3
Microaspersión y microjet	0,6	4,1	2,7	0,1	2,1
Total Superficie Regada	**100,0**	**100,0**	**100,0**	**100,0**	**100,0**

Fuente: VII Censo Agropecuario y Forestal INE 2007.

En relación a las estadísticas presentadas, debe señalarse obligatoriamente que, dado lo desactualizada que se encuentra la información del Censo Agropecuario vigente, tal información en la actualidad no representa la distribución actual de la superficie de cultivo, basando esta información en la tendencia observada en terreno y en entrevista con gente del rubro en la zona.

Al respecto se debe destacar que por aspectos comerciales asociados al mercado internacional y por una baja sostenida de la demanda nacional de azúcar, se han cerrado plantas procesadoras de este producto cerrando contrato con tradicionales productores de remolacha en la zona. De igual forma, la creciente importación de arroz desde Argentina, Paraguay y Uruguay, mantiene

estancada y variable la superficie nacional y regional del cultivo. Particularmente en el área de estudio, gran parte de la superficie tradicionalmente arrocera ha cambiado su objetivo a plantaciones frutales por un tema de rentabilidad, priorizando y maximizando económicamente el uso del suelo que, como ya fue descrito, se compone mayoritariamente por capacidades de uso que están entre I y III.

En cuanto a la creciente fruticultura en la zona, se destaca el constante ingreso de nuevas plantaciones de cerezos, arándanos, nogales, perales y avellano europeo, en manos de agricultores que están reconvirtiendo su agricultura enfocando sus capitales en fruticultura de exportación, o bien, nuevos empresarios agrícolas que han visualizado el gran potencial productivo existente (suelo, clima y riego), comprando y plantando con frutales, importante superficie de suelos que eran de cultivos tradicionales. A este respecto, cabe destacar la tónica percibida en terreno, del cambio de propiedad de la tierra producido morir sus propietarios y heredar en sucesiones de gente que no son agricultores y que van progresivamente vendiendo el suelo a empresas agrícolas.

De este modo, y como consecuencia de un progresivo cambio climático, es que el rubro frutícola va teniendo mayor adaptabilidad y mejores resultados productivos y económicos cambiando la configuración de la agricultura en la zona, la que será reflejada en detalle en el próximo Censo Agropecuario.

2.5.5. Infraestructura de Riego

Con el fin de tener una visión amplia de la infraestructura de riego en el área de estudio, se recopiló información tanto de canales como de los embalses Bullileo y Digua . La red de canales alimenta a gran parte de la depresión intermedia hasta su cruce con la Ruta 5, desde donde se observan sectores sin presencia de canales (o al menos sin catastrar).

Dada la amplia red de canales existentes, se agruparon los sistemas más importantes según su fuente de agua: Primera sección del río Longaví, Segunda sección del río Longaví, canales provenientes del río Achibueno, Sistema el Melado, Río Liguay y Sistema Digua. En la Figura 2-10 se muestra el área abarca por el sistema de canales y la ubicación de los embalses.

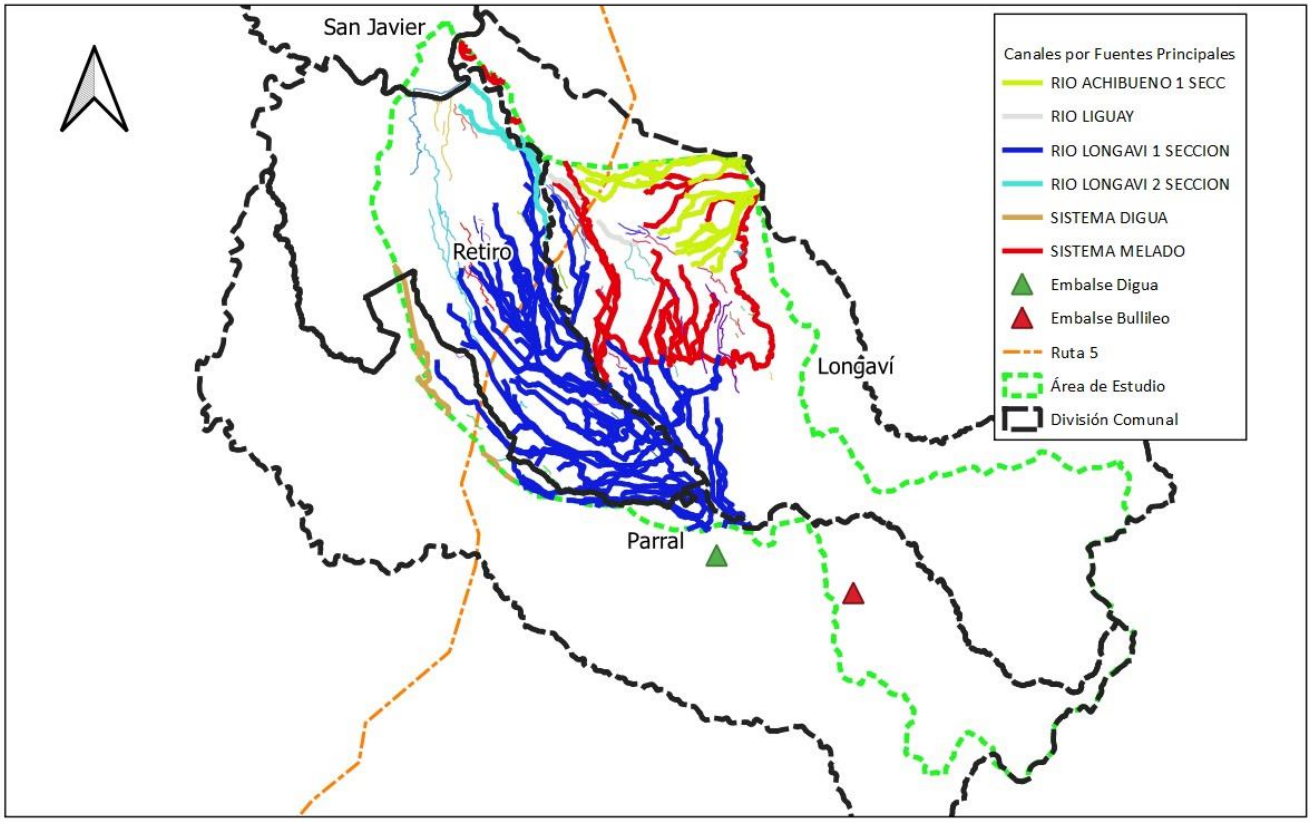


FIGURA 2-10: RED DE CANALES Y EMBALSES

Fuente: Elaboración propia en base a e-SIIR.

Entre estos destacan la Asociación Canal Melado, la Junta de Vigilancia del río Achibueno Primera Sección y la Junta de Vigilancia del Río Longaví por su gran extensión.

La Asociación Canal Melado es una organización de usuarios de agua que está pronta cumplir 100 años distribuyendo las aguas en las comunas de Linares, Colbún y Longaví. Agrupa a cerca de 3000 regantes del sector y se preocupa que cada uno de ellos puede regar en la forma más estable posible, en las 28000 hectáreas de riego que conforman su sistema. Además, ha incorporado a los usuarios no consuntivos a través de la implementación de 7 centrales hidroeléctricas de pasada que se interconectarán al sistema interconectado, buscando beneficiar siempre a sus regantes y a toda la provincia de Linares[5].

La Junta de Vigilancia del Río Achibueno Primera Sección fue constituida por escritura pública el 31 de enero del año 1952. Según este primer enrolamiento, esta Junta de Vigilancia distribuye 13.309

[5] Párrafo extraído de la página oficial de la Asociación Canal del Melado, http://www.canalmelado.cl

acciones con una equivalencia de 1,5 l/s por acción; es decir, administra un caudal total de 19.963,5 l/s, todos ellos correspondientes a derechos de aguas de uso consuntivo, ejercicio permanente y continuo. [6]

Dicho caudal se distribuía originalmente en 29 canales, agrupados en 22 Comunidades de Aguas, con un total de 1.378 socios que extraen sus aguas directamente del Río Achibueno. Los principales canales pertenecientes a la Junta de Vigilancia del río Achibueno Primera Sección que tienen presencia en el territorio son los indicados en el Cuadro 2-24.

CUADRO 2-24: CANALES Y BOCATOMAS JV RÍO ACHIBUENO PRIMERA SECCIÓN PRESENTE EN EL TERRITORIO

Nº	Bocatoma	Comunidades de Aguas	Acciones
1	Cuarta-Mesamávida	La Cuarta o Chivato	1.600,00
		Mesamávida	1.381,00
2	Tapia-Compañía	Tapia-Vásquez	957,56
		Compañía Chilena de Fósforos-Montero	300,00
3	Quiñe	Quiñe	208,12
4	Ulises Alarcón	Ulises Alarcón	382,38

Fuente: Elaboración propia en base a PGR Loncomilla

La Junta de Vigilancia del Río Longaví, JVRL, nace como Asociación de Canalistas del Río Longaví el 26 de marzo de 1929. La jurisdicción de la Junta de Vigilancia del Río Longaví es la administración del Embalse de Bullileo y la entrega de agua a 32 canales asociados en 20 bocatomas, (ver Cuadro 2-25). Todas las bocatomas tienen compuertas de regulación y aforadores dotadas con reglilla de altura limnimétricas para el control del caudal[7]

CUADRO 2-25: CANALES Y BOCATOMAS JV RÍO LONGAVÍ

n°	Canal Matriz	Derechos Permanentes Acc	Derechos eventuales acc	Secundario
1	Alimentador Digua (Remulcao Sur – Longaví Alto	5.114,9	3.356,7	Municipal
				Villa Rosa
				Porvenir
				Urrutiano
				Compuerta 1
				Compuerta 2
				Compuerta 3
				Quillaimo
				Camelia
				Ibáñez

[6] Información extraída PGR Loncomilla

[7] Información extraída de la página oficial de la Junta de Vigilancia del río Longaví, http://www.juntariolongavi.cl

CUADRO 2-25: CANALES Y BOCATOMAS JV RÍO LONGAVÍ

n°	Canal Matriz	Derechos Permanentes Acc	Derechos eventuales acc	Secundario
				Romeral
				Cerrillos
				Villa Rosa
				Porvenir
2	Quinta Alto A	616,0	362,4	-
3	Quinta San José (Quinta San José - Quinta Alto B)	931,2	451,7	San José
				La Amalia
				Quinta Alto B
4	San Marcos	425,0	594,8	Carmen Oriente
				Santa Ana
				El Rayo
5	San Nicolás	1.520,0	520,0	La Higuera
				Ajial Valdivieso
				San Tomas
				Monte Verde
				San Nicolás
6	La Tercera (La Tercera - La Sexta)	1068	2927,1	El Encanto
				Tercera Maitenes
				La Tercera
				La Sexta
				El Carmen de la Sexta
7	Quinta Abajo	584,9	58,8	Quinta Abajo
				Lomas La Tercera
8	Robles Nuevos	537,2	1374,6	Santa Delfina
				San Cecilia
9	Robles Viejos	665,0	1281,9	Robles Viejos
				Cardo 2
10	Nogales	1718,0	92,9	Nogales Retiro
				Nogales Membrillo
				Molino
11	San Ignacio	538,0	32,1	-
12	Copihue	900,0	50	-
13	Retiro	1199,9	203,3	Bernardo O´Higgins
				El Progreso
				San Isidro
14	Las Mercedes	1094,4	27,5	-
15	Rosas La Piedad	300,0	-	-
16	Primera Arriba	647,3	2,5	-
17	Carmen	1011,3	1183,4	San Blas
				Casa Maitenes
				Huaso Chileno

CUADRO 2-25: CANALES Y BOCATOMAS JV RÍO LONGAVÍ

n°	Canal Matriz	Derechos Permanentes Acc	Derechos eventuales acc	Secundario
				Santa Teresa
				Unión Piguchén
				La Granja
18	Maitenes	870,5	1001,4	Maitenes
				Cuñao
19	Primera Abajo	1037,8		-
20	La Sexta – La Cuarta		500	-
	total	20.779,4	14.021,1	

Fuente: PGR Loncomilla

El Embalse Bullileo se ubica a 49 kilómetros al oriente de la ciudad de Parral. El coronamiento del muro de contención tiene una longitud de 280 metros. El muro de presa es de tierra y el volumen total del muro alcanza a 1.300.000 metros cúbicos de material, sin incluir las fundaciones. La altura de su presa de 73 metros de altura. Su capacidad de almacenamiento es mayor a 60.000.000 m^3. Este embalse, prácticamente todos los años rebalsa durante el invierno y se agota al fin de la temporada de riego.[8]

Finalmente, el Embalse Digua, emplazado sobre el río Cato, a 30 km al oriente de la ciudad de Parral tiene una capacidad de 225.000.000 de m^3. Parte de sus aguas provienen del río Longaví. Riega sectores de la comuna de Parral (parte sur) y Ñiquen, por lo que no se considera relevante para el presente estudio.[9]

2.6. Caracterización Actual de los Derechos de Agua

2.6.1. Antecedentes Disponibles

Se cuenta con el diagnóstico realizado en el PGR Loncomilla, donde se encuentra inserta la actual área de estudio. En ellas se resume la información disponible al año 2016 del Catastro Público de Aguas de la Dirección General de Aguas (DGA-MOP) y también se desglosa la cantidad de acciones de los principales sistemas de riego presentes en el territorio de análisis, dicha información se incluye en el acápite 2.4.6.

[8] Información extraída de la página oficial de la Junta de Vigilancia del río Longaví, http://www.juntariolongavi.cl

[9] Información extraída de la página oficial del embalse Digua http://www.embalsedigua.cl

Por otra parte, la información del Catastro Público de Aguas[10] muestra un total de 208 inscripciones (ver Cuadro 2-26). La mayor parte de los derechos constituidos son de tipo no consuntivo (Anexo 2-1). En la Figura 2-11 se presenta la ubicación de los derechos de agua en el área de estudio. Cabe mencionar que esta información será actualizada toda vez que se obtenga la información solicitada a la DGA como se detalla en el punto 2.6.3

CUADRO 2-26: Nº DE DERECHOS DE AGUAS, EJERCICIO Y CAUDAL RESPECTIVO

SubCuenca	SubSubCuenca	Tipo de Derecho	Ejercicio del Derecho	N° Inscripciones	Caudal	
					Acc	Lt/s
Río Loncomilla	Rio Longaví bajo junta Rio Bullileo	Consuntivo	Eventual y Continuo	1		5263.8
			Eventual y Discontinuo	3		80.0
			Permanente y Continuo	3		115.2
		No Consuntivo	Eventual y Continuo	12		105504.6
			Eventual y Discontinuo	3		10966.8
			Permanente y Continuo	14		32297.3
			Permanente y Discontinuo	3		2208.8
	Río Liguay	Consuntivo	Eventual y Continuo	1		100.0
			Permanente y Alternado	1		8.0
			Permanente y Continuo	9	24	8666.2
	Rio Longaví Entre Rio Bullileo y Rio Loncomilla (excepto Rio Liguay)	Consuntivo	Eventual y Continuo	1		25000.0
			Eventual y Discontinuo	1		1.9
			Permanente y Continuo	19		516.5
		No Consuntivo	Eventual y Continuo	2		16800.0
			Eventual y Discontinuo	3		21458.3
			Permanente y Continuo	4		31316.7
Perquilauquén Bajo	Rio Perquilauquén Entre Estero Torreón y Rio Longaví	Consuntivo	Eventual y Alternado	7		4.0
			Eventual y Continuo	3		309.6
			Eventual y Discontinuo	5		16017.9
			Permanente y Alternado	8		8.0
			Permanente y Continuo	59	235	2566.5
			Permanente y Discontinuo	3		585.0
		No Consuntivo	Eventual y Continuo	1		900.0
	Estero Torreón	Consuntivo	Eventual y Continuo	3		408.0
			Eventual y Discontinuo	3		227.4
			Permanente y Continuo	31		1665.5
			Permanente y Discontinuo	5		259.0

Nota: El cuadro presenta el número total de inscripciones en cada subcuenca, en donde se contabilizan traslados de derecho, cambios de punto de captación o transferencias, por lo que pueden existir caudales duplicados.

Fuente: Catastro Público de Aguas, 2019.

[10] Documento solicitado por Ley de transparencia.

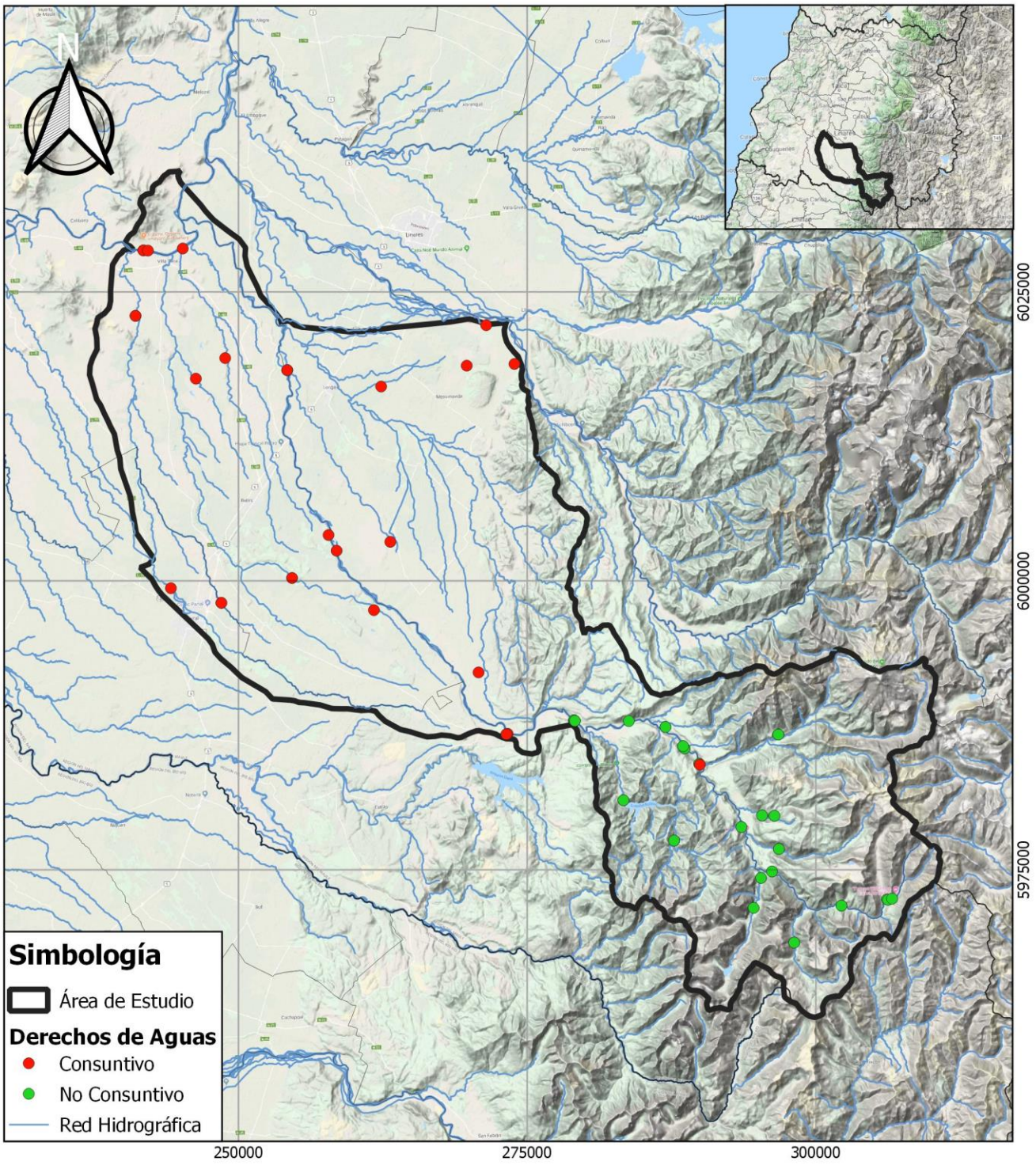


FIGURA 2-11: DERECHOS DE AGUA ÁREA DE ESTUDIO

Fuente: Elaboración propia en base a e-SIIR.

2.6.2. Declaraciones de Agotamiento o Zonas de Restricción

En el área de estudio en la actualidad no existen áreas de restricción ni zonas de prohibición de uso de recursos hídricos subterráneos. Tampoco se registran declaraciones de agotamiento de aguas superficiales de las subcuencas del río Loncomilla y del río Perquilauquén Bajo, en donde se emplaza el área de estudio.

2.6.3. Información Solicitada a la Dirección General de Aguas

Con fecha 8 de julio de 2019 se ingresaron dos solicitudes de información a la Dirección General de Aguas, cuya respuesta se recibió el 19 de agosto (Anexo 2-2), las que fueron canalizadas por dicho Servicio a través de la Ley de Transparencia. El fin de las solicitudes es obtener la base de datos actualizadas del Catastro Público de Aguas y obtener de la DGA un pronunciamiento sobre la disponibilidad de recursos para la constitución de nuevos derechos de aprovechamiento de aguas en el área de estudio.

Solo la primera solicitud tuvo una respuesta positiva por parte de la DGA, enviando el Catastro Público de Aguas disponible en el Anexo 2-1. Sobre la disponibilidad de recursos la DGA rechazó el requerimiento argumentando que es necesario realizar el proceso formal de solicitud del derecho de aprovechamiento de aguas para pronunciarse sobre al respecto.

2.7. **Aspectos Ambientales**

Respecto de los aspectos ambientales, el área de estudio corresponde principalmente a sectores de agricultura intensiva, a excepción de sectores forestales y de vegetación nativa. Hacia el oriente del área de estudio se ubica el Santuario de la Naturaleza Cajón del Achibueno, que protege el Bosque Maulino y se encuentra ubicado dentro de los 34 hotspots de biodiversidad reconocidos mundialmente como de importancia global para la conservación de la biodiversidad (MMA, 2019).

Dentro del área de estudio se ubica el Sitio Prioritario Bosques Nativos de Digua y Bullileo, que protege la alta concentración de especies en peligro de extinción y a la biodiversidad de ecosistemas pertenecientes tanto a bosques mediterráneos como templado lluviosos (MMA, 2019).

Estas áreas se representan en la Figura 2-12 .

Los puntos representados en esta figura corresponden a los sitios estudiados, los denominados Sitios CORA son aquellos provenientes del Estudio básico Diagnóstico del estado actual de los tranques CORA VII Región (CNR, 2017), los denominados Sitios Cartas IGM son los provenientes del reconocimiento de las cartas IGM 1:25.000 donde se buscaron sitios propicios para tranques. Finalmente,

los perfiles desarrollados en el estudio son los denominados Perfiles de Proyectos. En todos los casos descritos, se tuvo especial atención en que no estuvieran en algún área de protección.

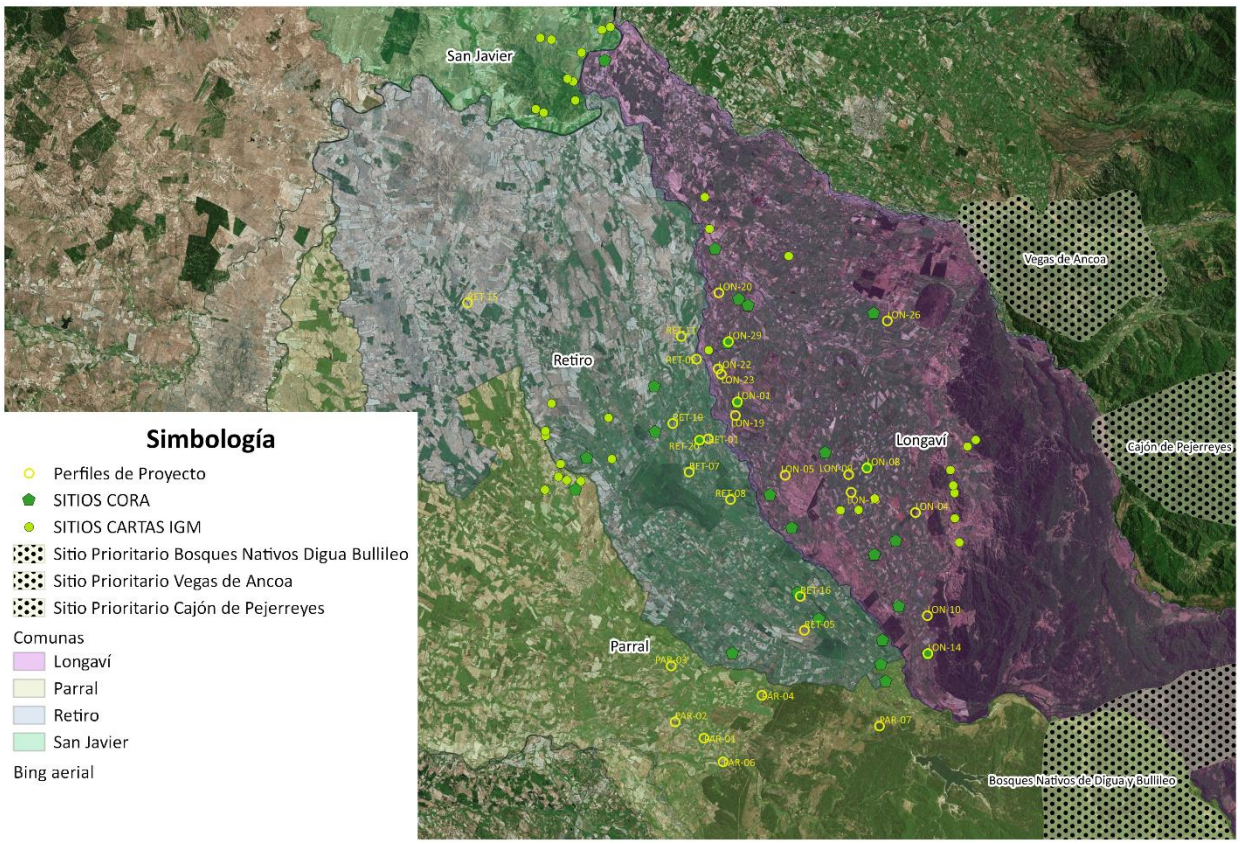


FIGURA 2-12: ÁREAS PROTEGIDAS Y SITIOS PRIORITARIOS DE CONSERVACIÓN

Elaboración Propia

2.8. Determinación de las Unidades Territoriales

De acuerdo al análisis anterior, se identifican tres macro sectores dentro del área de estudios, los cuales se presentan en la Figura 2-13 y corresponden a:

- Sector Alto, corresponde a la cuenca de cabecera del río Longaví, desde el pie andino de la precordillera de los Andes hasta sus altas cumbres, se caracteriza por la presencia de bosques de renovales y suelos clase V y VI, con poca a baja presencia de agricultura. Dentro de este sector se ubica el embalse Bullileo, el cual permite el cultivo de terrenos ubicados aguas abajo de este.

- Sector Medio, inserto en la depresión intermedia, desde el pie andino hasta algunos kilómetros al poniente de la Ruta 5, corresponde a extensos terrenos llanos, de baja pendiente, con alta presencia de terrenos agrícolas y una vasta red de canales

organizados por medio de Juntas de Vigilancia y comunidades de Aguas. Geológicamente corresponde a Depósitos aluviales, coluviales y de remoción en masa. Existe presencia de suelos de clase I a IV, favorable para el desarrollo agrícola.

- Sector Bajo, morfológicamente correspondiente a terreno planos con presencia de lomajes, que se extiende al poniente de la Ruta 5. Su origen geológico está conformado por materiales piroclásticos y/o volcánicos. Al igual que en el caso anterior, sus suelos, de clase I a IV, son aptos para la agricultura. Se desarrolla principalmente la agricultura de secano, a pesar de que también varios canales cruzan la ruta 5 desde el oriente, principalmente del sistema de la primera sección del río Longaví.

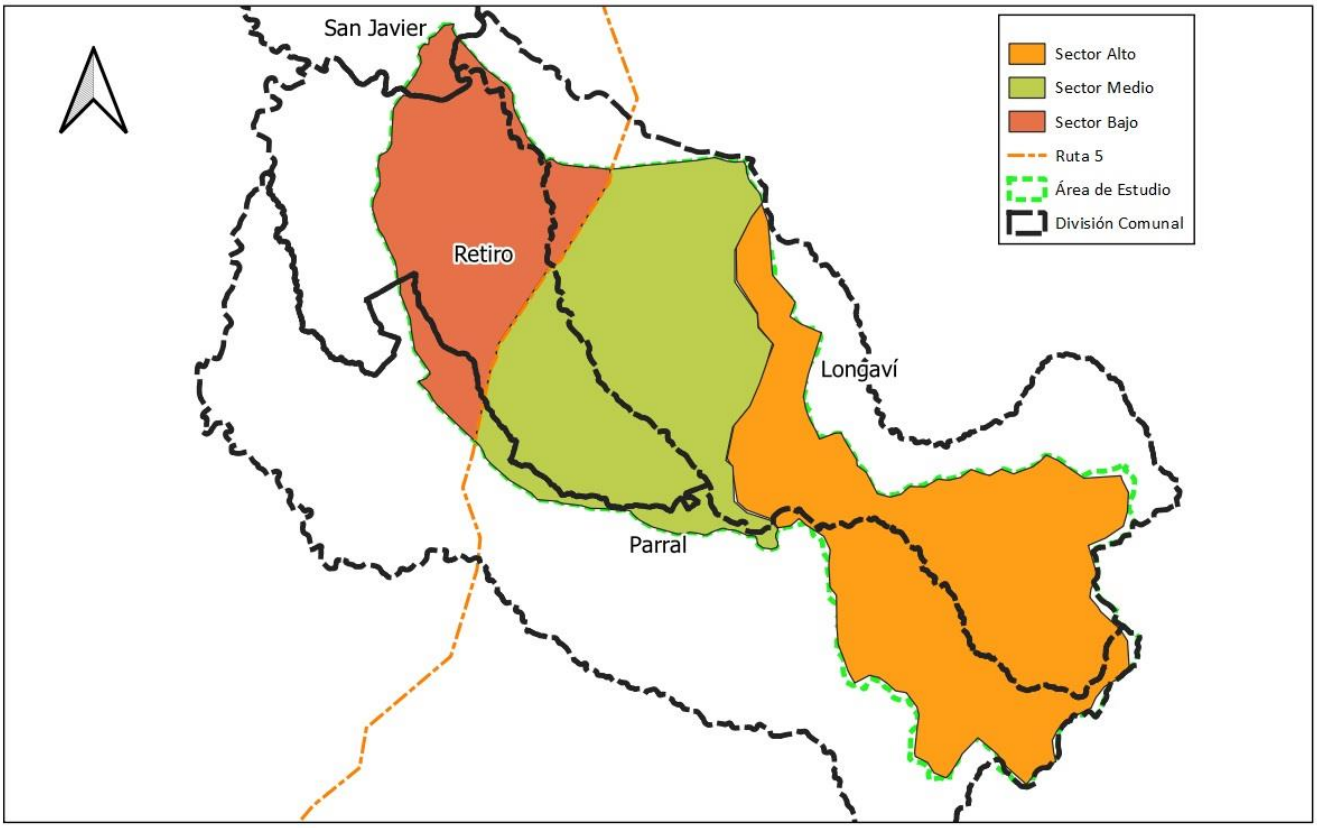


FIGURA 2-13: DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE MACRO SECTORES

Fuente: Elaboración propia.

Si bien el territorio está claramente marcado por los macro sectores antes definidos, el Sector Alto presenta malas condiciones para el desarrollo de la agricultura y, por tanto, no es adecuado considerarlo como unidad básica de trabajo, por su escaso potencial como punto de desarrollo.

Por otro lado, es importante recalcar que el proyecto incorpora, en distinta proporción, las comunas de Parral, Longaví, Retiro y San Javier, lo que tiene como consecuencia la consideración de aspectos políticos respecto a la distribución territorial de los sitios a seleccionar en etapas posteriores.

Además, en conjunto, los macro sectores Medio y Bajo incorporan superficie de todas las comunas anteriormente mencionadas, lo que permite aumentar las unidades territoriales de dos a cuatro. De esta manera se considera la comuna como unidad básica de trabajo. Ver Figura 2-14.

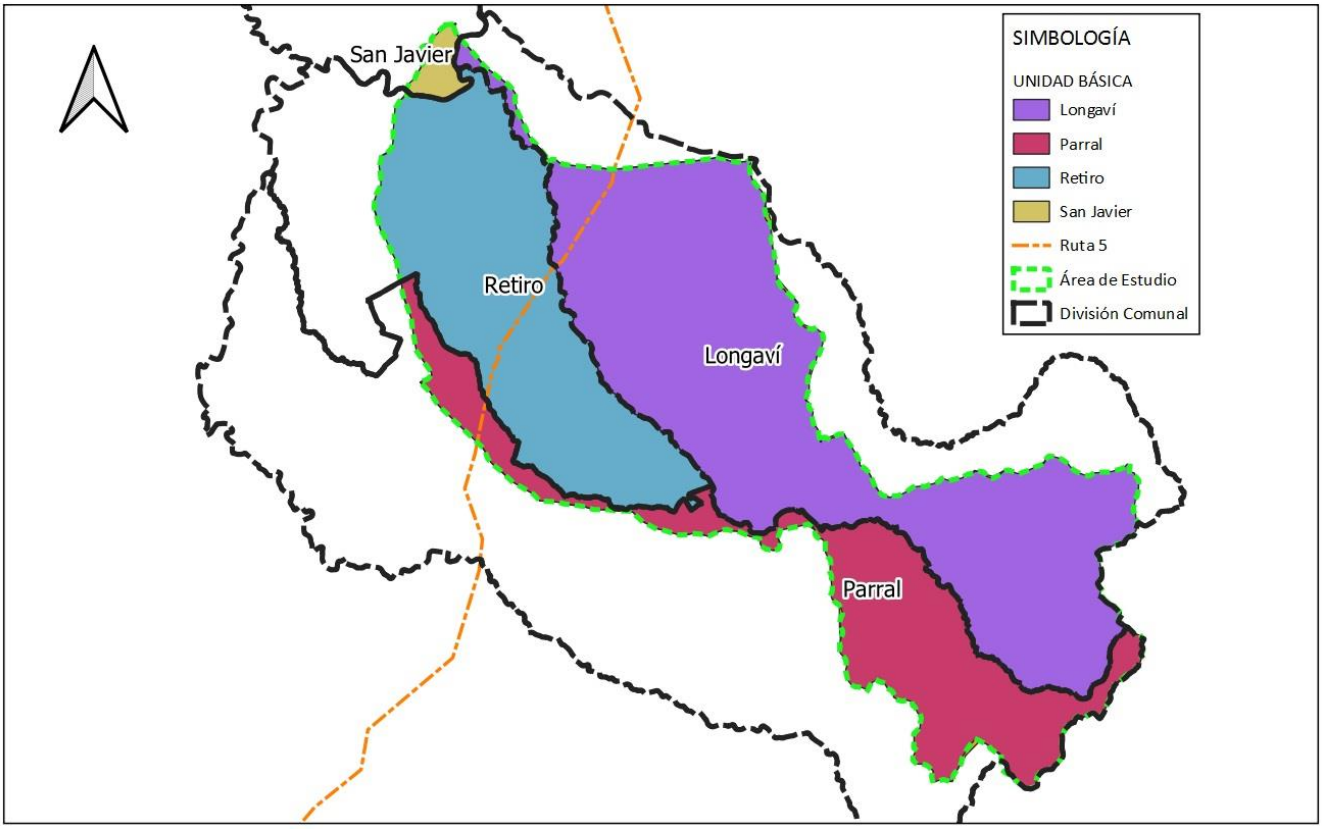


FIGURA 2-14: DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE UNIDADES BÁSICAS TERRITORIALES

Fuente: Elaboración propia confeccionada en Qgis

3. RECOPILACIÓN Y ANÁLISIS DE ANTECEDENTES

3.1. Fuentes Bibliográficas

3.1.1. Introducción

Se realizó una recopilación y análisis crítico de estudios relacionados con el área de estudio, identificando la información relevante para el desarrollo de la presente consultoría. Dicha información fue sistematizada y resumida en una "Base de Datos" en formato Excel (Anexo 3-1).

Cabe destacar que se ha decido no mencionar en esta sección estudios de alcance nacional, tales como censos y estadísticas de amplio espectro, en beneficio de resaltar la bibliografía específica del área de estudio. No obstante, en los Capítulos siguientes se presentan antecedentes esenciales provenientes de tipo demográfico, físico y productivo.

3.1.2. Principales Fuentes Bibliográficas

3.1.2.1. Estudio de Prefactibilidad "Construcción Sistema de Riego Embalse Longaví (CNR, 2015):

El objetivo principal del Estudio es definir la mejor solución de un embalse para riego que permita regular los recursos hídricos del valle del río Longaví, para alcanzar una seguridad mínima de riego del 85% en una superficie regable de aproximadamente 59.000 hectáreas.

Los trabajos consisten en realizar un estudio de alternativas entre las posibles ubicaciones del embalse y definir las infraestructuras necesarias a nivel de diseño de prefactibilidad. Estos trabajos incluyen numerosos estudios técnicos de diferentes disciplinas, así como las correspondientes campañas de terreno, para asegurar que la solución final del Estudio haya considerado fielmente las condiciones reales existentes y las aspiraciones de los interesados.

Se analizaron 11 alternativas para la localización del embalse, descartándose la mayoría por criterios geológicos o de carácter ingenieril y económico, dejando finalmente 3 alternativas, las cuales son analizadas en profundidad en función de 3 escenarios distintos. (Los Laureles, Cuesta Lara, El Mañio).

Conforme a los resultados obtenidos, el estudio recomienda continuar en etapa de Factibilidad con el desarrollo del embalse denominado Los Laureles, con una altura de 135,5 metros y un volumen de 279 hm^3 (escenario 3).

Se recomienda además avanzar en el análisis del proyecto de generación hidroeléctrica, ya que mejora significativamente los indicadores económicos del proyecto de embalse Los Laureles.

3.1.2.2. Estudio Factibilidad de Construcción de Embalse para Mejoramiento y Ampliación Áreas de Riego Sistema de Río Longaví. VII Región (DOH-, 2002)

Objetivo del estudio es desarrollar el estudio de factibilidad del embalse Longaví considerado como obra de objetivo multipropósito que permita: asegurar y extender el riego tanto en el área del río Longaví como en el área bajo influencia del embalse Digua, producir energía eléctrica y posibilitar un desarrollo turístico cuyo polo de atracción sea el futuro lago. En paralelo con el desarrollo del estudio de factibilidad se elaboró un Estudio de Impacto Ambiental Preliminar. Además, este estudio sirve como insumo para la caracterización del área de estudio, aportando información de estudios topográficos, geológicos, geotécnicos e hidrológicos. También cuenta con estudios de caracterización Agroeconómica.

3.1.2.3. Estudio Básico "Diagnóstico para Desarrollar un Plan de Riego en Cuenca de Río Loncomilla (CNR, 2015)

El objetivo general de este estudio es contribuir al uso eficiente y sostenible de los recursos hídricos en la cuenca, mediante la elaboración de un Plan de Gestión de las aguas de riego y drenaje, diseñado y validado con la participación de los/as Usuarios/as y agentes regionales y locales.

Dentro de los objetivos específicos se encuentran:

a) Elaborar un diagnóstico de la cuenca hídrica, respecto a la gestión del agua de riego y drenaje, la disponibilidad de infraestructura, aspectos ambientales, institucionales, entre otros.

b) Definir una imagen objetivo respecto a la gestión del agua de riego en la cuenca hídrica de la región.

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

d) Proponer un conjunto de iniciativas de inversión priorizadas, así como formular mejoras institucionales y/o de gestión, que favorezcan el desarrollo del riego y de la agricultura de la región.

e) Proponer y validar el plan de gestión del riego regional, a nivel de Usuarios, como también a nivel de Comisiones Regionales de Riego y/o instancias o mesas de agua regionales y entidades regionales correspondientes.

El presente estudio nace como una necesidad detectada en el territorio del PGR Loncomilla, por tanto, incluye información atingente en varias materias, tales como hidrología, agricultura y legales.

3.1.2.4. Estudio Básico "Diagnóstico Microtranques en el Secano Costero de la VII Región" (CNR, 2018)

Corresponde a un estudio, a nivel de prefactibilidad, cuyo objetivo fundamental es identificar 60 sitios para el desarrollo de perfiles de proyectos de microtranques de acumulación estacional, en el secano costero e interior de la Región del Maule, específicamente abarcando las comunas de Cauquenes, Pelluhue, Chanco, Empedrado, Pencahue, Constitución, Curepto, San Javier, Sagrada Familia, Hualañé, Licantén, Vichuquén y Rauco. La tipología de obra a identificar para este estudio básico corresponde a microtranques de acumulación estacional (cuya finalidad es acumular el recurso hídrico de aguas provenientes de lluvias) o tranques de acumulación lateral (captan el recurso hídrico a través de una bocatoma en un cauce natural y son conducidas hacia un tranque ubicado lateralmente). En ambos casos los muros no pueden superar los 5 m de altura y su capacidad de acumulación debe ser inferior a 50.000 m^3.

La utilidad de estudio para la presente consultoría se relaciona con los valiosos aspectos metodológicos y de criterios de diseño contemplados, los que pueden ser asimilados de manera directa.

3.1.2.5. Plan Maestro de Manejo de Cauces, Cuencas de los Ríos Longaví y Achibueno, VII Región (DOH, 2006)

El presente estudio tiene como objetivo básico efectuar un plan maestro de manejo de cauces de la cuenca de los ríos Longaví y Achibueno, destinado a generar los antecedentes que permitan el análisis y formulación de las acciones para resolver los problemas asociados a este cauce, en el ámbito de jurisdicción de la Dirección de Obras Hidráulicas del Ministerio de Obras Públicas. En este contexto, el plan se orienta a ordenar las acciones dentro del ámbito influenciado por los cauces, considerando una visión integral para su manejo, incluyendo aspectos hidráulicos, institucionales, ambientales y de uso del lecho. El plan se concibe como un documento orientador tanto de las acciones estructurales (obras fluviales) como no-estructurales (acuerdos, regulaciones y procedimientos), que deben aplicarse en los cauces, para lograr los objetivos que se planteen en él.

La información radica en la información hidrológica presente, con la cual es posible contrastar los cálculos que se realizarán en el presente estudio. Además, posee una buena caracterización de los sectores del área de estudio.

3.1.2.6. Estudio Básico "Diagnóstico del Estado Actual de los Tranques CORA VII Región"

El objetivo principal del proyecto fue realizar un diagnóstico y catastro de los tranques CORA existentes en la Región del Maule, determinando las condiciones y el estado actual en que se encuentran cada una de estas obras. Además, también se estimarán los costos de reparación y/o rehabilitación de

cada uno de ellos para poder generar un listado priorizando las iniciativas, que beneficiarán principalmente a pequeños productores y/o agricultores.

De los tranques estudiados, 27 corresponden al área de estudio en las comunas de Longaví (15), Parral (1) y Retiro (11). De estos, 16 son tranques con potencial de rehabilitación y el resto sin potencial.

3.1.2.7. Estudios Técnicos, Ambientales y Económicos de Embalses pequeños, Región del Maule (DOH, 2017)

Foco fundamental fue beneficiar agricultores pertenecientes a sectores acotados y localizados principalmente en zonas vulnerables. Se orientó fundamentalmente a concurrir con obras dirigidas a apoyar y proteger a sectores agrícolas socioeconómicamente vulnerables y desde el punto de vista de la necesidad del país, proteger a este pequeño agricultor, evitando la migración y reducción de esta actividad cuya producción es esencial para el consumo básico nacional. Se analizaron 13 alternativas de embalses, en cuencas menores que permitan almacenar volúmenes de entre 50.000 m^3 a 5.000.000 m^3 y que, además, presenten muros de presa con alturas inferiores a 20 m, con el fin de acotar los tiempos de construcción de las obras.

La elección de cada sitio consideró un análisis de tipo multicriterio en donde se incluyen aspectos asociados a la factibilidad técnica, legal, ambiental, comunitaria, económica y en general cualquier otro aspecto que dé cuenta de las facilidades o dificultades que cada uno de ellos presenta. En este contexto, se buscó desarrollar la ingeniería de aquellos embalses que presenten ventajas o facilidades comparativas en cuanto a los plazos de ejecución de las obras, métodos constructivos y mínimo costo, como también a las menores afectaciones ambientales negativas y complejidades legales, administrativas y/o sociales, que pudieran prolongar los períodos de desafectación de terrenos para la construcción de las obras.

El objetivo final de la consultoría es elaborar los proyectos de, al menos, cinco embalses pequeños y su red de distribución de aguas, en la Región del Maule, cumpliendo a cabalidad con los requerimientos técnicos, ambientales, legales y sociales propios de este tipo de proyectos. Para escoger los sitios de emplazamiento de los embalses que son llevados a ingeniería avanzada, se priorizaron los sitios identificados para la zona, que resultaron de la aplicación de una metodología de análisis comparativo multicriterio.

Finalmente, en base a estos indicadores y otros antecedentes y restricciones considerados conforme a los requerimientos del Plan de Pequeños Embalses, los sitios elegidos por DOH para avanzar a la siguiente etapa de trabajos de terreno, fueron La Bruja, Derivado Porvenir, Peralito 2, Vaquería y

Limávida. El único de estos tranques que estaría dentro del área de estudio del proyecto Microtranques de Longaví es el tranque Derivado Porvenir. También existe una posibilidad de tranque que no fue seleccionada que se encuentra dentro del área de estudio llamado Embalse el Molino, cuyas características principales de diseño son descritas.

3.2. Información Cartografía IGM Escala 1:50.000

El Instituto Geográfico Militar dispone de información georreferenciadas de planchetas digitales (formato geotiff) en escala 1:50.000. El área de estudio es cubierta por las siguientes cartas, las que se adjuntan en el Anexo 3-2:

- F-68 Villaseca.
- F-69 Linares.
- F-79 Parral.
- F-80 Los Cristales.
- F-81 Achibueno.
- F-92 Bullileo.

3.3. Registro de Consultores de la Ley N°18.450

En el Artículo 4° de la Ley N°18.450 (MINAGRI, 2013), que dicta las normas para el fomento de la inversión privada en obras de riego y drenaje, se indica que todos los proyectos que se presenten a concursos regidos por esta Ley deberán ser suscritos por personas previamente calificadas e inscritas en el Registro Público Nacional de Consultores de la Comisión Nacional de Riego.

En relación a lo anterior, en el año 2011 se aprueba el Reglamento del Registro Público Nacional de Consultores de la Comisión Nacional de Riego. En este documento se establece la administración del registro, el proceso de inscripción y las áreas y especialidades técnicas a las que pueden postular los Consultores, además de otras temáticas tales como la evaluación de desempeño, sanciones e incompatibilidades para ser parte del registro.

Con respecto a las áreas técnicas, el Reglamento señala que existen 3 tipos:

- Área General: Incluye a todos los inscritos en el Registro de Consultores.

- Área de Especialidades: Para estar incluidos en esta área los consultores deben acreditar conocimientos suficientes y necesarios para elaborar estudios específicos relacionados con la presentación de proyectos de riego o drenaje a la Ley 18.450 u otros estudios requeridos por la Comisión Nacional de Riego.

- Área de Inspección y Supervisión: En esta área se solicita acreditar conocimientos y/o experiencia suficientes y necesarios para realizar las inspecciones o supervisiones relacionadas con la construcción de los proyectos.

A su vez, en el Artículo 10° del Reglamento se desglosan 16 especialidades, que se relacionan directamente con la tipología de proyectos que considerar la Ley N°18.450 como potenciales de ser presentados a los Concursos de su ámbito de acción. Además, se detallan los requisitos profesionales y de experiencia para acreditar cada especialidad:

1) Bocatomas y/o enrocados de protección

2) Canales, revestimientos y obras de arte

3) Tranques menores y nivelación de suelos agrícolas

4) Embalses de regulación

5) Elevación mecánica

6) Captación de aguas subterráneas

7) Riego tecnificado

8) Drenaje agrícola

9) Mecánica de suelos

10) Estudios hidrológicos e hidrogeológicos

11) Ingeniería civil estructural

12) Aforos hidráulicos e hidrológicos

13) Estudios agrológicos

14) Geomensura y topografía

15) Instalaciones eléctricas

16) Estudios de impacto ambiental

Además, en el Manual de Operación del Registro (CNR, 2011) se agrega la especialidad 17) Estudios jurídicos y/o de títulos de derechos de propiedad sobre tierras y derechos de aprovechamiento de aguas.

A continuación, en el reglamento se asignan Categorías (Primera, Segunda y Tercera) a los Consultores, dependiendo de la cantidad y monto de proyectos admitidos en concursos de la Ley N°18.450 y de la calificación recibida por su desempeño.

En este marco, se realizó un análisis de los Consultores que potencialmente pudieran ser ejecutores de una futura construcción de los proyectos de Microtranques contemplados en el presente estudio. Para ello, en primer lugar, se acotó el universo de Consultores con inscripción vigente en el Registro al año 2019 y que posean domicilio en la Región del Maule. Además, se incluyeron los Consultores con domicilio en las regiones aledañas (O'Higgins, Ñuble y Biobío), los cuales podrían tener compatibilidades presupuestarias para postular a la construcción de las obras. Finalmente se incluyen Consultores con domicilio en la Región Metropolitana, entre los cuales se encuentran empresas de alcance nacional, cuya capacidad financiera podría dar viabilidad a la construcción de los proyectos de mayor presupuesto (ver Cuadro 3-1).

CUADRO 3-1: CONSULTORES DE LA LEY DE RIEGO REGIONES SELECCIONADAS

Región	Personas Naturales		Empresas	Total
	Mujeres	Hombres		
Metropolitana	13	105	55	173
O'Higgins	9	24	13	46
Maule	6	57	25	88
Ñuble	0	0	1	1
Biobío	12	91	26	129
Total	**40**	**277**	**120**	**437**

Fuente: Elaboración propia a partir de base de datos Registro de Consultores CNR.

En el Cuadro 3-2 se observa que, de los 437 Consultores identificados inicialmente, 354 se encuentran acreditados en alguna de las 17 especialidades mencionadas anteriormente. En el caso de la Región del Maule 71 Consultores cumplen con este requisito.

La especialidad con mayor registro de Consultores corresponde a "7. riego tecnificado" con 293 inscritos. La especialidad "4. Embalses de regulación", que constituye la base para discriminar a los potenciales constructores de los proyectos en estudio, registra 225 Consultores, de los cuales 49 se encuentran en la Región del Maule (ver Gráfico 3-1).

CUADRO 3-2: CONSULTORES SEGÚN ÁREA DE TRABAJO

Región	Área Especialidad			Área Inspección y Supervisión		
	Si	No	Total	Si	No	Total
Metropolitana	134	39	173	35	138	173
O'Higgins	35	11	46	10	36	46
Maule	71	17	88	24	64	88
Ñuble	1	0	1	1	0	1
Biobio	113	16	129	54	75	129
Total	**354**	**83**	**437**	**124**	**313**	**437**

Fuente: Elaboración propia a partir de base de datos Registro de Consultores CNR.

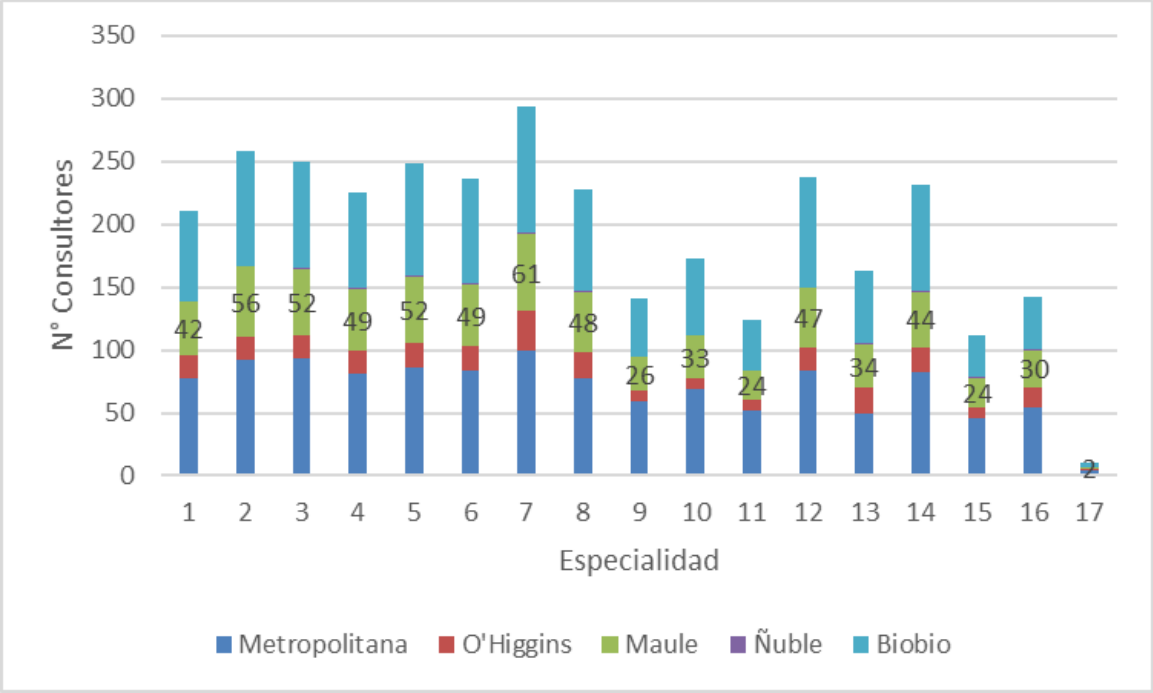


GRÁFICO 3-1: CONSULTORES POR ESPECIALIDAD

Nota: Las etiquetas sobre cada barra corresponden a los Consultores de la especialidad ubicados en la Región del Maule

Fuente: Elaboración propia a partir de base de datos Registro de Consultores CNR.

Un aspecto importante que se debe considerar al momento de confeccionar las bases para el llamado a concurso para la construcción de estos proyectos, es la existencia de obras anexas (captaciones, conducciones, bombeos o instalaciones eléctricas, entre otras) y especificaciones técnicas particulares (aspectos estructurales o de equipos). En estos casos existe la opción de incluir como requisito el cumplimiento de otras especialidades adicionales, las que se deberán cumplir en forma conjunta. En el Cuadro 3-3 y el Gráfico 3-2 se muestra como disminuye el número de Consultores aptos para ser considerados en estos proyectos a medida que se incorpora como requisito estar inscrito en más especialidades en forma conjunta. Si a las siete especialidades analizadas se agregara, por ejemplo,

la especialidad "17. Estudios Jurídicos", solo 3 Consultores estarían en condiciones de postular a dicho concurso, de los cuales 2 se encuentran en la Región del Maule.

CUADRO 3-3: CONSULTORES CON ESPECIALIDADES CONJUNTAS

Especialidades Conjuntas	Metropolitana	O'Higgins	Maule	Ñuble	Biobío	Total
4	81	18	49	1	76	**225**
3 Y 4	77	18	49	1	75	**220**
2, 3 Y 4	76	17	49	1	75	**218**
1, 2, 3 Y 4	71	17	40	0	67	**195**
1, 2, 3, 4 Y 5	65	17	38	0	66	**186**
1, 2, 3, 4, 5 Y 11	43	8	19	0	34	**104**
1, 2, 3, 4, 5, 11 Y 15	30	7	17	0	23	**77**
1, 2, 3, 4, 5, 11, 15 Y 16	15	7	13	0	16	**51**

Fuente: Elaboración propia a partir de base de datos Registro de Consultores CNR.

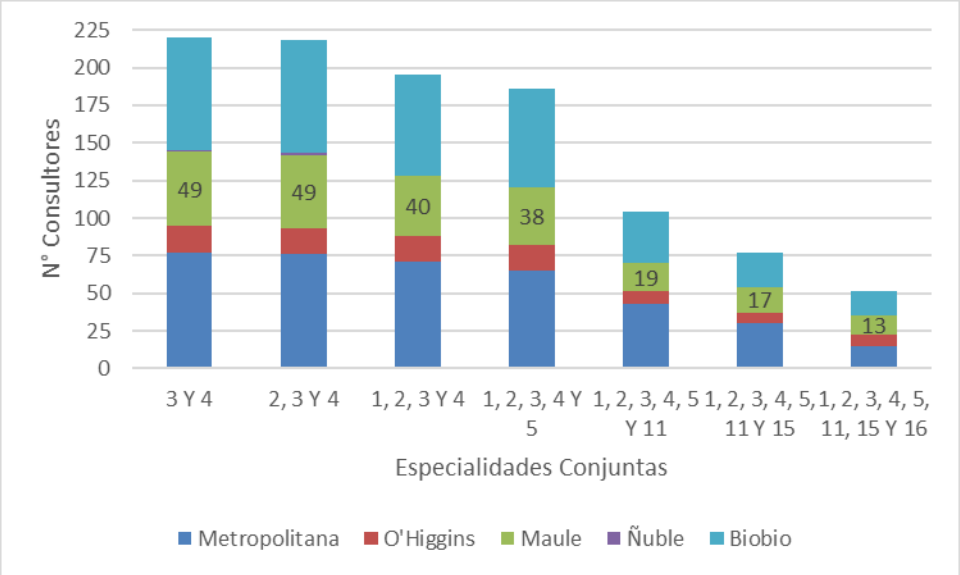


GRÁFICO 3-2: CONSULTORES CON ESPECIALIDADES CONJUNTAS

Nota: Las etiquetas sobre cada barra corresponden a los Consultores de la especialidad ubicados en la Región del Maule

Fuente: Elaboración propia a partir de base de datos Registro de Consultores CNR.

En el Anexo 3-3 se encuentra el listado de Consultores vigentes al año 2019 que al menos poseen la Especialidad "4. Embalses de regulación".

4. DESCRIPCIÓN Y SELECCIÓN DE SITIOS

4.1. Listado Preliminar de Sitios

4.1.1. Tipologías de Obras de Acumulación

Las tipologías de obras solicitadas en los Términos de Referencia corresponden a Micro-embalses Estacionales y Microtranques de Acumulación Lateral, con características específicas respecto a su volumen de acumulación y a la utilización de las aguas lluvias presentes en flujos intermitentes o continuos, asociadas, en algunos casos, a la solicitud o traslado del derecho de Agua. Las tipologías se definen como:

- **Tipología 1: Micro-embalses Estacionales.** Corresponden a aquellas obras cuya finalidad es acumular el recurso hídrico de aguas provenientes de lluvias por medio de un muro construido perpendicular al eje de un cauce natural. En estos casos, la obra no podrá acumular más de 120.000 m³.

- **Tipología 2: Microtranque de Acumulación Lateral.** Corresponden a aquellas obras que captan el recurso hídrico a través de una bocatoma en un cauce natural y son conducidas hacia la obra. No debe acumular más de 120.000 m³ ni menos de 10.000 m³.

No obstante, lo anterior, los primeros acercamientos al territorio, a través de entrevistas con autoridades y OUAs, expusieron necesidades y requerimientos distintos a los ya definidos, especialmente a lo que se refiere a la propiedad del agua, solicitando que se destinaran los esfuerzos a agricultores y/o comunidades con Derechos de Agua, en desmedro de la solicitud de nuevos Derechos.

A lo anterior, se suma el hecho de que gran parte del área de estudio corresponde a planicies amplias, extensas y de baja pendiente donde ya se desarrolla agricultura y el riego se encuentra organizado y administrado por Juntas de Vigilancia y/o comunidades de Agua. Excepciones de esta condición se encuentran en la comuna de San Javier, sector donde se podría proyectar obras con la tipología de obras ya mencionadas, y también, la cuenca alta del río Longaví, sobre la cota del embalse Bullileo, donde abundan los bosques y terrenos escarpados con alta presencia de afloramientos rocosos que hacen poco apto el desarrollo de la agricultura.

Queda en evidencia, también, que un volumen de 10.000 m³ necesita una superficie para su construcción de al menos un cuarto de hectárea (considerando una profundidad máxima de 4 metros) por lo que limita la preselección de sitios a predios mayores, donde el propietario considere adecuado destinar parte de actual superficie de riego a la obra de acumulación.

Otra realidad del territorio es que gran parte de los agricultores riegan durante la noche, y otros están sujetos a la regla de operación del embalse Bullileo que varía la cantidad de acciones durante la temporada, dejando varias praderas de sacrificio para los meses de enero y febrero. Esta condición es mejorable mediante la implementación de tranques mixtos de regulación nocturna y estacional.

Finalmente, se ha manifestado la necesidad tanto de rehabilitar como de mejorar y ampliar tranques individuales y comunitarios.

Con el fin de rescatar las necesidades y requerimiento expuestas en el territorio se desprenden de la Tipología 2, las siguientes sub-tipologías.

- **Tipología 2.1: Microtranque de Acumulación Lateral en canal existente (obras nuevas)**. corresponden a aquellas obras que captan las aguas en canales principales o secundarios con derechos de aguas que permiten la regulación nocturna, turnal o de la temporada. Semi-enterrado o enterrado con una profundidad máxima de 5 m, el cual podrá acumular entre 1.000 m³ y 15.000 m³ en total.

- **Tipología 2.2: Microtranque de Acumulación Lateral a Mejorar (Obras de rehabilitación)**: corresponden a aquellas obras existentes en desuso, mal estado, o con espacio suficiente para su ampliación, que captan las aguas en canales principales o secundarios con derechos de aguas que permiten la regulación nocturna como estacional de la temporada. Semi-enterrado o enterrado, el cual podrá acumular hasta 120.000 m³ en total.

4.1.2. Criterios de Preselección de Beneficiarios

El grupo objetivo principal está compuesto por pequeños productores agrícolas de acuerdo a lo definido en la ley orgánica de INDAP, medianos empresarios agrícolas de acuerdo a lo definido en el reglamento de la ley de riego 18.450, y otros productores que cumplan con los requisitos, aun no siendo usuarios INDAP o beneficiarios de alguno de sus programas.

Para la preselección de beneficiarios que cuenten con sitios con características que cumplan con las tipologías definidas en el acápite 4.1.1. y que a primeras se vislumbren como proyectos factibles, se determinaron criterios mínimos de búsqueda en gabinete en función las características morfológicas del territorio. Por otro lado, se consideraron criterios cualitativos y cuantitativos para la búsqueda en terreno, los cuales fueron aplicados como primer filtro de selección por los equipos técnicos en terreno. Estos criterios se presentan en el Cuadro 4-1.

CUADRO 4-1: CRITERIOS DE PRESELECCIÓN DE BENEFICIARIOS

N°	Criterio de preselección de Beneficiarios	Tipología de obra	Aplica en	
			Gabinete	Terreno
1	Que el usuario o la comunidad esté interesados en contar con una obra de acumulación, y se obtenga Ficha de Contacto	1, 2, 2.1, 2.2		X
2	Que el usuario o la comunidad declaren contar con los documentos de propiedad del terreno, evitando las sucesiones no regularizadas u otra figura similar.	1, 2, 2.1, 2.2	X	X
3	Que los terrenos presenten zonas con angostamientos que permitan la instalación de un muro que permita la acumulación de un cauce temporal o permanente, en la misma quebrada o aledaña a ella	1, 2	X	X
4	Que la propiedad cuente con una superficie suficiente para la instalación de la obra de acumulación y sus obras anexas.	1, 2, 2.1, 2.2	X	X
5	De preferencia, que la obra de acumulación opere gravitacionalmente, sin el uso de elevación mecánica.	1, 2, 2.1, 2.2		X
6	De preferencia, que cuente con acceso para su etapa de construcción	1, 2, 2.1, 2.2		X
7	De preferencia, que no existan interferencias con otro servicio, caminos u otro similar.	1, 2, 2.1, 2.2	X	X
8	Que el volumen a acumular cumpla con los límites indicados en la descripción de la tipología	1, 2, 2.1, 2.2	X	X

Fuente: Elaboración Propia

Si bien, se ubican sitios de acuerdo a lo revisado en Gabinete, estos deben ser validados en terreno para estar entre los 50 preseleccionados. Los criterios 1, 2, y 4 son esenciales.

4.1.3. Catastro de Obras de Acumulación en Base a Imágenes Satelitales

Con el fin de visualizar espacialmente el emplazamiento de obras de acumulación existentes dentro del área de estudio (sin considerar los tranques CORA), se realizó un catastro a partir de imágenes satelitales de Google Earth, logrando captar un total de 68, los cuales se presentan en la Figura 4-1.

Se observan 3 áreas con alta densidad de obras de acumulación. El mayor se ubica dentro del Macro Sector Bajo, con más 30 obras. Los otros dos sectores están insertos dentro del Macro Sector Medio, uno en el sector norte regado por los canales del río Achibueno y otro en el sur regado por canales de la JV del río Longaví.

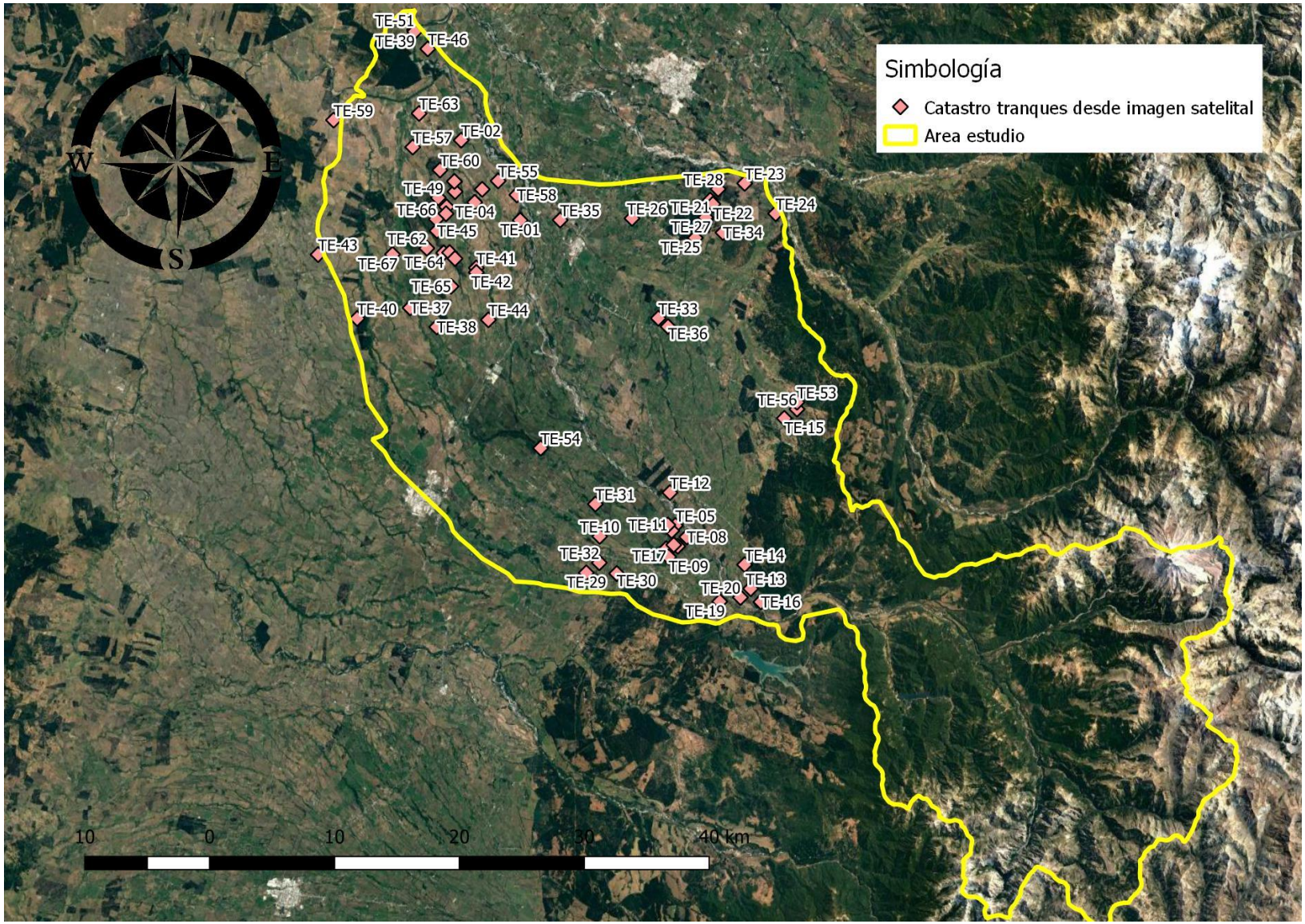


FIGURA 4-1: CATASTRO DE OBRAS DE ACUMULACIÓN EN BASE A IMAGEN SATELITAL

Fuente: Elaboración Propia en Qgis a partir de imágenes Google Earth

4.1.4. Sitios Preseleccionados en Gabinete

Se realizó la preselección de sitios en gabinete a partir de dos fuentes. La primera corresponde a una ficha resumen con los Traques CORA VII Región, facilitada por la CNR, donde se filtraron e identificaron 16 sitios dentro del área de estudio con potencial de ser rehabilitados y o mejorados. Estos se presentan en el Cuadro 4-2, identificando el nombre, comuna, sector y canal asociado. La ubicación de los tranques se presenta en la Figura 4-2. Una vez realizadas las gestiones para contactar a los encargados o presidentes de los tranques CORA, se constató que en varios ya se habían ejecutado obras o actividades de rehabilitación y otros estaban en el proceso de ejecución. En el Cuadro 4-2 se incluyen las razones dadas por los representantes de los tranques para no participar en la iniciativa y también a aquellos donde se mostró interés.

La segunda corresponde a las cartas IGM de escala 1:25.000, para ello se realizó un análisis de las curvas de nivel y se identificaron aquellos sectores con características morfológicas adecuadas para la posible instalación de un muro.

A los sitios IGM identificados, se les realizó un análisis basado en imágenes satelitales de Google Earth como primer filtro, descartando aquellos donde la cuenca aportante estaba afectada por la intervención humana a través de canales, área de cultivo, poblados u otros. Los sitios que superaron el primer filtro fueron visitados en terreno con el fin de ubicar posibles interesados y definir las características reales del punto, seleccionando aquellos que cumplían con las características mínimas definidas. En el Cuadro 4-2 se da el listado de 34 sitios, acompañado del detalle de análisis de selección o descarte de cada punto y en la Figura 4-3 su ubicación.

CUADRO 4-2: SITIOS IDENTIFICADOS EN EL DIAGNÓSTICO DE LOS TRANQUES CORA

ID CNR	Estado	Nombre	Comuna	Sector	Canal	Volumen	Situación Actual
7_LI06	Con Potencial	Diego Fuentes	Longaví	Villa Longaví	Primera Arriba	15.620	Consistente en la rehabilitación y mejoramiento de tranque existente. Se contactó a Diego Fuentes (Tesorero) y a Jesús Castillo (Presidente). Se hizo Ficha **LON-15**
7_LI09	Con Potencial	Adán Parra	Longaví	Villa Longaví	Canal Primera Abajo	25.160	Se habló con Adán Parra (representante de la comunidad), con quien se visitó el tranque y se hizo ficha de pre selección, dada la posibilidad de realizar mejoramientos en este tranque, los que van por hacer un nuevo desarenador más grande, limpieza general de sedimento y alga, y peraltar las obras de conducción del costado sur del tranque para ampliar su capacidad. **LON-29**
7_LI10	Con Potencial	Adán Parra	Longaví	Villa Longaví	Canal Primera Abajo	49.300	Se habló con Adán Parra (representante de la comunidad), con quien se visitó el tranque y se hizo ficha de pre selección, dada la posibilidad de realizar la ampliación y el mejoramiento en este tranque, los que van por hacer ampliar la superficie en casi una ha disponible hacia aguas abajo y la limpieza general de sedimento. Ficha **LON-01**
7_LI13	Con Potencial	Rodolfo Batarse	Longaví	Lomas de la Polsera	Canal La Tercera	16.960	Se habló con Rodolfo Batarse (representante de la comunidad), quien dijo que este tranque se encuentra obsoleto, y pasa muy poca agua por ahí. Solo riegan 2 parcelas de 15 ha cada una, razón por la cual han sido rechazados anteriores proyectos de mejoramiento. Cuando esos terrenos eran un solo fundo, este tranque regaba más parcelas, en la actualidad estas se riegan con un tranque más nuevo y grande que se encuentra ubicado más arriba. **No hay interés de rehabilitación**.
7_LI14	Con Potencial	Patricio Sepúlveda	Longaví	La Tercera	Canal La Tercera	55.080	Tranque rehabilitado 2016 (limpieza). No presenta problemas en la obra de acumulación. **No se considera.**
7_LI15	Con Potencial	S/I	Longaví	El Carmen	Canal La Sexta	29.032	Tranque recién rehabilitado (2016) por Indap, operativo 100%. **No se considera.**
7_LI16	Con Potencial	Juan González	Longaví	La Sexta	Canal La Sexta	45.645	Se habló con Juan González (representante de la comunidad), quien dijo que en este tranque se han ejecutado ya 5 proyectos de mejoramiento y ampliación, llegando casi al tope de su potencialidad de tamaño, pudiéndose a lo más ampliar en unos 300 m3. Dice que su comunidad no está constituida, lo que les ha significado restricción en proyectos

CUADRO 4-2: SITIOS IDENTIFICADOS EN EL DIAGNÓSTICO DE LOS TRANQUES CORA

ID CNR	Estado	Nombre	Comuna	Sector	Canal	Volumen	Situación Actual
							CNR, no así a través de INDAP, vía por la cual se ha dado a las mencionadas mejoras al tranque. **No se considera.**
7_LI17	Con Potencial	Segundo Rojas Escobar / German Parada (presidente)	Longaví	San José	Canal La Quinta San José	40.080	Se construyó compuerta salida nueva en 2016 que tiene 0,5 m de ancho. **No se considera.**
7_LI18	Con Potencial	Alfredo Araya / Florencia Araya (tesorera)	Longaví	San José	Canal Quinta Alto A	15.300	Ampliar capacidad de tranque CORA con el fin de mejorar la disponibilidad de agua y aumentar la superficie de riego. Se contactó a Carlos Cabello (presidente) y se visitó tranque. Se hizo Ficha **LON-14**
7_LI20	Con Potencial	Walterio Villalobos	Retiro	Camelia Centro	Canal Camelias	5.058	Rehabilitar y ampliar tranque CORA para beneficio de la comunidad. Se contacta a Walterio Villalobos. **Ficha PAR-09**
7_LI21	Con Potencial	Walterio Villalobos	Retiro	Las Cabañas	Canal Camelias	7.229	Se habló con Walterio Villalobos (representante de la comunidad), quien dijo que este tranque se encuentra recientemente rehabilitado a través de gestión con INDAP, por lo que no requiere inversión. **No hay interés de rehabilitación.**
7_LI22	Con Potencial	Juan Luis Agurto	Retiro	La Granja	Canal La Granja	54.450	Se habló con Juan Agurto (representante de la comunidad), con quien se visitó el tranque y se hizo ficha de pre selección, dada la posibilidad de realizar mejoramientos consistentes en implementar una 2da etapa de limpieza y desembancamiento, ya que tiene una 1ra etapa hecha a través de INDAP, pero la segunda no salió aprobada (tiene mucho sedimento y batro o totora. Es posible perartarlo y hacer una obra de captación, ya que no existe tal. **Ficha RET-21**.
7_LI23	Con Potencial	Daniel Larenas	Retiro	Retiro	Canal Carmen	62.820	Se habló con Daniel Larenas (representante de la comunidad), quien dijo que este tranque tiene adjudicado ya un proyecto de limpieza y rehabilitación a través de gestión con INDAP, por lo que no requiere inversión al corto plazo. **No se considera.**
7_LI24	Con Potencial	Nibaldo Corbalán	Retiro	El Huaso Chileno	Canal Maitenes	26.091	Se habló con Nivaldo Corbalán (representante de la comunidad), con quien se visitó el tranque y se hizo ficha de pre selección, dada la posibilidad de realizar mejoramientos consistentes en implementar una 2da etapa de limpieza y desembancamiento, ya que tiene una 1ra etapa hecha a través de INDAP (tiene mucho sedimento y batro o totora. Es

CUADRO 4-2: SITIOS IDENTIFICADOS EN EL DIAGNÓSTICO DE LOS TRANQUES CORA

ID CNR	Estado	Nombre	Comuna	Sector	Canal	Volumen	Situación Actual
							posible ampliarlo y hacer una obra de captación, ya que no existe tal. **Ficha RET-20 .**
7_LI29	Con Potencial	Walterio Villalobos	Retiro	Camelias Norte	Canal Camelias	41.340	Se habló con Walterio Villalobos (representante de la comunidad), quien dijo que este tranque se encuentra recientemente rehabilitado a través de gestión con INDAP, por lo que no requiere inversión. **No hay interés de rehabilitación.**
7_LI30	Con Potencial	Ramón Jorquera	Retiro	Carmen Oriente	Canal San Marcos	59.520	Se habló con Ramón Jorquera (representante de la comunidad), quien dijo que este tranque se encuentra rehabilitado hace 3 años a través de gestión con INDAP, por lo que no requiere inversión por el momento. No tiene más superficie para ser ampliado, solamente profundizarlo y para eso le quedan 5 años por lo menos, ya que una mantención dura en promedio 8 años. **No hay interés de rehabilitación.**

Fuente: Elaboración Propia a partir de Resumen Fichas Traques CORA VII Región y Entrevistas en Terreno

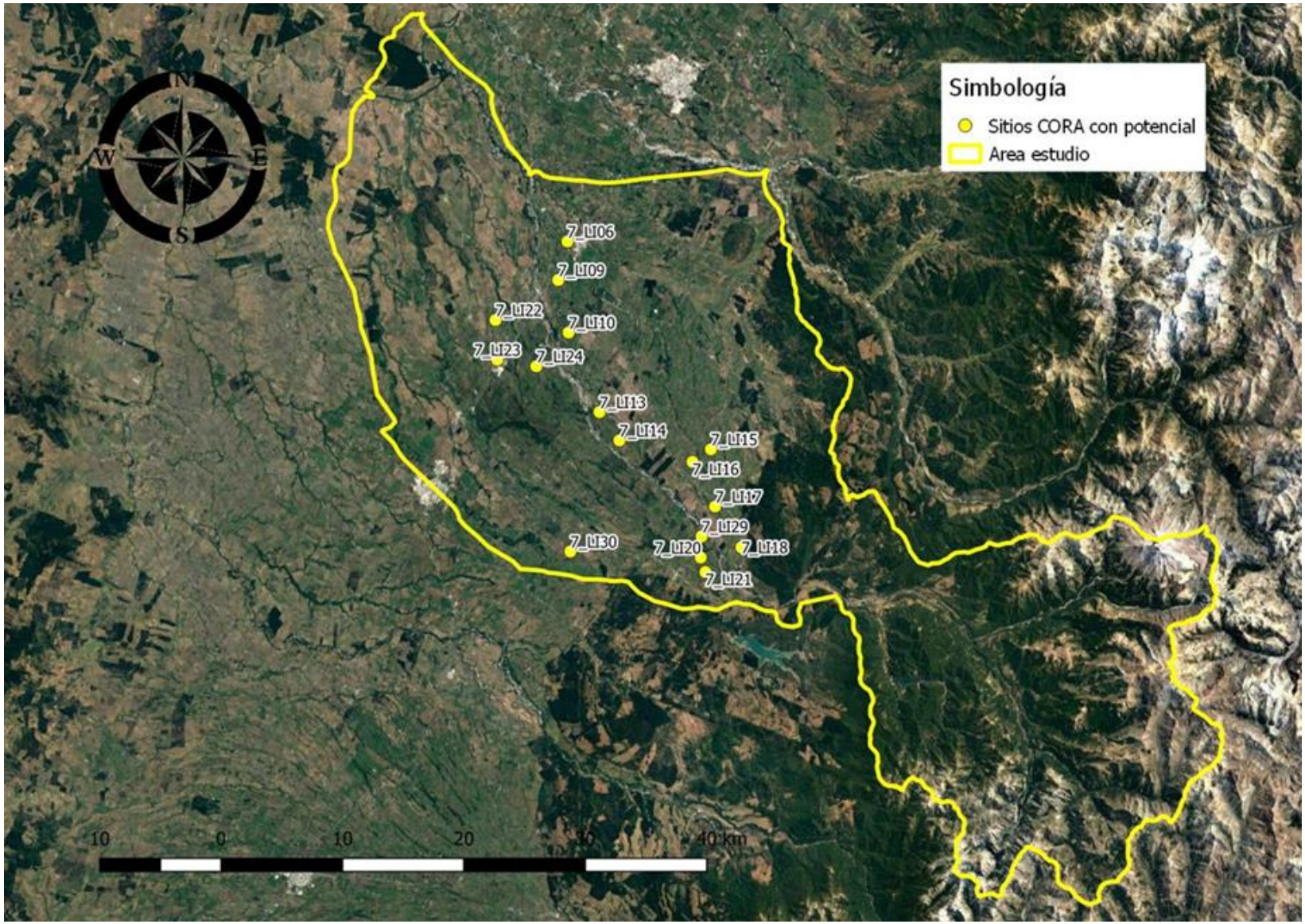


FIGURA 4-2: UBICACIÓN ESPACIAL SITIOS CORA

Fuente: Elaboración Propia en Qgis a partir de Estudio Diagnóstico de tranques CORA

CUADRO 4-3: SITIOS IDENTIFICADOS EN CARTAS IGM

Nombre Sitio	Coordenada Este (m)	Coordenada Norte (m)	Nombre Carta IGM	Escala	Detalle de Análisis
ID IGM 1-1	246.966	6.036.080	Villaseca	01:25.0	El sitio se encuentra fuera del área de estudio. Se descarta
ID IGM 1-2	241.912	6.035.155	Villaseca	01:25.0	El sitio es Visitado, corresponde a la Ficha de Terreno **SNJ-01**
ID IGM 1-3	244.384	6.032.080	Villaseca	01:25.0	Zona Forestal misma cuenca que IGM 1-4. Se descarta
ID IGM 1-4	243.964	6.032.259	Villaseca	01:25.0	Zona Forestal misma cuenca que IGM 1-3. Se descarta
ID IGM 1-5	242.719	6.035.054	Villaseca	01:25.0	Fuera del área de estudio. Área forestal. Se descarta
ID IGM 1-6	244.925	6.034.180	Villaseca	01:25.0	En terrenos forestal. Se descarta
ID IGM 1-7	246.361	6.035.874	Villaseca	01:25.0	Fuera del área de estudio. Se descarta
ID IGM 1-8	245.39	6.038.348	Villaseca	01:25.0	Fuera del área de estudio. Se descarta
ID IGM 1-9	244.573	6.030.713	Villaseca	01:25.0	Corresponde a terreno de CELCO, empresa forestal, la cual no se dedica a riego ni animales. Se descarta
ID IGM 1-10	242.314	6.029.765	Villaseca	01:25.0	Corresponde a terreno de CELCO, empresa forestal, la cual no se dedica a riego ni animales. Se descarta
ID IGM 2-1	247.641	6.007.905	Retiro	01:25.0	área intervenida, cruzada por caminos local que divide las aguas y con alta presencia de áreas de riego. Se descarta
ID IGM 2-2	247.969	6.004.952	Retiro	01:25.0	Área intervenida, no se aprecia cauce alguno. Actualmente área de riego. Se descarta
ID IGM 2-3	243.497	6.008.821	Retiro	01:25.0	Se tiene contacto con don Baltazar Sepúlveda trabajador de la empresa FLUMER (exportan cebollas). Señala que los terrenos donde se señala el punto es de la Sucesión Benavente de parral, la cual no tiene cultivos y nadie trabaja esos terrenos. Los terrenos regados en el sector son a partir de pozos profundos y la implementación de Pivotes. En el terreno explotado por Flumer hay letrero de CNR por construcción de pozos profundos y Pivotes. Se descarta
ID IGM 2-4	245.769	6.003.294	Retiro	01:25.0	Cuenca aportante intervenida. Se descarta
ID IGM 2-5	244.762	6.003.332	Retiro	01:25.0	Se contacta a dueña de casa ubicada en costado sur del estero. Comunica que corresponde a un brazo del estero San Antonio, el cual está formado por "destiles" o derrames que escurren por el fondo de la zanja. En invierno se llenan por los derrames de IANSA, los terrenos del lado sur se encuentran loteados en parcelas de agrado. Se descarta
ID IGM 2-6	244.279	6.004.485	Retiro	01:25.0	No se logra contacto. Se descarta
ID IGM 2-7	243.198	6.002.594	Retiro	01:25.0	Cuenca aportante muy intervenida con poblado, peligro de contaminación. Se descarta

CUADRO 4-3: SITIOS IDENTIFICADOS EN CARTAS IGM

Nombre Sitio	Coordenada Este (m)	Coordenada Norte (m)	Nombre Carta IGM	Escala	Detalle de Análisis
ID IGM 2-8	244.141	6.003.558	Retiro	01:25.0	depresión con zanja de drenaje en el fondo, superficie pequeña sin riego. En invierno se reciben derrames de IANSA. Se descarta
ID IGM 2-9	243.137	6.006.479	Retiro	01:25.0	Se contacta a Patricio Inostroza quien se muestra interesado. Se hace **Ficha RET-18**
ID IGM 2-10	243.11	6.006.819	Retiro	01:25.0	Cuenca pequeña, intervenida por canales y área de riego. Se descarta.
ID IGM 3-1	273.239	5.999.642	El Tránsito	01:25.0	No se puede ingresar ni contactar con nadie. Se descarta
ID IGM 3-2	272.871	6.001.361	El Tránsito	01:25.0	No es posible llegar al punto ni contactar a algún dueño. Se descarta
ID IGM 3-3	272.801	6.003.180	El Tránsito	01:25.0	Dentro de Fundo Lauque. Se riega con canales y pozos. En Cerros existencia de bosques de pinos de uso forestal. Se descarta
ID IGM 3-4	272..693	6.003.722	El Tránsito	01:25.0	Dentro de Fundo Lauque. Se riega con canales y pozos. En Cerros existencia de bosques de pinos de uso forestal. Se descarta
ID IGM 3-5	272.465	6.004.831	El Tránsito	01:25.0	Se revisa en terreno, se contacta a Omar Pulgar propietario (nombre propietario Humberto Arriagada o señora). drenaje identificado corresponde a desagüe de canal el melado, no se puede inscribir, se hace ficha de quebrada pequeña. Se hace **Ficha LON-12.**
ID IGM 3-6	274.238	6.007.040	El Tránsito	01:25.0	Cuenca aportante cortada en gran parte por el canal Melado, dejando una porción mínima. Existencia de cultivo. Se descarta
ID IGM 3-7	273.654	6.006.548	El Tránsito	01:25.0	Cuenca aportante cortada en gran parte por el canal Melado, dejando una porción mínima. Existencia de cultivo. Se descarta
ID IGM 3-8	267.043	6.002.635	El Tránsito	01:25.0	Se descarta, existencia de caminos, casas y predios que cortan la cuenca. Se descarta.
ID IGM 3-9	265.898	6.001.780	El Tránsito	01:25.0	Se descarta, existencia de caminos, casas y predios que cortan la cuenca. Se descarta.
ID IGM 3-10	264.595	6.001.717	El Tránsito	01:25.0	Baja Prioridad, la cuenca incluye predios cultivados.
ID IGM 4-1	260.355	6.019.922	Longaví	01:25.0	Se descarta, existencia de caminos, casas y predios que corta la cuenca
ID IGM 4-2	254.567	6.021.729	Longaví	01:25.0	Área intervenida con áreas cultivables y caminos, se descarta.
ID IGM 4-3	254.162	6.024.007	Longaví	01:25.0	Fuera del área de estudio. Se descarta
ID IGM 4-4	254.754	6.012.982	Longaví	01:25.0	área aportante intervenida, campos, caminos y Canales. Se descarta.

Fuente: Elaboración Propia

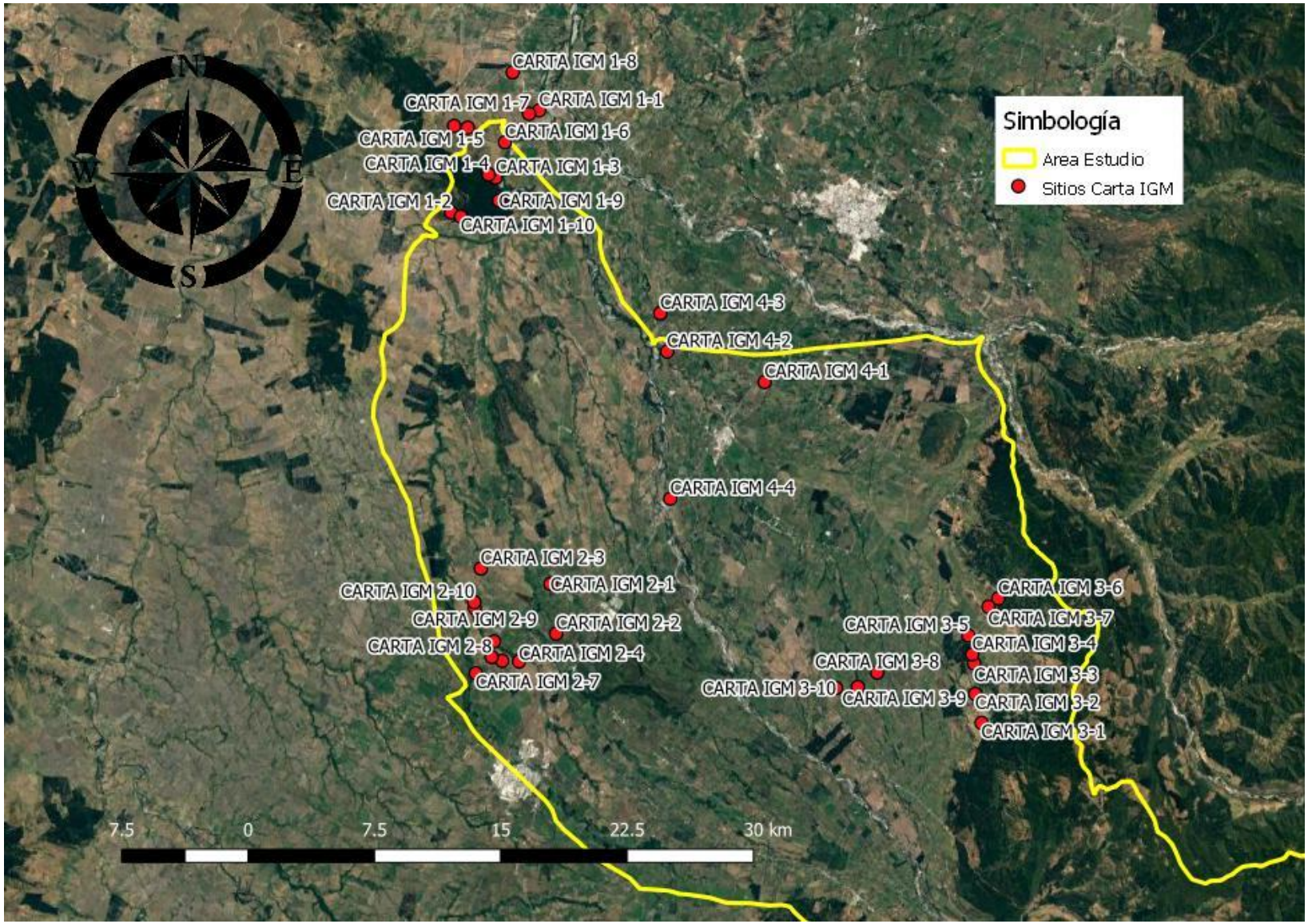


FIGURA 4-3: UBICACIÓN ESPACIAL UBICADOS EN CARTA IGM

Fuente: Elaboración Propia a partir de Qgis

4.1.5. Sitios Preseleccionados en Terreno

A partir de los distintos antecedentes recabados y los análisis en gabinete, se realizaron 5 campañas para la identificación y preselección de sitios en terreno.

En el Capítulo 3 del informe se describieron los distintos encuentros efectuados con autoridades y representantes de la junta de vigilancia del Rio Longaví. A partir de dicha información se comenzó con las entrevistas de los potenciales beneficiarios que conforman el listado, en las comunas de Parral, Retiro, Longaví y San Javier.

A cada agricultor o comunidad interesada se le informó respecto de los alcances del estudio, recalcando los siguientes puntos:

- Que la presente etapa corresponde a la preselección de 50 sitios donde haya interés real de proyectar una obra de acumulación y que tenga condiciones técnicas y legales mínimas como, por ejemplo: espacio suficiente para la obra, superficie de riego mínima acorde al volumen de acumulación, nociones de papeles legales al día. Posterior a ello se realizará una selección de 30 de ellos.
- Que se le informará en caso de ser seleccionado o no, indicando los criterios y razones por el cual fue o no elegido.
- Que a los sitios seleccionados se les realizarán trabajos extras en terreno, para mejorar la caracterización de la obra.
- Que se hará el nexo entre los agricultores seleccionados y los consultores de la Ley de Riego con el fin de que, en etapas posteriores, puedan concretar la obra.
- Que este estudio NO tiene como producto final la construcción de la obra de acumulación, si no bien, de un proyecto de prefactibilidad, acompañado de una carpeta legal donde se recopilan y ordenan documentos necesarios para la presentación a los concursos de la Ley 18.450.

Se generó una Ficha Técnica para recabar la información de cada sitio preseleccionado la cual se incluye en el Anexo 4-1 y una Ficha de Contacto que valida la visita y entrevista con el agricultor en terreno mediante su firma, como documento de respaldo (Ver Anexo 4-2).

El equipo en terreno se concentró completar las fichas para cada sitio visitado, a partir de lo expuesto por los agricultores o representantes de comunidades interesadas.

La Ficha Técnica incluye los siguientes contenidos:

- Datos del propietario: nombre, datos de contacto.
- Antecedentes prediales: superficie, tenencia de la propiedad, coordenadas de referencia para el acceso al lugar.
- Información del sitio potencial de ubicación de la obra: georreferenciación de la posible ubicación del tranque, canal desde se obtendrán los recursos (coordenadas referenciales punto de captación), fotografías del área a inundar y la zona de muro, distancia al área de riego potencial. Situación de drenaje del terreno (en caso de ser apreciables a simple vista).
- Información productiva: ubicación y superficie de la actual zona productiva y de la potencial zona de expansión en caso de contar con una obra de acumulación; actividad productiva actual y potencial.
- Interferencias identificadas en el área de inundación y entre esta y la potencial área de riego, líneas eléctricas, postación u otros.
- Potencial ubicación de botaderos.
- Observaciones del equipo consultor en la visita a terreno (cuenca aportante, apreciaciones productivas, etc.).

Luego de las visitas a terreno se sistematizó la información levantada para cada uno de los sitios en una base de datos la cual se presenta en el Anexo 4-3.

En el Cuadro 4-4 se da el listado de 61 sitios preseleccionados acompañado de los datos de contacto, agricultor interesado, comuna, sector, coordenadas, tipologías, volumen y dimensiones estimadas. En la Figura 4-4 se presenta su ubicación espacial, incluye Los sitios PAR-2, PAR-04, PAR-05, PAR-06 Y PAR-08 se incluyen porque pertenecen a la junta de vigilancia del Rio Longaví, que está circunscrita casi en su totalidad en el área de estudio

CUADRO 4-4: SITIOS PRESELECCIONADOS

N°	Código Ficha	Nombre Agricultor	Comuna	Sector	Coord. Norte	Coord. Este	Origen	Individual o Comunitario	Tipo de Obra	Tipo de Regulación	Tipo de Mejoramiento	Volumen Acumulación (m^3) (*)	Dimensiones (*)
1	LON-01	Comunidad de Agua Canal primera Bajo	Longaví	Paine	6009322	256932	CORA	Comunitario	2.2: Mejoramiento Microtranque de Acumulación Lateral	Nocturno	Rehabilitación	49.300	X: 218 m ; Y: 151 m ; Z: 2 m
2	LON-02	Carlos Sepúlveda Alarcón	Longaví	La Conquista	6014827	255651	Interés Local	Individual	2.1: Microtranque de Acumulación Lateral en Canal Existente	Turnal	-	5.586	X: 73 m ; Y: 36 m ; Z: 2 m
3	LON-03	Sr. Francisco Urrutia Ascencio	Longaví	Quinto Sur	6001143	263808	Interés Local	Individual	2.1: Microtranque de Acumulación Lateral en Canal Existente	Turnal	-	5.346	X: 67 m ; Y: 40 m ; Z: 2 m
4	LON-04	Sr Cipriano Cerda Espinoza	Longaví	El Carmen	6001707	270015	Interés Local	Comunitario	2.1: Microtranque de Acumulación Lateral en Canal Existente	Turnal	-	4.039	X: 67,5 m ; Y: 30 m ; Z: 2 m
5	LON-05	Sr. Rodollfo Batarce	Longaví	La 3ra	6004142	260569	Interés Local	Individual	2.1: Microtranque de Acumulación Lateral en Canal Existente	Turnal	-	7.312	X: 86 m ; Y: 45 m ; Z: 2 m
6	LON-06	Sergio Sanhueza	Longaví	Callejon Lo Hormiga Quinta Sur	6005688	268555	Interés Local	Comunitario	2.2: Mejoramiento Microtranque de Acumulación Lateral	Turnal	Rehabilitación	5.404	X: 110 m ; Y: 26 m ; Z: 2 m
7	LON-07	Suc Acevedo Aravena	Longaví	Quinta Centro	6006963	268314	Interés Local	Individual	2.1: Microtranque de Acumulación Lateral en Canal Existente	Turnal	-	6.396	X: 162 m ; Y: 22 m ; Z: 2 m
8	LON-08	Juan Aravena	Longaví	La O	6004815	266419	Interés Local	Comunitario	2.1: Microtranque de Acumulación Lateral en Canal Existente	Nocturno	-	5.822	X: 52 m ; Y: 55 m ; Z: 2 m

CUADRO 4-4: SITIOS PRESELECCIONADOS

N°	Código Ficha	Nombre Agricultor	Comuna	Sector	Coord. Norte	Coord. Este	Origen	Individual o Comunitario	Tipo de Obra	Tipo de Regulación	Tipo de Mejoramiento	Volumen Acumulación (m³) (*)	Dimensiones (*)
9	LON-09	Sebastián Urrutia	Longaví	La Quinta	6004311	265117	Interés Local	Comunitario	2.2: Mejoramiento Microtranque de Acumulación Lateral	Nocturno	Rehabilitación	13.036	X: 97 m ; Y: 65 m ; Z: 2 m
10	LON-10	Angel Yañez	Longaví	Esperanza Plan	5994313	271068	Interés Local	Individual	2.1: Microtranque de Acumulación Lateral en Canal Existente	Turnal	-	4.317	X: 67,5 m ; Y: 35 m ; Z: 2 m
11	LON-11	Carlos Cabello	Longaví	Esperanza Plan	5992371	270545	Interés Local	Individual	2.1: Microtranque de Acumulación Lateral en Canal Existente	Turnal	-	5.764	X: 84 m ; Y: 36 m ; Z: 2 m
12	LON-12	Humberto Arriagada	Longaví	Los Copihues	6004689	272397	Carta IGM	Comunitario	2: Microtranque de Acumulación Lateral	Estacional	-	5.577	X: 62 m ; Y: 30 m ; Z: 3 m
13	LON-13	Luis Rodolfo Espinoza Agurto	Longaví	La Patagua (Quinta Central)	6003034	265327	Interés Local	Individual	2.1: Microtranque de Acumulación Lateral en Canal Existente	Turnal	-	2.490	X: 35 m ; Y: 35 m ; Z: 2 m
14	LON-14	Comunidad Esperanza Plan	Longaví	Esperanza Plan	5991594	271177	CORA	Comunitario	2.2: Mejoramiento Microtranque de Acumulación Lateral	Nocturno	Rehabilitación	15.300	X: 128 m ; Y: 57 m ; Z: 3 m
15	LON-15	Comunidad canal 1era Arriba	Longaví	Villa Longaví	6016741	256822	CORA	Comunitario	2.2: Mejoramiento Microtranque de Acumulación Lateral	Nocturno	Rehabilitación	15.620	X: 107 m ; Y: 99,6 m ; Z: 1,95 m
16	LON-16	Comunidad canal 1era Arriba	Longaví	Cuentas claras	6013614	258384	Interés Local	Comunitario	2.1: Microtranque de Acumulación Lateral en Canal Existente	Nocturno	-	11.676	X: 109 m ; Y: 55 m ; Z: 2 m

CUADRO 4-4: SITIOS PRESELECCIONADOS

N°	Código Ficha	Nombre Agricultor	Comuna	Sector	Coord. Norte	Coord. Este	Origen	Individual o Comunitario	Tipo de Obra	Tipo de Regulación	Tipo de Mejoramiento	Volumen Acumulación (m^3) (*)	Dimensiones (*)
17	LON-17	Comunidad Hermanos Gardeweg	Longaví	El Castillo	5985416	291324	Interés Local	Comunitario	2: Microtranque de Acumulación Lateral	Estacional	-	8.646	X: 87 m ; Y: 33 m ; Z: 3 m
18	LON-18	Comunidad Hermanos Gardeweg	Longaví	El Castillo	5987188	291603	Interés Local	Comunitario	1: Micro-embalse Estacional	Estacional	-	10.236	X: 83 m ; Y: 47 m ; Z: 3 m
19	LON-19	Demesio Villalobos Hormazabal	Longaví	Paine	6008337	256809	Interés Local	Individual	2.1: Microtranque de Acumulación Lateral en Canal Existente	Turnal	-	5.441	X: 61,5 m ; Y: 48 m ; Z: 2 m
20	LON-20	Manuel Zenteno Arenas	Longaví	Villa Longaví	6017139	255369	Interés Local	Individual	2.1: Microtranque de Acumulación Lateral en Canal Existente	Turnal	-	2.882	X: 27 m ; Y: 54 m ; Z: 2 m
21	LON-21	Olaf Ortuzar	Longaví	Los Canelos	5989541	288736	Interés Local	Individual	1: Micro-embalse Estacional	Estacional	-	38.283	X: 97 m ; Y: 144 m ; Z: 3 m
22	LON-22	Regina Villalobos y Otros	Longaví	Paine	6011654	255473	Interés Local	Individual	2.1: Microtranque de Acumulación Lateral en Canal Existente	Turnal	-	2.712	X: 33 m ; Y: 42 m ; Z: 2 m
23	LON-23	Suc. Abaria Molina	Longaví	Paine	6011288	255699	Interés Local	Comunitario	2.1: Microtranque de Acumulación Lateral en Canal Existente	Turnal	-	3.514	X: 64 m ; Y: 28 m ; Z: 2 m
24	LON-24	Carmen Mella	Longaví	Mesamávida	6017580	268279	Interés Local	Comunitario	2.1: Microtranque de Acumulación Lateral en Canal Existente	Nocturno	-	7.200	X: 64 m ; Y: 38 m ; Z: 3 m
25	LON-25	Sady Chacón Rossom	Longaví	La Cuarta	6012627	268892	Interés Local	Individual	2.1: Microtranque de Acumulación Lateral en Canal Existente	Nocturno	-	5.812	X: 76 m ; Y: 38 m ; Z: 2 m

CUADRO 4-4: SITIOS PRESELECCIONADOS

N°	Código Ficha	Nombre Agricultor	Comuna	Sector	Coord. Norte	Coord. Este	Origen	Individual o Comunitario	Tipo de Obra	Tipo de Regulación	Tipo de Mejoramiento	Volumen Acumulación (m³) (*)	Dimensiones (*)
26	LON-26	Sergio Hernández Muñoz	Longaví	La Cuarta	6015448	267614	Interés Local	Comunitario	2.1: Microtranque de Acumulación Lateral en Canal Existente	Nocturno	-	3.726	X: 57 m ; Y: 34 m ; Z: 2 m
27	LON-27	Ricardo Valenzuela	Longaví	La Cuarta	6014750	268478	Interés Local	Individual	2.1: Microtranque de Acumulación Lateral en Canal Existente	Nocturno	-	4.984	X: 88 m ; Y: 30 m ; Z: 2 m
28	LON-28	Elsiro Garrido	Longaví	La Cuarta	6015117	269673	Interés Local	Individual	2.1: Microtranque de Acumulación Lateral en Canal Existente	Nocturno	-	5.004	X: 45 m ; Y: 57 m ; Z: 2 m
29	LON-29	Comunidad de aguas canal 1era abajo	Longaví	Paine	6013640	256163	CORA	Comunitario	2.2: Mejoramiento Microtranque de Acumulación Lateral	Nocturno	Rehabilitación	25.160	X: 171 m ; Y: 131 m ; Z: 2 m
30	PAR-01	Sra. Magdalena Fuentes Tejo	Parral	Porvenir sur	5985077	255191	Interés Local	Individual	2.1: Microtranque de Acumulación Lateral en Canal Existente	Turnal	-	2.604	X: 29 m ; Y: 47 m ; Z: 2 m
31	PAR-02	Sr. Exequias Romero	Parral	Pantanillo	5986187	253074	Interés Local	Individual	2.1: Microtranque de Acumulación Lateral en Canal Existente	Turnal	-	1.820	X: 88 m ; Y: 11 m ; Z: 2 m
32	PAR-03	Sociedad agrícola San Alberto	Parral	Sr Clemente	5990195	252685	Interés Local	Individual	2.2: Mejoramiento Microtranque de Acumulación Lateral	Turnal	Ampliación	3.544	X: 102 m ; Y: 18 m ; Z: 2 m
33	PAR-04	Sra. María Fuentes Tejo	Parral	Porvenir norte	5988265	259289	Interés Local	Individual	2.1: Microtranque de Acumulación Lateral en Canal Existente	Turnal	-	5.342	X: 53 m ; Y: 51 m ; Z: 2 m

CUADRO 4-4: SITIOS PRESELECCIONADOS

N°	Código Ficha	Nombre Agricultor	Comuna	Sector	Coord. Norte	Coord. Este	Origen	Individual o Comunitario	Tipo de Obra	Tipo de Regulación	Tipo de Mejoramiento	Volumen Acumulación (m³) (*)	Dimensiones (*)
34	PAR-05	Sra María Ortega Lara	Parral	Remulcao (Porvenir)	5984949	257095	Interés Local	Individual	2.1: Microtranque de Acumulación Lateral en Canal Existente	Turnal	-	5.376	X: 54 m ; Y: 50 m ; Z: 2 m
35	PAR-06	Sra. Raquel Retamal González	Parral	Porvenir Soto Pc63	5983416	256614	Interés Local	Comunitario	2.1: Microtranque de Acumulación Lateral en Canal Existente	Turnal	-	1.099	X: 88 m ; Y: 5 m ; Z: 3,5 m
36	PAR-07	Patti English	Parral	Lomas Machicura	5986292	267820	Interés Local	Individual	2.2: Mejoramiento Microtranque de Acumulación Lateral	Turnal	Rehabilitación	5.596	X: 68 m ; Y: 42 m ; Z: 2 m
37	PAR-08	Agrícola San Rafael	Parral	Villa Rosa Sur	5987218	253013	Interés Local	Individual	2.1: Microtranque de Acumulación Lateral en Canal Existente	Turnal	-	5.400	X: 67 m ; Y: 42 m ; Z: 2 m
38	PAR-09	Comunidad de Aguas Canal Longaví Alto	Parral	La orilla	5990728	267808	CORA	Comunitario	2.2: Mejoramiento Microtranque de Acumulación Lateral	Nocturno	Rehabilitación	5.058	X: 74 m ; Y: 52 m ; Z: 1,7 m
39	PAR-10	Rodrigo Sepulveda Martinez	Parral	Bullileo	5985418	282692	Interés Local	Individual	2.1: Microtranque de Acumulación Lateral en Canal Existente	Nocturno	-	5.384	X: 69 m ; Y: 41 m ; Z: 2 m
40	RET-01	Sr. Gloria Pedreros Hurtado	Retiro	Maitenes	6006604	254904	Interés Local	Individual	2.2: Mejoramiento Microtranque de Acumulación Lateral	Nocturno	Rehabilitación	10.668	X: 128 m ; Y: 40 m ; Z: 2 m
41	RET-02	Sr. Humberto Romero	Retiro	El Cruce	6012314	253885	Interés Local	Individual	2.2: Mejoramiento Microtranque de Acumulación Lateral	Nocturno	Rehabilitación	5.468	X: 73 m ; Y: 37 m ; Z: 2 m

CUADRO 4-4: SITIOS PRESELECCIONADOS

N°	Código Ficha	Nombre Agricultor	Comuna	Sector	Coord. Norte	Coord. Este	Origen	Individual o Comunitario	Tipo de Obra	Tipo de Regulación	Tipo de Mejoramiento	Volumen Acumulación (m³) (*)	Dimensiones (*)
42	RET-03	Suc. Osses Cofre	Retiro	El Lucero	6013492	253290	Interés Local	Individual	2.1: Microtranque de Acumulación Lateral en Canal Existente	Nocturno	-	7.760	X: 70 m ; Y: 52 m ; Z: 2 m
43	RET-04	Sra. María Hernández Espinoza	Retiro	Retiro Sr Marcos	5992841	253231	Interés Local	Individual	2.1: Microtranque de Acumulación Lateral en Canal Existente	Turnal	-	5.376	X: 117 m ; Y: 24 m ; Z: 2 m
44	RET-05	Agrícola Araucaria Ltda	Retiro	San Jorge	5993023	262215	Interés Local	Individual	2.2: Mejoramiento Microtranque de Acumulación Lateral	Nocturno	Rehabilitación	33.306	X: 260 m ; Y: 66 m ; Z: 2 m
45	RET-06	Comunidad Regantes San Nicolás Abajo	Retiro	Copihue	6004943	246225	Interés Local	Comunitario	2.2: Mejoramiento Microtranque de Acumulación Lateral	Nocturno	Rehabilitación	42.838	X: 222 m ; Y: 100 m ; Z: 2 m
46	RET-07	Sr. René López	Retiro	Sn Isidro	6004172	253579	Interés Local	Individual	2.1: Microtranque de Acumulación Lateral en Canal Existente	Turnal	-	5.584	X: 99 m ; Y: 28 m ; Z: 2 m
47	RET-08	Sr. Juan Roberto Escobar	Retiro	Santa Inés	6002283	256628	Interés Local	Individual	2.1: Microtranque de Acumulación Lateral en Canal Existente	Turnal	-	5.488	X: 69 m ; Y: 39 m ; Z: 2 m
48	RET-09	Agrícola y Forestal Tierra Buena	Retiro	Sta Delfina	5995999	263332	Interés Local	Individual	2.1: Microtranque de Acumulación Lateral en Canal Existente	Nocturno	-	45.726	X: 250 m ; Y: 94 m ; Z: 2 m
49	RET-10	José Arrue Isamit	Retiro	Proyecto La Granja	6010072	251429	Interés Local	Individual	2.1: Microtranque de Acumulación Lateral en Canal Existente	Turnal	-	1.908	X: 51 m ; Y: 20 m ; Z: 2 m

CUADRO 4-4: SITIOS PRESELECCIONADOS

N°	Código Ficha	Nombre Agricultor	Comuna	Sector	Coord. Norte	Coord. Este	Origen	Individual o Comunitario	Tipo de Obra	Tipo de Regulación	Tipo de Mejoramiento	Volumen Acumulación (m^3) (*)	Dimensiones (*)
50	RET-11	Suc. Vallejos Aravena	Retiro	Lucero	6013921	252730	Interés Local	Individual	2.1: Microtranque de Acumulación Lateral en Canal Existente	Nocturno	-	2.098	X: 51 m ; Y: 22 m ; Z: 2 m
51	RET-12	Mercedes Garrido	Retiro	Santa Isabel Los Robles	5999689	251652	Interés Local	Individual	2.1: Microtranque de Acumulación Lateral en Canal Existente	Turnal	-	3.380	X: 85 m ; Y: 23 m ; Z: 2 m
52	RET-13	Bernardo González V.	Retiro	Lucero	6012080	252788	Interés Local	Individual	2.1: Microtranque de Acumulación Lateral en Canal Existente	Nocturno	-	3.090	X: 80 m ; Y: 20 m ; Z: 2 m
53	RET-14	Agrícola Fundo Cuñao SpA	Retiro	Cuñao	6020301	250623	Interés Local	Individual	1: Micro-embalse Estacional	Estacional	-	51.372	X: 247 m ; Y: 59 m ; Z: 3 m
54	RET-15	Guillermo Ibañez Vidal	Retiro	Curacura	6015892	237196	Interés Local	Individual	2.1: Microtranque de Acumulación Lateral en Canal Existente	Nocturno	-	38.562	X: 310 m ; Y: 54 m ; Z: 2 m
55	RET-16	Juana Luisa Jara Lillo	Retiro	Sta Delfina	5995456	261860	Interés Local	Individual	2.1: Microtranque de Acumulación Lateral en Canal Existente	Nocturno	-	2.962	X: 50 m ; Y: 31 m ; Z: 2 m
56	RET-17	Huingansa Ltda.	Retiro	0	6024730	238564	Interés Local	Individual	1: Micro-embalse Estacional	Estacional	-	36.711	X: 359 m ; Y: 35 m ; Z: 3 m
57	RET-18	Ana María Valdéz Parra	Retiro	San Nicolás	6006692	243462	Carta IGM	Individual	2.1: Microtranque de Acumulación Lateral en Canal Existente	Nocturno	-	12.454	X: 176 m ; Y: 34 m ; Z: 2 m
58	RET-19	Nivaldo Corvalán	Retiro	Huaso Chileno	6007632	252298	Interés Local	Comunitario	2.2: Mejoramiento Microtranque de	Nocturno	Rehabilitación	11.886	X: 109 m ; Y: 57 m ; Z: 2 m

CUADRO 4-4: SITIOS PRESELECCIONADOS

N°	Código Ficha	Nombre Agricultor	Comuna	Sector	Coord. Norte	Coord. Este	Origen	Individual o Comunitario	Tipo de Obra	Tipo de Regulación	Tipo de Mejoramiento	Volumen Acumulación (m^3) (*)	Dimensiones (*)
									Acumulación Lateral				
59	RET-20	Comunidad de Aguas Canal Maitenes	Retiro	Huaso Chileno	6006490	254262	CORA	Comunitario	2.2: Mejoramiento Microtranque de Acumulación Lateral	Nocturno	Rehabilitación	26.091	X: 228 m ; Y: 137 m ; Z: 1,3 m
60	RET-21	Comunidad Regantes Canal El Carmen	Retiro	Villaseca	6010675	250755	CORA	Comunitario	2.2: Mejoramiento Microtranque de Acumulación Lateral	Nocturno	Rehabilitación	54.450	X: 455 m ; Y: 64 m ; Z: 2,2 m
61	SNJ-01	Agrícola EL Bagual Ltda.	San Javier	Caliboru Alto	6029972	241789	Carta IGM	Individual	1: Micro-embalse Estacional	Estacional	-	27.447	X: 144 m ; Y: 65 m ; Z: 3 m

(*) Para los tranques CORA corresponde al volumen estimado en el Estudio Básico "Diagnóstico del Estado Actual de los Tranques CORA, VII Región" (CNR, 2017). Fuente: Elaboración Propia

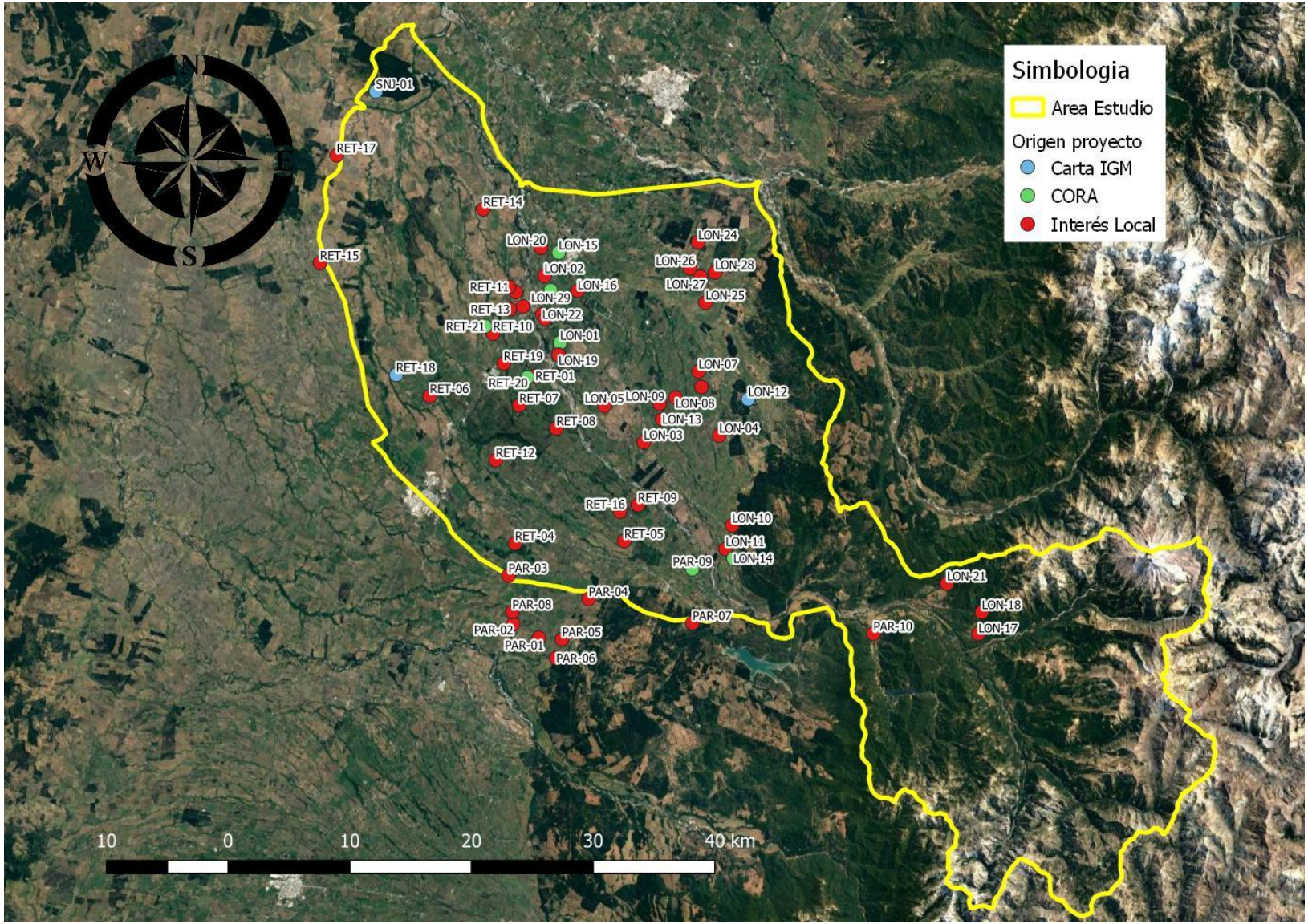


FIGURA 4-4: UBICACIÓN ESPACIAL SITIOS PRESELECCIONADOS EN TERRENO

Fuente: Elaboración Propia a partir de Qgis

4.2. Diagnóstico de los Sitios Preseleccionados

4.2.1. Aspectos Generales

Con el objetivo de estandarizar la información disponible de cada sitio preseleccionado y evaluar sus características, se ha desarrollado una ficha de descripción y estimación de **indicadores preliminares**, los que son abordados con mayor profundidad para los sitios finalmente seleccionados en los Capítulos siguientes. Los contenidos de esta, se presentan en el Cuadro 4-5. Toda la información se ha sistematizado y se presenta en el Anexo 4-3.

CUADRO 4-5: FORMATO FICHA CARACTERIZACIÓN SITIOS DE ACUMULACIÓN

#	Característica	Descripción
1	Código del Sitio	COM-XX
		COM: Corresponde a las 3 primeras letras de cada unidad territorial
		XX: Número correlativo
2	Nombre Propietario/ Empresa	Nombre Propietario o razón social de la Empresa
3	Nombre Contacto	Representante del interés por el proyecto
4	Teléfono y/o mail	Número de contacto y/o dirección de correo electrónico
5	Observación mayor	Alguna observación de importancia respecto del sitio
6	Justificación	Razón(es) que acredita(n) o respalda(n) la decisión de construir el proyecto
7	Tiempo entre Turnos TET (días)	Lapso de tiempo en el que no llega agua al predio
8	Tiempo Turnos TT (días)	Lapso de tiempo en el que llega agua al predio
9	Ubicación	Corresponde información general de la ubicación del sitio, dirección norte y este. Se indica el datum considerado.
	Comuna	
	Localidad	
	Datum	
	UTM Norte (m)	
	UTM Este (m)	
10	Origen del Sitio	Se indica fuente de donde se identifica el sitio: por interés local, de Cartas IGM o del estudio CORA
11	Tipología de Embalse	Se indica el tipo de obra de acumulación según sus características constructivas
12	Tipo de regulación	Turnal/Nocturno/Estacional
13	Tipo de Mejoramiento	Detalle de rehabilitación
14	Tipo de Mejoramiento 2	Discrimina entre sitios a construir o a rehabilitar
15	Alcance Detalle	Entrega detalle respecto a si es comunitario, si son varios regantes, si es empresa o individual
16	Número de beneficiarios	Individual/Comunitario
17	Alcance	Categoriza en comunitario e individual

CUADRO 4-5: FORMATO FICHA CARACTERIZACIÓN SITIOS DE ACUMULACIÓN

#	Característica	Descripción
18	Cantidad de muros y descripción	Descripción de características constructivas del acumulador y de la cantidad de muros que considera cuando procede.
19	Accesibilidad	Se indican las principales vías de acceso al sitio
20	Fuente del Recurso (Fuente_Aba)	Se indican la fuente de agua asociada a la obra, pudiendo ser río, quebrada, estero, etc.
21	Canal que Abastece	Nombre del canal de riego que porta los derechos de agua a acumular
22	Cuenca aportante y estaciones meteorológicas cercanas	Se presentará el tamaño de la cuenca aportante en aquellos casos donde corresponda.
23	Volumen a Embalsar	Se indica una aproximación del volumen a embalsar
24	Dimensiones de la Obra, según interesado	Se indica en forma aproximada la altura de muro y superficie inundada
25	Estanqueidad de la Cubeta	Se refiere a la necesidad de impermeabilización del fondo del tranque
26	Características Geotécnicas de Fundaciones	Se relaciona con la necesidad de requerimientos adicionales para la correcta fundación del muro y el vertedero del tranque.
27	Obra de captación	Se especifica si se requiere una obra de captación o la existencia de esta
28	Obras de Conducción	Se especifica si se requiere una obra de conducción y entrega o la existencia de esta
29	Interferencias	Corresponde a un análisis del área a intervenir, indicando las interferencias con la infraestructura existente y a proyectar
30	Geomorfología del Sector de emplazamiento de la obra	Se refiere a las características del relieve presente en el sector y cobertura vegetal
31	Características Zona de Riego	Se indican las características principales de las posibles zonas de riego. Sobre la base de la recopilación de antecedentes y las visitas a terreno, se indica la potencialidad agrícola
32	Derechos de Aguas	Se indica la cantidad de derechos propios del individuo o comunidad interesada o la falta de ellos
33	Situación Tenencia de la Tierra según entrevistado	Se indica si los documentos están regularizados o un breve detalle de su condición actual
34	Disposición de Beneficiarios a loa obra	Se indica el interés, o un detalle de la problemática del sitio
35	Problemas Medio Ambientales Previsibles	Se señalan los posibles impactos ambientales que se puedan generar.
36	Nivel Organizacional	Se indica si corresponde a una OUA o no
37	Requerimiento de bombear desde el tranque	Se señala si Si o si No
38	Área beneficiada Estimada	Corresponde a la superficie beneficiada estimada según ITC-02

CUADRO 4-5: FORMATO FICHA CARACTERIZACIÓN SITIOS DE ACUMULACIÓN

#	Característica	Descripción
39	Sup. cultivada con riego actual	Superficie con agricultura de riego en hectáreas
40	Sup. potencialmente cultivable con riego	Superficie sin agricultura potencialmente cultivable con riego en hectáreas

Fuente: Elaboración propia con base en estudios anteriormente desarrollados por el Equipo consultor.

El análisis de cada sitio identificado se complementa con un archivo shape, incluido en el proyecto SIG, con la ubicación t posibles dimensiones. Además, se incluye kmz con los trazados de acceso.

4.2.2. Disponibilidad de Agua

Considerando que la tipología de obras propuestas respecto a su tipo de regulación se divide en regulación corta y regulación estacional, se requiere estimar el caudal con 85% (Q85) y 50% (Q50) de probabilidad para los 3 meses de máxima demanda de riego en el primer caso y el caudal medio en los meses de no riego con 85% (Q50) y 50% (Q50) de probabilidad en el segundo caso.

Las obras con regulación corta (turnal o nocturna) se abastecen desde la red de canales existente en el área de estudio, la mayoría de ellos (44 sitios) pertenecen al sistema de la Junta de Vigilancia del Río Longaví, mientras que el resto pertenecen al Sistema Melado (4 sitios) y a la Junta de Vigilancia del Río Achibueno (5 sitios).

Para la estimación del Q85 de los sitios pertenecientes a la Junta de Vigilancia del río Longaví, se utilizó como base los resultados de la modelación realizada para la situación actual en el estudio "Estudio de Prefactibilidad Construcción Sistema de Riego Embalse del Río Longaví, Región del Maule", extrayéndose la estadística de volúmenes mensuales de entrega por sector para los 3 meses de máxima demanda (diciembre a febrero) y a los cuales se les estimó el caudal promedio con 85% y 50% de probabilidad. Para el resto de los casos se utilizó directamente documento técnico DT-01, mencionado a continuación.

Se realizó también la estimación de caudales Q85 mediante la aplicación del valor de equivalencia (l/s/acción) para una probabilidad de 85% que se indican en el documento técnico (DT-01) del Manual Técnico de Obras Civiles de Los Concursos de la Ley Nº 18.450. Adicionalmente se estimó el Q50 que se obtiene de la aplicación del factor Q50/Q85 obtenido del estudio de TYPSA sobre el Q85 que se obtiene del DT-01. Los resultados de todos los caudales calculados se presentan en el Cuadro 4-6.

Los sitios con regulación estacional que suman un total de 7, se abastecen de las aguas de cauces naturales laterales a los cauces principales (río Longaví) y cuyas cuencas aportantes son de régimen pluvial. Considerando que los registros fluviométricos de las estaciones disponibles no se encuentran en régimen natural y que presentan un régimen mixto, se descartó su aplicación para la transposición de caudales a los sitios de interés y se utilizó las fórmulas de precipitación – escorrentía de Peñuelas, Grunsky, Turc y Coutagne que se indican en el Manual Técnico de la Ley Nº 18.450, adoptando los resultados obtenidos por la fórmula de Peñuelas que se muestran en el Cuadro 4-7.

CUADRO 4-6: CAUDAL Q85 Y Q50 SITIOS CON REGULACIÓN CORTA

Código del Sitio	Sector	DAA Regantes (Acciones)	Q85 TYPSA (l/s)	Q50 TYPSA (l/s)	Q85 DT-01 (l/s)	Q50 DT-01 (l/s)
LON-01	L4.1	1039	423,9	569,2	862,4	1158,1
LON-02	L4.1	7,41	3,0	4,1	6,2	8,3
LON-03	L3	19	10,9	14,6	15,8	21,2
LON-04	L3	4	2,3	3,1	3,3	4,5
LON-05	L3	6	3,4	4,6	5,0	6,7
LON-06	SM	12	-	-	176,0	236,8*
LON-07	SM	7	-	-	102,7	138,1*
LON-08	SM	6,5	-	-	95,4	128,3*
LON-09	SM	14	-	-	205,4	276,3*
LON-10	L3	7	4,0	5,4	5,8	7,8
LON-11	L3	10	5,7	7,7	8,3	11,1
LON-13	L3	2,7	1,5	2,1	2,2	3,0
LON-14	L3	930	531,5	713,5	771,9	1036,2
LON-15	L4.1	621	253,3	340,2	515,4	692,2
LON-16	L4.1	100	40,8	54,8	83,0	111,5
LON-19	L4.1	7	2,9	3,8	5,8	7,8
LON-20	L4.1	1,9	0,8	1,0	1,6	2,1
LON-22	L4.1	7	2,9	3,8	5,8	7,8
LON-23	L4.1	8	3,3	4,4	6,6	8,9
LON-24	RA	30	-	-	30,9	41,6*
LON-25	RA	58	-	-	59,7	80,4*
LON-26	RA	23,23	-	-	23,9	32,2*
LON-27	RA	78	-	-	80,3	108,1*
LON-28	RA	24	-	-	24,7	33,3*
LON-29	L4.1	600	244,8	328,7	498,0	668,8
PAR-01	L1.1	7,75	5,7	7,6	6,4	8,7
PAR-02	L1.1	3,8	2,8	3,8	3,2	4,3
PAR-03	L1.1	11	8,1	10,9	9,1	12,3
PAR-04	L1.1	7,75	5,7	7,6	6,4	8,7
PAR-05	L1.1	16,5	12,1	16,3	13,7	18,5
PAR-06	L1.1	4,5	3,3	4,4	3,7	5,0

CUADRO 4-6: CAUDAL Q85 Y Q50 SITIOS CON REGULACIÓN CORTA

Código del Sitio	Sector	DAA Regantes (Acciones)	Q85 TYPSA (l/s)	Q50 TYPSA (l/s)	Q85 DT-01 (l/s)	Q50 DT-01 (l/s)
PAR-07	L1.1	3	2,2	3,0	2,5	3,4
PAR-08	L1.1	23,5	17,2	23,2	19,5	26,3
PAR-09	L1.1	126	92,3	124,4	104,6	141,0
PAR-10	RL	3	-	-	2,5	3,3*
RET-01	L2	53	34,7	46,7	44,0	59,2
RET-02	L4.2	9,51	3,8	5,2	7,9	10,6
RET-03	L4.2	19	7,7	10,3	15,8	21,2
RET-04	L1.1	10	7,3	9,9	8,3	11,2
RET-05	L1.2	56	41,0	55,3	46,5	62,7
RET-06	L1.2	500	366,1	493,5	415,0	559,4
RET-07	L2	13,2	8,6	11,6	11,0	14,7
RET-08	L2	6,5	4,3	5,7	5,4	7,3
RET-09	L2	17,04	11,2	15,0	14,1	19,0
RET-10	L2	4,45	2,9	3,9	3,7	5,0
RET-11	L2	9,65	6,3	8,5	8,0	10,8
RET-12	L2	Sin información (**)				
RET-13	L2	3,47	2,3	3,1	2,9	3,9
RET-16	L2	7,2	4,7	6,3	6,0	8,0
RET-18	L1.2	25	18,3	24,7	20,8	28,0
RET-19	L2	52	34,0	45,8	43,2	58,1
RET-20	L2	99	64,8	87,2	82,2	110,6
RET-21	L2	130	85,1	114,5	107,9	145,2

Nota: Sectores L1.1, L1.2, L2, L3, L4.1 y L4.2 perteneces a la Junta de Vigilancia del Río Longaví; SM: Sistema Melado, RA: Junta de Vigilancia Río Achibueno y RL: Río Longaví fuera de los límites del estudio desarrollado por TYPSA. (*) En los sectores SM, RA y RL se aplica un factor promedio para obtener Q50 (DT-01) a partir de la razón obtenida en el resto sectores. Dicho nombrado es 1,35. (**) Se ha solicitado reiteradas veces esta información al agricultor interesado, lamentablemente, en todas las ocasiones ha indicado el desconocimiento de la cantidad de derechos con los que cuenta.

Fuente: Elaboración propia en base a estudio CNR 2015 y a DT-01 Manual Técnico Ley Nº 18.450

CUADRO 4-7: CAUDAL Q85 Y Q50 SITIOS CON REGULACIÓN ESTACIONAL

Sitio	Área (km^2)	PMA (mm)	TMA (ºC)	PPA 85% (mm)	PPA50% (mm)	Q85% (l/s)	Q50% (l/s)
LON-12	2,03	1091	14,0	749,9	1151	18,1	41,8
LON-17	1,08	1843	12,8	1356,3	1738,8	29,3	42,5
LON-18	2,9	1835	12,7	1364,3	1731,7	79,5	113,3
LON-21	5,09	1801	12,5	1344,6	1677,5	136,2	189,9
RET-14	0,67	840	14,2	604,6	850,3	3,9	7,7
RET-17	0,31	656	14,3	435,1	686,4	0,9	2,3
SNJ-01	0,9	702	14,4	510,8	740,4	3,7	7,8

Fuente: Elaboración propia

En el Anexo 4-5 se presenta el detalle de la estimación de los caudales para cada sitio.

4.2.3. Demandas de Agua para Riego

A la fecha de la presente entrega no se han implementado instrumentos de levantamiento de información agroproductiva en el área de estudio (instrumentos que serán aplicados a los 30 predios finalmente seleccionados mediante priorización); razón por la que en el presente acápite se consignan demandas y tasas de riego asociadas al área de estudio, solo provenientes de información secundaria disponible, más específicamente del estudio "Estudio de Prefactibilidad Construcción Sistema de Riego Embalse del Río Longaví, Región del Maule", realizado por CNR y Typsa Chile en 2015. En esta fuente se realiza una completa determinación de demandas basada en información agroproductiva primaria proveniente de encuestas agroproductivas realizadas en forma representativa en toda el área de estudio. Se determinaron además en este estudio, 4 sectores de riego según características agroclimáticas para el área de estudio. De esta forma, se presenta en el Cuadro 4-8, el resumen del cálculo de las demandas y tasas de riego mensuales para el área de estudio definida por la mencionada fuente.

Se presenta a su vez, en la Figura 4-5, el detalle gráfico de la sectorización realizada en el mencionado estudio de CNR 2015, asociando en esta, el trazado de la envolvente del área del presente estudio.

CUADRO 4-8: DEMANDAS Y TASAS DE RIEGO PRELIMINARES ÁREA DE ESTUDIO

Sector de riego	Superficie (ha)	Meses												Total (m3)
		May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	
1	12.003	0	0	0	0	3.075	11.960.040	27.664.932	38.067.921	36.021.254	27.869.596	17.878.367	4.870.055	164.335.240
2	10.002	0	0	0	0	0	9.834.513	24.345.259	35.416.292	35.011.888	27.289.602	16.693.783	4.154.864	152.746.201
3	3.953	0	0	0	0	0	3.164.161	8.398.654	12.592.449	12.987.552	10.402.071	6.231.085	1.280.768	55.056.739
4	4.169	0	0	0	0	5.341	2.661.292	7.484.426	12.124.435	12.772.766	10.308.115	5.241.502	1.193.382	51.791.258
Total	**30.126**	**0**	**0**	**0**	**0**	**8.416**	**27.620.007**	**67.893.270**	**98.201.097**	**96.793.459**	**75.869.384**	**46.044.737**	**11.499.069**	**423.929.438**
Tasa Riego (m³/mes/ha)		0	0	0	0	0,28	916,81	2.253,63	3.259,66	3.212,93	2.518,39	1.528,40	381,7	14.071,79
Tasa Riego (l/s/ha)		0	0	0	0	0	0,35	0,87	1,26	1,24	0,97	0,59	0,15	-

Fuente: CNR, 2015.

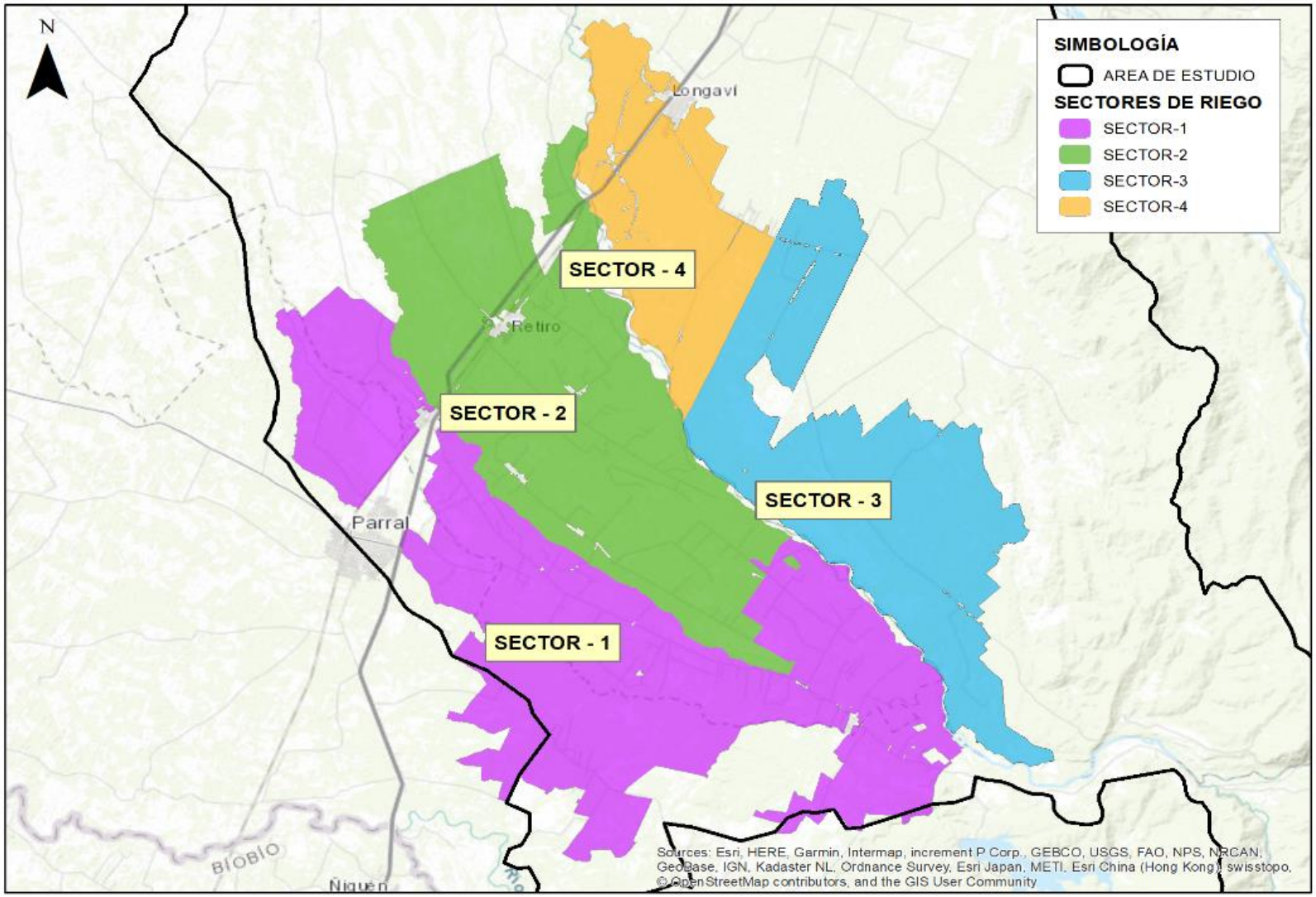


FIGURA 4-5: DISTRIBUCIÓN ESPACIAL SECTORES DE RIEGO ESTUDIO CNR – TYPSA, 2015

Fuente: CNR, 2015.

Como es posible de observar, la demanda ponderada promedio es de 14.072 m³/ha al año, con demandas mensuales, en los meses de máxima demanda (diciembre, enero y febrero), de 3.260, 3.213 y 2.518 m³/ha respectivamente, siendo por tanto la tasa de riego promedio para estos 3 meses de 3.013 m³/mes/ha.

A su vez, basado en la mencionada fuente, se presenta en el Cuadro 4-9, el detalle de la tasa de riego máxima mensual específica para cada sitio de proyecto según el sector agroclimático en el que se encuentra inserto. Se debe destacar que el área de estudio de esta fuente es más pequeña que la del presente estudio, por lo que, para fines de simplificación y dado que son solo tasas preliminares de referencia, los sitios que no se encuentran espacialmente en ninguno de los 4 sectores, fueron asociados al sector de influencia más cercano geográficamente.

CUADRO 4-9: TASAS DE RIEGO MESES MÁXIMA DEMANDA PRELIMINARES POR SITIO

Código del Sitio	Sector de Riego estudio TYPSA	Tasa de Riego Meses Máx (l/s/ha)
LON-01	4	1,09
LON-02	4	1,09
LON-03	3	1,18
LON-04	3	1,18
LON-05	3	1,18
LON-06	3	1,18
LON-07	3	1,18
LON-08	3	1,18
LON-09	3	1,18
LON-10	3	1,18
LON-11	3	1,18
LON-12	3	1,18
LON-13	3	1,18
LON-14	3	1,18
LON-15	4	1,09
LON-16	4	1,09
LON-17	3	1,18
LON-18	3	1,18
LON-19	4	1,09
LON-20	4	1,09
LON-21	3	1,18
LON-22	4	1,09
LON-23	4	1,09
LON-24	3	1,18
LON-25	3	1,18
LON-26	3	1,18
LON-27	3	1,18
LON-28	3	1,18
LON-29	4	1,09
PAR-01	1	1,1
PAR-02	1	1,1
PAR-03	1	1,1
PAR-04	1	1,1
PAR-05	1	1,1
PAR-06	1	1,1
PAR-07	1	1,1
PAR-08	1	1,1
PAR-09	1	1,1
PAR-10	1	1,1
RET-01	2	1,26
RET-02	4	1,09
RET-03	4	1,09
RET-04	1	1,1
RET-05	1	1,1
RET-06	1	1,1
RET-07	2	1,26
RET-08	2	1,26
RET-09	2	1,26
RET-10	2	1,26
RET-11	2	1,26
RET-12	2	1,26
RET-13	2	1,26
RET-14	4	1,09
RET-15	2	1,26
RET-16	2	1,26
RET-17	4	1,09
RET-18	1	1,1
RET-19	2	1,26
RET-20	2	1,26
RET-21	2	1,26
SNJ-01	4	1,09

Fuente: CNR, 2015.

4.2.4. Superficie Beneficiada

Para obtener un valor estimativo de cantidad de superficie potencialmente beneficiable con la construcción de cada proyecto se procedió, tal como lo indica el instructivo técnico para obras civiles de la Ley 18.450, a calcular los caudales 85% de seguridad de riego asociados a cada sitio, los que, a su vez al ser divididos por la tasa de riego correspondiente, se obtiene el mencionado valor de superficie. Este valor se presenta en el Anexo 4-3.

La mencionada metodología fue aplicada para la estimación de superficie potencialmente beneficiada según 3 modalidades de obras prototipo identificadas dentro del conjunto de proyectos visitados en terreno, correspondientes a obras de acumulación estacional, obras de acumulación nocturna y obras de acumulación por turnos. Se describe a continuación el cálculo asociado a cada modalidad de obra según el ITC-02 de la Ley 18.450.

4.2.5. Estimación de superficie beneficiada (SB) para nuevas obras de acumulación estacional

Se desprende del numeral 5.3.1 del ITC-02 que la superficie beneficiada (SB) se calcula como el caudal promedio anual con 85% de probabilidad de excedencia que abastece al embalse (m^3/temporada), dividido por la demanda de la temporada de riego de una hectárea (m^3/temporada/ha). Este se aplica en casos específicos a obras de tipología tipo 1 y 2.

$$SB = \frac{Q85\%_{disponible\ temporada\ no\ riego}}{Demanda_{temporada\ no\ riego}}$$

4.2.6. Estimación de superficie beneficiada (SB) para obras de acumulación nocturna

Se desprende del numeral 5.4.1 del ITC-02 que la superficie beneficiada (SB) se calcula como el caudal promedio con 85% de probabilidad de excedencia de los 3 meses de máxima demanda multiplicado por F/24 horas (l/s) dividido por la demanda diaria en l/s/ha), donde F es el tiempo considerado para acumular diariamente (entre 0 a 14 hrs). Este se aplica en casos específicos a obras de tipología tipo 2.1 y 2.2.

$$SB = \frac{Q85\% \cdot F/24}{Demanda}$$

4.2.7. Estimación de superficie beneficiada (SB) para obras de acumulación por turnos

Se desprende del numeral 5.4.3 del ITC-02 que la superficie beneficiada (SB) se calcula como el caudal promedio con 85% de probabilidad de excedencia de los 3 meses de máxima demanda

multiplicado por el TET: tiempo entre turnos dividido por la demanda entre turnos. Este se aplica en casos específicos a obras de tipología tipo 2.1 y 2.2.

$$SB = \frac{Q85\% \cdot TET}{Demanda \cdot TET}$$

4.3. Selección de Sitios Definitivos

4.3.1. Criterios de Evaluación de Sitios Preseleccionados

A partir de la descripción y diagnóstico de los 61 sitios preseleccionados, se estableció un sistema de puntuación, para evaluar los diferentes aspectos legales, beneficiarios, magnitud y costos, construcción y factores ambientales.

En el Cuadro 4-10 se presentan los criterios considerados, las variables de interés, los indicadores y la forma de asignar la nota, utilizados para la evaluación de los sitios. Además, se incluye la relevancia de cada aspecto evaluado el cual se refleja en su peso frente al resto.

CUADRO 4-10: CRITERIOS DE EVALUACIÓN SELECCIÓN DE SITIOS DE REGULACIÓN

Criterio	Peso Criterio	Variable a Considerar	Objetivo de Variable	Indicador	Asignación de nota	Peso
Técnico / Económico	30	Costo total del proyecto por volumen embalsado	Favorecer obras de menor costo.	Costo / volumen útil (m3)	Nota: Según quintil, de menor a mayor costo por m3 (5 a 1)	15
		Costo por ha beneficiada	Favorecer obras de menor costo por hectárea.	Costo / hectárea	Nota: Según quintil, de menor a mayor costo por ha (5 a 1)	10
		Riego gravitacional	Identificar tranques que puedan regar en forma gravitacional	Si o No	Nota: Tranque riego gravitacional= 5; otro=1.	5
Estratégico Y Gestión	30	Individual o Comunitario	Favorecer obras comunitarias por sobre las individuales	Si o No	Nota: Comunitario= 5, Individual= 1.	10
		Nivel Organizacional	Apoyar proyectos de rehabilitación de tranques en áreas con OUA establecidas y operativas.	Antecedentes de reuniones de la OUA	Nota: OUA = 5, otro= 1.	5
		Nª de usuarios	Beneficiar mayor número de usuarios	N° usuarios	Nota: 1 entre 001 y 005 2 entre 006 y 010 3 entre 011 y 050 4 entre 051 y 100 5 > 100	15

CUADRO 4-10: CRITERIOS DE EVALUACIÓN SELECCIÓN DE SITIOS DE REGULACIÓN

Criterio	Peso Criterio	Variable a Considerar	Objetivo de Variable	Indicador	Asignación de nota	Peso
Sensibilidad Ambiental	5	Grado de intervención antrópica	Proteger y mantener la biodiversidad nativa del sitio	Presencia de Vegetación Nativa	Nota: Sin presencia de vegetación Nativa= 5, otro = 1	5
Social	25	Tipo de Agricultor	Favorecer a agricultores más afines al Perfil INDAP	Agricultor INDAP o si tiene perfil INDAP (nivel productivo Bajo y menos de 12 ha de riego básico)	Nota: INDAP o Perfil INDAP= 5; NO INDAP = 1.	25
Legal	10	Derecho de Aguas	Identificar estado del DAA	Regularizado, o con problemas	Nota: Regularizado DAA=5; otro=1.	5
		Situación de la tenencia de la tierra	Identificar la situación actual de la propiedad	Regularizada o con problemas	Nota: Regularizada= 5; otro=1.	5

Fuente: Elaboración Propia

Es importante destacar que, anterior a la aplicación de la Matriz Multicriterio se realizó un filtro de aquellos sitios con las siguientes características:

1) Ambigüedad en la factibilidad real de No rechazo del derecho de agua y ambigüedad de los tiempos de tramitación de un nuevo derecho o traslado.

2) Ambigüedad respecto a la tenencia de la tierra o sin propiedad

3) Beneficiarios dispuestos a comprar terreno una vez avanzado el proyecto

4) Ambigüedad respecto al interés de los futuros beneficiarios

5) Pierde interés por el proyecto

CUADRO 4-11: SITIOS DESCARTADOS POR AMBIGÜEDAD DE REQUISITOS MÍNIMOS

Sitio	Filtro Aplicado para su Descarte
LON-06	4
LON-07	4
LON-12	1
LON-17	1
LON-18	1
LON-21	1

Sitio	Filtro Aplicado para su Descarte
LON-24	3
RET-03	5
RET-12	2
RET-17	1
SNJ-01	1

Fuente: Elaboración Propia

4.3.2. Evaluación de Sitios Preseleccionados

A partir de los criterios presentados en el acápite anterior se procedió a evaluar cada uno de los sitios preseleccionados.

En el Cuadro 4-12 se presenta la puntuación de cada sitio. Las mayores diferencias se presentan en las variables "Tipo de Agricultor" del criterio social e "individual o Comunitario". Las diferencias se acentúan dado el peso asignado a cada aspecto.

CUADRO 4-12: PUNTUACIÓN DE SITIOS PRESELECCIONADOS

N°	Código	Técnico / Económico			Estratégico y Gestión			Ambiental	Social	Legal		Puntaje
		Costo total por volumen embalsado	Costo por ha beneficiada	Riego gravitacional	Individual o Comunitario	Nivel Organizacional	Nª de usuarios	Grado de intervención antrópica	Tipo de Agricultor	Derecho de Aguas	Tenencia de la tierra	
1	LON-01	15,0	10,0	5,0	10,0	5,0	15,0	5,0	25,0	5,0	5,0	**100,0**
2	LON-02	9,0	2,0	1,0	2,0	1,0	3,0	5,0	5,0	5,0	5,0	**38,0**
3	LON-03	6,0	4,0	1,0	2,0	1,0	3,0	5,0	5,0	5,0	5,0	**37,0**
4	LON-04	12,0	2,0	1,0	10,0	1,0	3,0	5,0	25,0	5,0	5,0	**69,0**
5	LON-05	12,0	2,0	1,0	2,0	1,0	3,0	5,0	5,0	5,0	5,0	**41,0**
6	LON-08	9,0	8,0	5,0	10,0	1,0	9,0	5,0	25,0	5,0	5,0	**82,0**
7	LON-09	12,0	8,0	5,0	10,0	1,0	9,0	1,0	25,0	5,0	5,0	**81,0**
8	LON-10	9,0	2,0	1,0	2,0	1,0	3,0	5,0	25,0	5,0	5,0	**58,0**
9	LON-11	9,0	4,0	1,0	2,0	1,0	3,0	5,0	5,0	5,0	5,0	**40,0**
10	LON-13	12,0	2,0	1,0	2,0	1,0	3,0	5,0	25,0	5,0	5,0	**61,0**
11	LON-14	15,0	10,0	5,0	10,0	5,0	9,0	5,0	25,0	5,0	1,0	**90,0**
12	LON-15	15,0	10,0	5,0	10,0	5,0	15,0	5,0	25,0	5,0	5,0	**100,0**
13	LON-16	3,0	8,0	1,0	10,0	5,0	6,0	5,0	25,0	5,0	1,0	**69,0**
14	LON-19	9,0	2,0	1,0	2,0	1,0	3,0	5,0	25,0	5,0	5,0	**58,0**
15	LON-20	12,0	2,0	1,0	2,0	1,0	3,0	5,0	25,0	5,0	5,0	**61,0**
16	LON-21	6,0	4,0	1,0	2,0	1,0	3,0	5,0	25,0	5,0	5,0	**57,0**
17	LON-22	6,0	4,0	1,0	10,0	1,0	3,0	5,0	25,0	5,0	5,0	**65,0**
18	LON-23	6,0	8,0	1,0	2,0	1,0	3,0	5,0	5,0	5,0	5,0	**41,0**
19	LON-25	3,0	6,0	1,0	10,0	1,0	3,0	5,0	25,0	5,0	5,0	**64,0**
20	LON-26	6,0	8,0	1,0	2,0	1,0	3,0	5,0	5,0	5,0	5,0	**41,0**
21	LON-27	3,0	8,0	1,0	2,0	1,0	3,0	5,0	5,0	5,0	5,0	**38,0**
22	LON-28	15,0	10,0	5,0	10,0	5,0	12,0	5,0	25,0	5,0	5,0	**97,0**
23	LON-29	6,0	4,0	1,0	2,0	1,0	3,0	5,0	25,0	5,0	5,0	**57,0**
24	PAR-01	6,0	4,0	1,0	2,0	1,0	3,0	5,0	25,0	5,0	5,0	**57,0**
25	PAR-02	12,0	6,0	1,0	2,0	1,0	3,0	5,0	5,0	5,0	5,0	**45,0**
26	PAR-03	9,0	2,0	1,0	2,0	1,0	3,0	5,0	25,0	5,0	5,0	**58,0**
27	PAR-04	6,0	4,0	1,0	2,0	1,0	3,0	5,0	5,0	5,0	5,0	**37,0**
28	PAR-05	3,0	6,0	1,0	10,0	1,0	3,0	5,0	25,0	5,0	5,0	**64,0**
29	PAR-06	15,0	10,0	5,0	2,0	1,0	3,0	1,0	5,0	5,0	5,0	**52,0**
30	PAR-07	6,0	6,0	1,0	2,0	1,0	3,0	5,0	5,0	5,0	5,0	**39,0**
31	PAR-08	12,0	10,0	5,0	10,0	5,0	9,0	5,0	25,0	5,0	5,0	**91,0**
32	PAR-09	3,0	6,0	1,0	2,0	1,0	3,0	5,0	5,0	5,0	5,0	**36,0**
33	PAR-10	15,0	10,0	5,0	2,0	1,0	3,0	5,0	5,0	5,0	5,0	**56,0**
34	RET-01	12,0	10,0	1,0	2,0	1,0	3,0	5,0	25,0	5,0	5,0	**69,0**
35	RET-02	9,0	4,0	1,0	2,0	1,0	3,0	5,0	5,0	5,0	5,0	**40,0**
36	RET-04	15,0	10,0	5,0	2,0	1,0	3,0	5,0	5,0	5,0	5,0	**56,0**
37	RET-05	12,0	8,0	5,0	10,0	5,0	9,0	5,0	25,0	5,0	5,0	**89,0**
38	RET-06	9,0	4,0	1,0	2,0	1,0	3,0	5,0	25,0	5,0	5,0	**60,0**

CUADRO 4-12: PUNTUACIÓN DE SITIOS PRESELECCIONADOS

N°	Código	Técnico / Económico			Estratégico y Gestión			Ambiental	Social	Legal		Puntaje
		Costo total por volumen embalsado	Costo por ha beneficiada	Riego gravitacional	Individual o Comunitario	Nivel Organizacional	Nª de usuarios	Grado de intervención antrópica	Tipo de Agricultor	Derecho de Aguas	Tenencia de la tierra	
39	RET-07	9,0	2,0	1,0	2,0	1,0	3,0	5,0	25,0	5,0	5,0	**58,0**
40	RET-08	3,0	6,0	1,0	2,0	1,0	3,0	1,0	5,0	5,0	5,0	**32,0**
41	RET-09	6,0	4,0	1,0	2,0	1,0	3,0	5,0	5,0	5,0	5,0	**37,0**
42	RET-10	3,0	6,0	1,0	10,0	1,0	3,0	5,0	25,0	5,0	1,0	**60,0**
43	RET-11	3,0	6,0	1,0	2,0	1,0	3,0	5,0	5,0	5,0	5,0	**36,0**
44	RET-13	12,0	2,0	1,0	2,0	1,0	3,0	1,0	5,0	5,0	5,0	**37,0**
45	RET-14	9,0	8,0	1,0	2,0	1,0	3,0	5,0	5,0	5,0	5,0	**44,0**
46	RET-15	3,0	6,0	1,0	10,0	1,0	3,0	5,0	25,0	5,0	5,0	**64,0**
47	RET-16	3,0	8,0	1,0	2,0	1,0	3,0	1,0	5,0	5,0	5,0	**34,0**
48	RET-18	15,0	10,0	1,0	10,0	1,0	3,0	5,0	5,0	5,0	5,0	**60,0**
49	RET-19	15,0	8,0	5,0	10,0	5,0	6,0	5,0	25,0	5,0	5,0	**89,0**
50	RET-20	15,0	6,0	5,0	10,0	5,0	6,0	5,0	25,0	5,0	5,0	**87,0**

Fuente: Elaboración Propia

4.3.3. Priorización de los sitios Preseleccionados

Luego de la aplicación de la matriz multicriterio, se han priorizado los sitios según su puntaje obtenido. En el Cuadro 4-13 se presenta el listado de sitios de regulación, junto con sus características más relevantes. La evaluación de los sitios se incluye también en el Anexo 4-6, su ubicación espacial se presenta en la Figura 4-6. Con ello se cuenta con los 30 sitios seleccionados, los cuales quedan sujetos a la validación de los papeles legales.

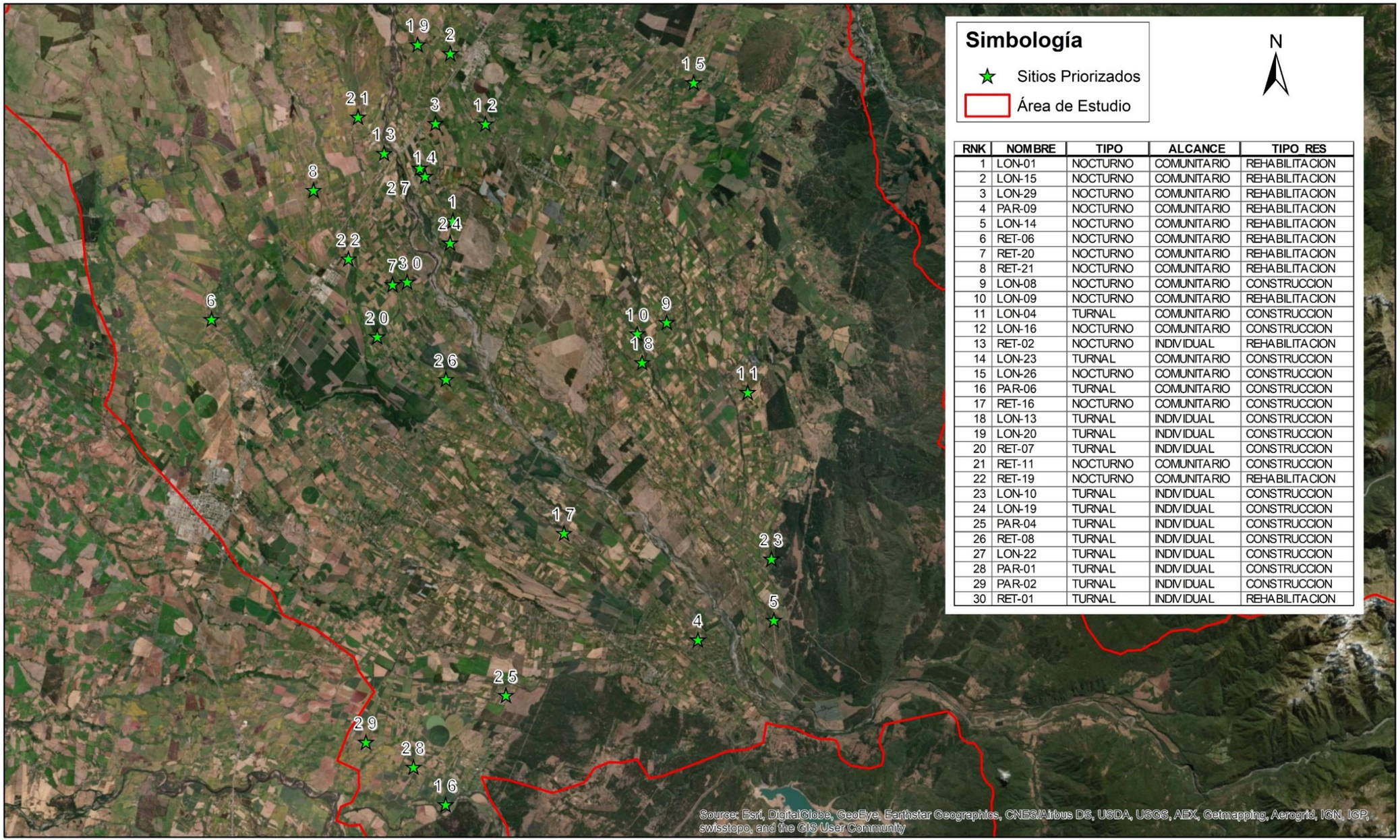
CUADRO 4-13: LISTADO DE SITIOS DE REGULACIÓN PRIORIZADOS

Ranking	Sitio	Comuna	Beneficiado	Comunitario o Individual	Tipo de Agricultor	Nivel organiza-cional	Justificación	Tipo Mejoramiento	Regulación	Origen de la Iniciativa	Superficie Beneficiada Preliminar (ha)	N° Beneficiados informados	Volumen Estimado (m³)	Costo Estimado ($)
1	LON-01	Longaví	Comunidad de Agua Canal primera Bajo	Comunitario	Perfil INDAP	OUA	Ampliar capacidad de tranque CORA con el fin de mejorar la disponibilidad de agua y dar oportunidad de modificar tipo de cultivos	Rehabilitación	Nocturno	CORA	637,2	400	49.300	111.629.256
2	LON-15	Longaví	Comunidad canal 1era Arriba	Comunitario	Perfil INDAP	OUA	Rehabilitar tranque CORA con el fin de realizar regulación nocturna	Rehabilitación	Nocturno	CORA	315,0	300	15.620	6.273.320
3	LON-29	Longaví	Comunidad de aguas canal 1era abajo	Comunitario	Perfil INDAP	OUA	Ex tranque CORA, se considera ampliación optimizando el uso del agua y evitando el riego nocturno	Rehabilitación	Nocturno	CORA	368,0	150	25.160	29.156.408
4	PAR-09	Parral	Comunidad de Aguas Canal Longaví Alto	Comunitario	Perfil INDAP	OUA	Rehabilitar y ampliar tranque CORA para beneficio de la comunidad	Rehabilitación	Nocturno	CORA	77,0	70	5.058	19.748.167
5	LON-14	Longaví	Comunidad Esperanza Plan	Comunitario	INDAP	OUA	Ampliar capacidad de tranque CORA con el fin de mejorar la disponibilidad de agua y aumentar la superficie de riego	Rehabilitación	Nocturno	CORA	528,7	70	15.300	37.733.446
6	RET-06	Retiro	Comunidad Regantes San Nicolás Abajo	Comunitario	Perfil INDAP	OUA	Recuperar tranque de regulación para la temporada. Turno de 8 a 12 días	Rehabilitación	Nocturno	Interés Local	270,0	90	28.195	211.524.364
7	RET-20	Retiro	Comunidad de Aguas Canal Maitenes	Comunitario	Perfil INDAP	OUA	Rehabilitar tranque CORA con el fin de realizar regulación nocturna y optimizar uso	Rehabilitación	Nocturno	CORA	52,5	25	26.091	39.483.620
8	RET-21	Retiro	Comunidad Regantes Canal El Carmen	Comunitario	Perfil INDAP	OUA	Rehabilitar tranque CORA con el fin de realizar regulación nocturna y optimizar uso	Rehabilitación	Nocturno	CORA	69,0	25	54.450	119.674.880
9	LON-08	Longaví	Juan Aravena	Comunitario	Perfil INDAP	OTRA	Evitar pérdidas durante riego nocturno y optimizar uso del agua.	Construcción	Nocturno	Interés Local	57,3	70	5.822	45.741.020
10	LON-09	Longaví	Sebastián Urrutia	Comunitario	Perfil INDAP	OTRA	Evitar pérdidas durante riego nocturno y optimizar uso del agua.	Rehabilitación	Nocturno	Interés Local	128,3	86	13.036	99.196.760
11	LON-04	Longaví	Sr Cipriano Cerda Espinoza	Comunitario	INDAP	OTRA	Evitar pérdidas durante riego nocturno y optimizar uso del agua entre turnos. Turno cada 15 días, 2 dias	Construcción	Turnal	Interés Local	2,7	2	4.039	30.900.090
12	LON-16	Longaví	Comunidad canal 1era Arriba	Comunitario	Perfil INDAP	OUA	Evitar pérdidas durante riego nocturno y optimizar uso del agua.	Construcción	Nocturno	Interés Local	59,6	15	5.618	48.126.293
13	RET-02	Retiro	Sr. Humberto Romero	Individual	INDAP	OTRA	Mejorar seguridad de riego en función de su experiencia con tranque rústico existente y para abrevadero	Rehabilitación	Nocturno	Interés Local	5,7	1	534	2.308.790
14	LON-23	Longaví	Suc. Avaria Molina	Comunitario	Perfil INDAP	OTRA	Evitar pérdidas durante riego nocturno y optimizar uso del agua entre turnos. Turno cada 18 días, 48 horas	Construcción	Turnal	Interés Local	2,1	6	3.514	27.980.940
15	LON-26	Longaví	Sergio Hernández Muñoz	Comunitario	INDAP	OTRA	Evitar pérdidas durante riego nocturno y optimizar uso del agua.	Construcción	Nocturno	Interés Local	16,0	6	1.628	14.663.378
16	PAR-06	Parral	Sra. Raquel Retamal González	Comunitario	Perfil INDAP	OTRA	Aumentar y cambiar a cultivos más rentables y optimizar uso del agua entre turnos. Turno cada 12 días, 48 horas. Aportar a comuneros que no tienen agua	Construcción	Turnal	Interés Local	1,0	7	1.099	9.236.078
17	RET-16	Retiro	Juana Luisa Jara Lillo	Comunitario	INDAP	OTRA	Evitar pérdidas por paso de aguas por regueros de otros propietarios y mejorar rentabilidad al cambiar cultivos.	Construcción	Nocturno	Interés Local	3,7	3	405	7.352.337
18	LON-13	Longaví	Luis Rodolfo Espinoza Agurto	Individual	INDAP	OTRA	Evitar pérdidas durante riego nocturno y optimizar uso del agua. Aprovechar diferencia de Cota	Construcción	Turnal	Interés Local	2,5	1	2.490	19.106.393
19	LON-20	Longaví	Manuel Zenteno Arenas	Individual	INDAP	OTRA	Evitar pérdidas durante riego nocturno y optimizar uso del agua entre turnos. Mejorar rentabilidad con cambio de cultivos a hortalizas y frutales. Turno cada 18 días, 48 horas	Construcción	Turnal	Interés Local	1,7	1	2.882	21.816.893
20	RET-07	Retiro	Sr. René López	Individual	INDAP	OTRA	Evitar pérdidas durante riego nocturno y optimizar uso del agua entre turnos. Turno cada 8 días	Construcción	Turnal	Interés Local	6,4	1	5.584	43.977.440
21	RET-11	Retiro	Suc. Vallejos Aravena	Comunitario	Perfil INDAP	OTRA	Evitar pérdidas durante riego nocturno y optimizar regulación.	Construcción	Nocturno	Interés Local	5,0	9	543	6.369.451
22	RET-19	Retiro	Nivaldo Corvalán	Comunitario	NO INDAP	OTRA	Rehabilitar tranque con el fin de realizar regulación nocturna y optimizar uso	Rehabilitación	Nocturno	Interés Local	14,2	4	2.928	2.600.000
23	LON-10	Longaví	Angel Yañez	Individual	INDAP	OTRA	Evitar pérdidas durante riego nocturno y optimizar uso del agua entre turnos. Aumentar riego por empastada, 9ha extras.	Construcción	Turnal	Interés Local	2,8	1	4.317	33.688.395
24	LON-19	Longaví	Demesio Villalobos Hormazabal	Individual	INDAP	OTRA	Evitar pérdidas durante riego nocturno y optimizar uso del agua entre turnos. Turno cada 13-14 días, 48 horas	Construcción	Turnal	Interés Local	4,4	1	5.441	42.017.235
25	PAR-04	Parral	Sra. María Fuentes Tejo	Individual	Perfil INDAP	OTRA	Adaptabilidad de nuevos cultivos, de empastada o trêbol a porotos, chacra y optimizar uso del agua entre turnos. Turno cada 8 días, 48 horas	Construcción	Turnal	Interés Local	7,0	1	5.342	41.465.726
26	RET-08	Retiro	Sr. Juan Roberto Escobar	Individual	INDAP	OTRA	Evitar pérdidas durante riego nocturno y optimizar uso del agua entre turnos.	Construcción	Turnal	Interés Local	3,6	1	5.488	42.244.118

CUADRO 4-13: LISTADO DE SITIOS DE REGULACIÓN PRIORIZADOS

Ranking	Sitio	Comuna	Beneficiado	Comunitario o Individual	Tipo de Agricultor	Nivel organizacional	Justificación	Tipo Mejoramiento	Regulación	Origen de la Iniciativa	Superficie Beneficiada Preliminar (ha)	N° Beneficiados informados	Volumen Estimado (m³)	Costo Estimado ($)
27	LON-22	Longaví	Regina Villalobos y Otros	Individual	Perfil INDAP	OTRA	Evitar pérdidas durante riego nocturno y optimizar uso del agua entre turnos. Turno cada 10 días, 48 horas	Construcción	Turnal	Interés Local	2,9	1	2.712	21.795.345
28	PAR-01	Parral	Sra. Magdalena Fuentes Tejo	Individual	Perfil INDAP	OTRA	Evitar pérdidas durante riego nocturno y optimizar uso del agua entre turnos. Turno cada 12 días, 48 horas	Construcción	Turnal	Interés Local	2,3	1	2.604	21.177.146
29	PAR-02	Parral	Sr. Exequias Romero	Individual	INDAP	OTRA	Evitar pérdidas durante riego nocturno y optimizar uso del agua entre turnos. Turno cada 12 días, 24 horas	Construcción	Turnal	Interés Local	1,6	1	1.820	14.408.745
30	RET-01	Retiro	Sr. Gloria Pedreros Hurtado	Individual	NO INDAP	OTRA	Mejorar seguridad de riego en función de su experiencia con tranque rústico existente, disminuyendo áreas de sacrificios (20ha)	Rehabilitación	Nocturno	Interés Local	27,3	1	2.985	2.600.000
31	RET-05	Retiro	Agrícola Araucaria Ltda	Individual	NO INDAP	OTRA	Mejorar seguridad de riego, en la temporada	Rehabilitación	Nocturno	Interés Local	33,3	1	3.158	2.600.000
32	PAR-07	Parral	Patti English	Individual	NO INDAP	OTRA	Rehabilitar tranque en desuso, para acumulación nocturna y optimizar uso del agua entre turnos. Turno cada una semana, 24 horas	Rehabilitación	Turnal	Interés Local	3,1	1	1.740	728.325
33	PAR-03	Parral	Sociedad agrícola San Alberto	Individual	NO INDAP	OTRA	Aumentar la rentabilidad por medio de cambio de cultivo a frambuesa, arándanos y optimizar uso del agua entre turnos. Turno cada 8 días, 3 días	Ampliación	Turnal	Interés Local	4,7	1	3.544	20.524.790
34	RET-15	Retiro	Guillermo Ibañez Vidal	Individual	NO INDAP	OTRA	Mejorar gestión de agua, mediante acumulación nocturna	Construcción	Nocturno	Interés Local	80,8	1	8.821	67.964.454
35	LON-05	Longaví	Sr. Rodollfo Batarce	Individual	NO INDAP	OTRA	Evitar pérdidas durante riego nocturno y optimizar uso del agua durante el turno. Busca adaptabilidad. Turno cada 8-10 días,	Construcción	Turnal	Interés Local	5,7	1	5.198	39.976.685
36	LON-25	Longaví	Sady Chacón Rossom	Individual	NO INDAP	OTRA	Evitar pérdidas durante riego nocturno y optimizar uso del agua.	Construcción	Nocturno	Interés Local	40,0	1	4.065	32.719.498
37	LON-27	Longaví	Ricardo Valenzuela	Individual	NO INDAP	OTRA	Evitar pérdidas durante riego nocturno y optimizar uso del agua.	Construcción	Nocturno	Interés Local	27,0	1	4.984	39.531.440
38	LON-11	Longaví	Carlos Cabello	Individual	NO INDAP	OTRA	Aprovechar aguas de derrames para disponer de aguas para frambuesa y empastada, y optimizar uso del agua entre turnos	Construcción	Turnal	Interés Local	3,8	1	5.764	45.138.990
39	RET-04	Retiro	Sra. María Hernández Espinoza	Individual	NO INDAP	OTRA	Evitar pérdidas durante riego nocturno y optimizar uso del agua entre turnos. Turno cada 6 días por 24 horas	Construcción	Turnal	Interés Local	9,4	1	5.376	42.263.910
40	PAR-08	Parral	Agrícola San Rafael	Individual	NO INDAP	OTRA	Aumentar y cambiar a cultivos más rentables: arándano y optimizar uso del agua entre turnos. Turno cada 5 días, 10 a 12 horas	Construcción	Turnal	Interés Local	5,7	1	5.400	42.614.000
41	LON-02	Longaví	Carlos Sepúlveda Alarcón	Individual	NO INDAP	OTRA	Evitar pérdidas durante riego nocturno y optimizar uso del agua entre turnos. Turno cada 15 días	Construcción	Turnal	Interés Local	4,0	1	5.586	43.191.223
42	LON-28	Longaví	Elsiro Garrido	Individual	NO INDAP	OTRA	Evitar pérdidas durante riego nocturno y optimizar uso del agua.	Construcción	Nocturno	Interés Local	16,6	1	1.682	15.063.241
43	LON-03	Longaví	Sr. Francisco Urrutia Ascencio	Individual	NO INDAP	OTRA	Evitar pérdidas durante riego nocturno y optimizar uso del agua entre turnos. Turno cada 11 días, 2 días 11 horas	Construcción	Turnal	Interés Local	4,8	1	5.346	42.213.860
44	PAR-05	Parral	Sra María Ortega Lara	Individual	NO INDAP	OTRA	Evitar pérdidas durante riego nocturno rentabilidad mejores cultivos y optimizar uso del agua entre turnos. Turno cada 9-10 días, 24 horas	Construcción	Turnal	Interés Local	6,3	1	5.376	42.436.160
45	RET-10	Retiro	José Arrue Isamit	Individual	NO INDAP	OTRA	rentabilidad y adaptabilidad de cultivos, de trigo a olivo y optimizar uso del agua entre turnos	Construcción	Turnal	Interés Local	2,2	1	1.908	15.218.629
46	RET-14	Retiro	Agrícola Fundo Cuñao SpA	Individual	NO INDAP	OTRA	Mejorar disponibilidad de agua	Construcción	Estacional	Interés Local	5,8	1	51.372	385.216.520
47	PAR-10	Parral	Rodrigo Sepulveda Martinez	Individual	NO INDAP	OTRA	Acumular agua para cultivar alfalfa para animales	Construcción	Nocturno	Interés Local	1,3	1	125	1.658.250
48	RET-13	Retiro	Bernardo González V.	Individual	NO INDAP	OTRA	Evitar pérdidas durante riego nocturno y mejorar rentabilidad al cambiar cultivos.	Construcción	Nocturno	Interés Local	1,8	1	195	2.290.362
49	RET-18	Retiro	Ana María Valdéz Parra	Individual	NO INDAP	OTRA	Mejorar disponibilidad de agua	Construcción	Nocturno	Carta IGM	14,8	1	1.410	13.046.218
50	RET-09	Retiro	Agrícola y Forestal Tierra Buena	Individual	NO INDAP	OTRA	Reutilizar aguas de derrames de su propio predio en bajo natural donde se acumula agua, mejorando rentabilidad	Construcción	Nocturno	Interés Local	8,8	1	960	9.710.311

Fuente: Elaboración Propia



RNK	NOMBRE	TIPO	ALCANCE	TIPO_RES
1	LON-01	NOCTURNO	COMUNITARIO	REHABILITACION
2	LON-15	NOCTURNO	COMUNITARIO	REHABILITACION
3	LON-29	NOCTURNO	COMUNITARIO	REHABILITACION
4	PAR-09	NOCTURNO	COMUNITARIO	REHABILITACION
5	LON-14	NOCTURNO	COMUNITARIO	REHABILITACION
6	RET-06	NOCTURNO	COMUNITARIO	REHABILITACION
7	RET-20	NOCTURNO	COMUNITARIO	REHABILITACION
8	RET-21	NOCTURNO	COMUNITARIO	REHABILITACION
9	LON-08	NOCTURNO	COMUNITARIO	CONSTRUCCION
10	LON-09	NOCTURNO	COMUNITARIO	REHABILITACION
11	LON-04	TURNAL	COMUNITARIO	CONSTRUCCION
12	LON-16	NOCTURNO	COMUNITARIO	CONSTRUCCION
13	RET-02	NOCTURNO	INDIVIDUAL	REHABILITACION
14	LON-23	TURNAL	COMUNITARIO	CONSTRUCCION
15	LON-26	NOCTURNO	COMUNITARIO	CONSTRUCCION
16	PAR-06	TURNAL	COMUNITARIO	CONSTRUCCION
17	RET-16	NOCTURNO	COMUNITARIO	CONSTRUCCION
18	LON-13	TURNAL	INDIVIDUAL	CONSTRUCCION
19	LON-20	TURNAL	INDIVIDUAL	CONSTRUCCION
20	RET-07	TURNAL	INDIVIDUAL	CONSTRUCCION
21	RET-11	NOCTURNO	COMUNITARIO	CONSTRUCCION
22	RET-19	NOCTURNO	COMUNITARIO	REHABILITACION
23	LON-10	TURNAL	INDIVIDUAL	CONSTRUCCION
24	LON-19	TURNAL	INDIVIDUAL	CONSTRUCCION
25	PAR-04	TURNAL	INDIVIDUAL	CONSTRUCCION
26	RET-08	TURNAL	INDIVIDUAL	CONSTRUCCION
27	LON-22	TURNAL	INDIVIDUAL	CONSTRUCCION
28	PAR-01	TURNAL	INDIVIDUAL	CONSTRUCCION
29	PAR-02	TURNAL	INDIVIDUAL	CONSTRUCCION
30	RET-01	TURNAL	INDIVIDUAL	REHABILITACION

FIGURA 4-6: UBICACIÓN ESPACIAL SITIOS PRIORIZADOS

Fuente: Elaboración Propia

4.3.4. Cambios Posteriores a la Priorización

Con la priorización de sitios de proyectos determinada anteriormente se procedió a iniciar los contactos con los propietarios o representantes para la realización de los trabajos de proyectos. En ese momento cinco propietarios decidieron no seguir participando en el estudio, motivo por el cual fueron reemplazados por los sitios que se encontraban inmediatamente después en la lista de priorización (ranking 31 a 35), tal como se resumen en el Cuadro 4-14.

CUADRO 4-14: SITIOS ELIMINADOS E INCORPORADOS POST PRIORIZACIÓN

Sitios Eliminados	
Ranking	Código
2	LON-15
4	PAR-09
6	RET-06
8	RET-21
12	LON-16

Sitios Incorporados	
Ranking	Código
31	RET-05
32	PAR-07
33	PAR-03
34	RET-15
35	LON-05

Fuente: Elaboración Propia

De esta forma, el listado final de 30 sitios considerados para los trabajos de terreno y posteriores diseños se presentan en el Cuadro 4-15. Cabe destacar que en los sitios LON-08, PAR-06 y RET-16 se produjo un desistimiento para continuar en el estudio luego de haber finalizado los trabajos de terreno, por lo que en estos casos no se incorporaron nuevos sitios. Dichos desistimientos, por parte de los potenciales beneficiarios, sucedieron en las Etapa 4 y 5 del estudio, razón por la cual no se incorporaron nuevos sitios. Los antecedentes específicos de estas situaciones, incluida la carta de desistimiento, se encuentran en el Capítulo 8 y en la Carpeta Legal de los proyectos.

CUADRO 4-15: LISTADO FINAL DE SITIOS PARA DISEÑO

N°	Sitio
1	LON-01
2	LON-04
3	LON-05
4	LON-08
5	LON-09
6	LON-10
7	LON-13
8	LON-14
9	LON-19
10	LON-20

N°	Sitio
11	LON-22
12	LON-23
13	LON-26
14	LON-29
15	PAR-01
16	PAR-02
17	PAR-03
18	PAR-04
19	PAR-06
20	PAR-07

N°	Sitio
21	RET-01
22	RET-02
23	RET-05
24	RET-07
25	RET-08
26	RET-11
27	RET-15
28	RET-16
29	RET-19
30	RET-20

Fuente: Elaboración Propia

4.3.5. Carta de interés y Conformidad de los Beneficiarios

Para evitar que un sitio determinado no satisfaga a alguna de las partes, se presentará una carta de interés y conformidad de los sitios seleccionados, que incorporará el croquis de ubicación dentro de las obras el predio, indicando que esto no genera interferencias, problemas de operación u otros y en donde usuario manifiesta su conformidad con la ubicación de la obra, mediante la firma del documento. En caso que la obtención de la firma del potencial beneficiario no sea posible, se informará de esta situación a la CNR explicando los motivos del caso. El modelo de esta Carta se presenta en la Figura 4-7 y Figura 4-8 mientras que las cartas firmadas se incluyen en el Anexo 4-7.

Carta de Interés y Conformidad

_____de _____de _____

Yo, _____,

RUT_____, en mi calidad de

_____

_____,

manifiesto mi interés en participar del Estudio "DIAGNÓSTICO DE LOCALIZACIÓN PARA MICROTRANQUES EN LA CUENCA DEL RÍO LONGAVÍ, REGIÓN DEL MAULE", de la Comisión Nacional de Riego.

Estoy en conocimiento que el estudio no construye el posible tranque, pero estoy interesado en ser parte de la iniciativa, por lo cual, autorizo a realizar las mediciones topográficas y de suelos necesarios para avanzar en el estudio.

_____ Equipo Consultor

_____ Propietario/arrendatario/ representante legal

FIGURA 4-7: HOJA 1 DE CARTA DE INTERÉS Y CONFORMIDAD

Elaboración en conjunto con CNR

La siguiente es la configuración del emplazamiento de las obras, las que no generan interferencias ni otro tipo de problemas. ¿A primera vista los límites del tranque están dentro de la propiedad? _____

(Este esquema está sujeto a la validación del propietario/arrendatario/representante legal, y sus observaciones pueden quedar reflejadas en ésta figura, como también escritas en las siguientes líneas:

_____

_____

_____

_____

_____

FIGURA 4-8: HOJA 2 DE CARTA DE INTERÉS Y CONFORMIDAD

Fuente: Elaboración en conjunto con CNR

5. ESTUDIO HIDROLÓGICO

5.1. Introducción

En este capítulo se presentan los análisis realizados para la generación de mapas de isolíneas de las variables de precipitación y temperatura a nivel anual dentro del área de estudio y, posterior a ello, la determinación del caudal 85% y los caudales de diseño para la obra proyectadas de acumulación y sus obras anexas.

Las obras proyectadas corresponden a tranques de regulación corta (turnal o nocturna) las cuales se abastecen desde la red de canales existente en el área de estudio, la mayoría de ellos (26 sitios) pertenecen al sistema de la Junta de Vigilancia del Río Longaví, mientras que el resto pertenecen al Sistema Melado (2 sitios), a la Junta de Vigilancia del Río Achibueno (1 sitio) y al Sistema Digua (1 sitio). Cabe mencionar que los interesados de tres de los sitios aquí analizados desistieron de su participación.

5.2. Análisis de Forzantes Hidrometeorológicas y Mapas de Isoyetas

A continuación, se desarrolla el análisis de precipitaciones medias anuales (PMA) y temperaturas medias anuales (TMA) sobre el área de estudio, información con la cual se generan mapas de isolíneas para cada una de las variables analizadas. Para esto se utilizaron en conjunto, los datos registrados por las estaciones pluviométricas y termométricas atingentes al área de estudio y los datos grillados de precipitación y temperatura generados por el CR2[11]. La resolución espacial (tamaño de pixel) de la grilla del CR2 es de 0,05°, aproximadamente unos 5 km. El método se describe a continuación.

5.2.1. Descripción del Método

Los pasos ejecutados fueron los siguientes:

1) Relleno de datos.

2) Obtención de series de PPA y TMA tanto en las estaciones como en la Grillas (pixel por pixel) para el período 1988/89-2017/18 (30 años hidrológicos completos).

3) Se corrigieron los datos de la grilla tomando como referencia los datos de las estaciones, proceso conocido como "Downscaling". De esta forma se conserva el comportamiento probabilístico de la información medida en terreno (proporcionada

[11] http://www.cr2.cl/datos-productos-grillados/

por las estaciones), y a la vez se rescata la distribución espacial de la variable (proporcionada por la grilla).

4) Con la grilla corregida para los 30 años, se calculó el promedio general obteniendo una grilla final resultantes para PMA y TMA.

5) A partir de las grillas resultantes, se generaron curvas Isoyetas.

5.2.2. Antecedentes Hidrometeorológicos

5.2.2.1. Fuentes consultadas

Las variables hidrometeorológicas a analizar para este aspecto corresponden a precipitaciones diarias (PPD) (para estimación de crecidas en etapas futuras), temperaturas medias mensuales (TMM) y caudales medios mensuales (QMM) (para estimación de oferta hídrica en etapas futuras). Para la obtención de las estadísticas se acudió al Explorador Climático del CR2 (http://explorador.cr2.cl/) el cual reúne estaciones de distintas redes de medición, entre ellas, la DGA, DMC, INIA y Agromet.

Se pre seleccionaron aquellas estaciones vigentes cuya ubicación sea representativa de las cuencas a estudiar. Posteriormente, en base a la disponibilidad de datos en cada una, se realiza la selección, dejando sólo aquellas estaciones con información suficiente para el relleno. Para efectos del presente estudio, se consideró que una estación es seleccionable si posee datos en al menos 2/3 del período de análisis.

De forma adicional, se descargaron los datos grillados del CR2[12](Precipitaciones y temperaturas), disponibles para el período 1979 a 2016 en formato NetCdf. Estos datos, fueron de gran utilidad para poder conocer la distribución espacial de las forzantes hidrometeorológicas.

5.2.2.2. Fluviometría

En la Figura 5-1, se muestra la ubicación de todas las estaciones fluviométricas vigentes y presentes en el Área de Estudio (pre selección), mientras que en el Cuadro 5-1, se puede ver la disponibilidad de datos con la posterior selección.

[12] http://www.cr2.cl/datos-productos-grillados/

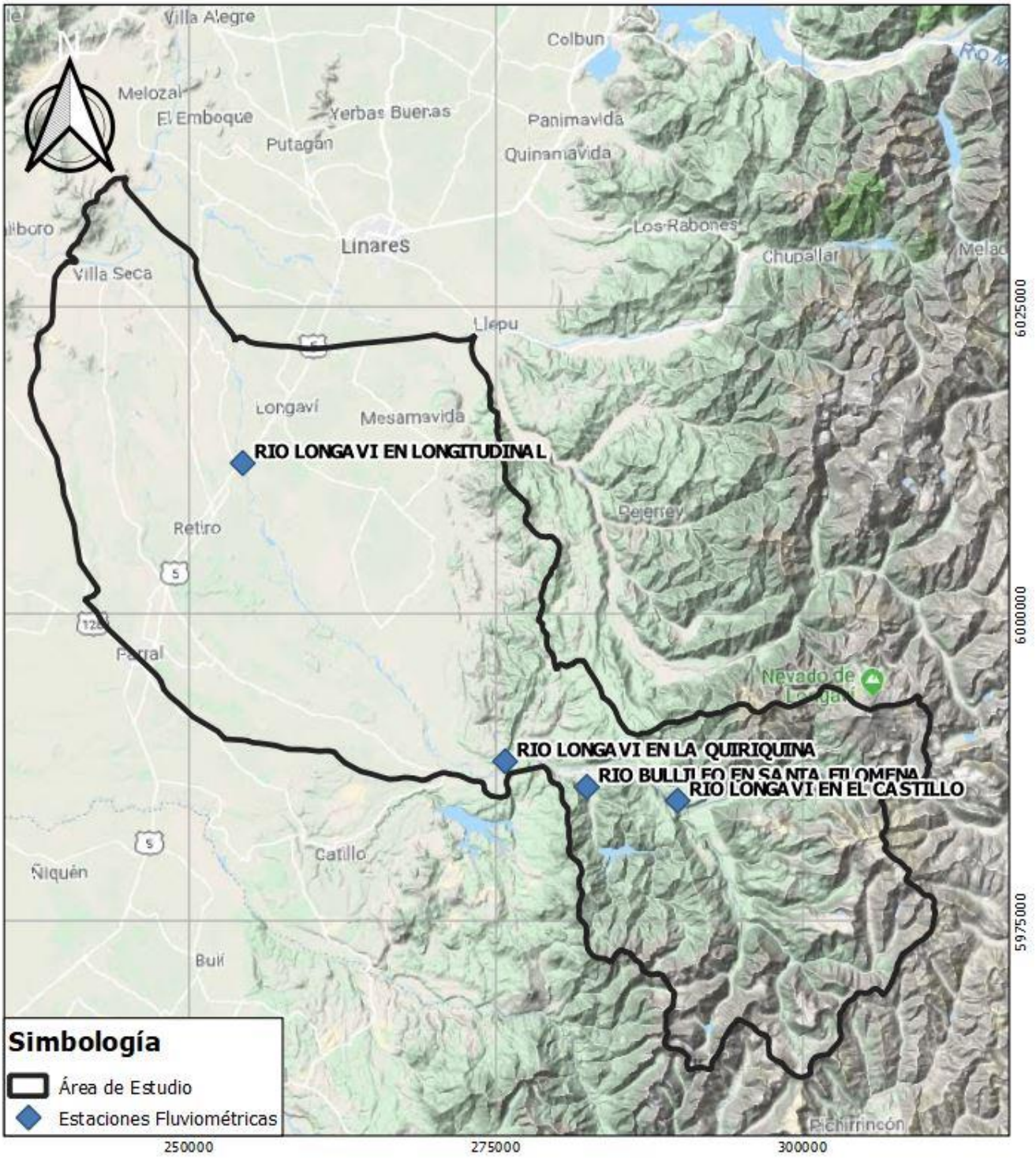


FIGURA 5-1: ESTACIONES FLUVIOMÉTRICAS PRESENTES EN EL ÁREA DE ESTUDIO

Fuente: Elaboración propia

CUADRO 5-1: DISPONIBILIDAD DE QMM EN EL ÁREA DE ESTUDIO Y ESTACIONES SELECCIONADAS PARA EL RELLENO (CANTIDAD DE MESES CON DATO AL AÑO)

Estación\Año hidrológico	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	Meses con dato (%)	Selección
Río Bullileo en Santa Filomena	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	10	6	12	12	10	3	3	16,9	Descartada
Río Longaví en el Catillo	12	10	12	8	10	9	9	8	12	9	12	12	9	9	9	12	6	11	12	12	9	12	12	10	6	12	11	12	12	10	0	82,5	Seleccionada
Río Longaví en la Quiriquina	12	10	10	12	8	9	10	11	12	11	12	12	12	12	12	12	11	9	12	10	9	12	12	12	12	12	12	12	11	12	12	93,1	Seleccionada
Río Longaví en Longitudinal	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0	Descartada

Fuente: Elaboración propia

5.2.2.3. Pluviometría

En la Figura 5-2, se muestra la ubicación de todas las estaciones pluviométricas vigentes y presentes en el Área de Estudio (pre selección), mientras que en el Cuadro 5-2, se puede ver la disponibilidad de datos con la posterior selección.

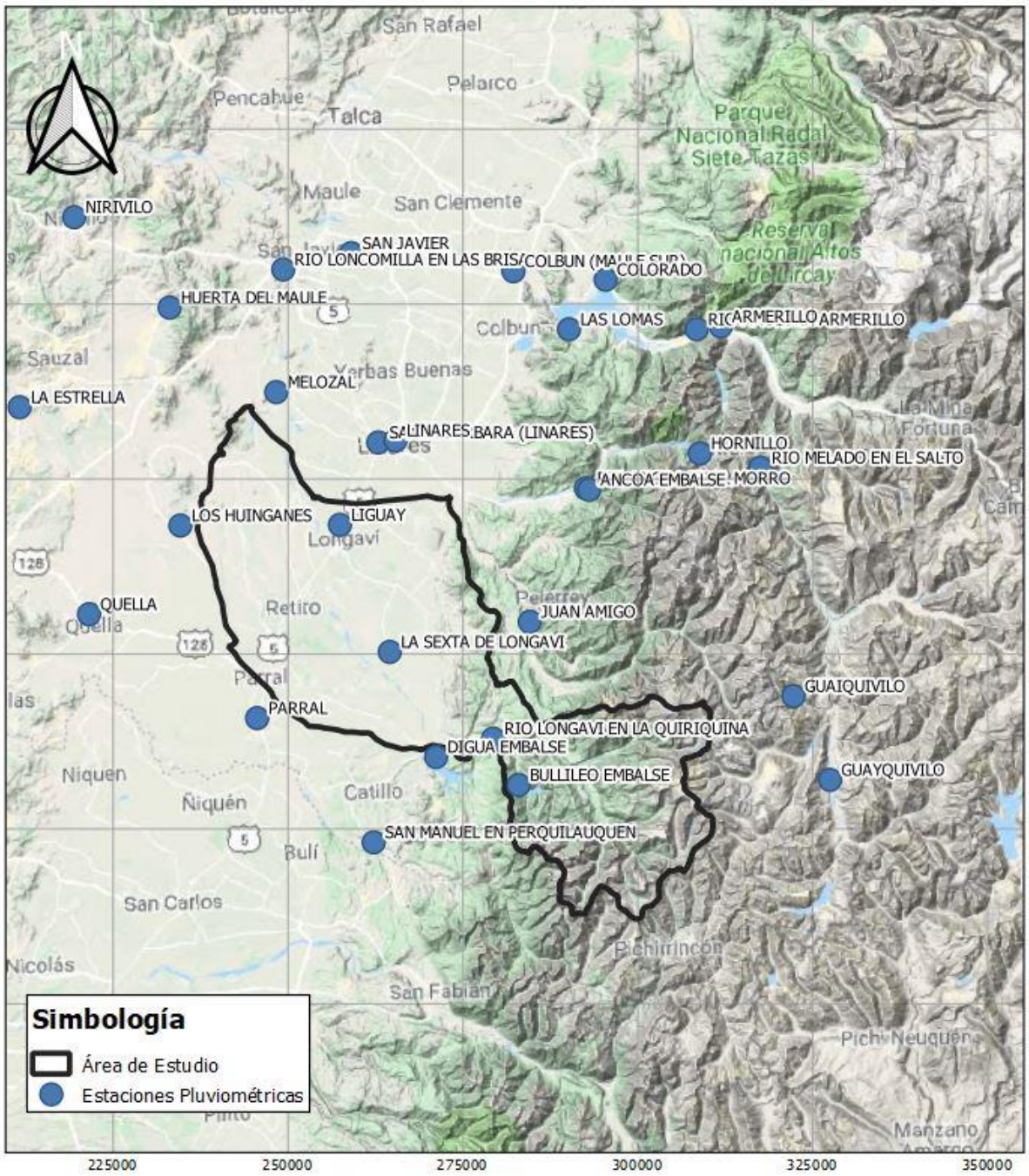


FIGURA 5-2: ESTACIONES PLUVIOMÉTRICAS PRESENTES EN EL ÁREA DE ESTUDIO

Fuente: Elaboración propia

.

CUADRO 5-2: DISPONIBILIDAD DE PPD EN EL ÁREA DE ESTUDIO Y ESTACIONES SELECCIONADAS PARA EL RELLENO (CANTIDAD DE DÍAS CON DATO AL AÑO)

Estación\Año hidrológico	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	Días con dato (%)	Selección	Estación\Año hidrológico
Ancoa Embalse	364	364	365	366	365	365	365	365	365	365	365	366	365	365	365	366	365	365	365	366	365	365	365	366	365	365	365	366	92	151	0	92,3	Seleccionada
Armerillo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	366	364	357	361	362	364	337	351	333	304	255	335	333	365	363	363	50,3	Descartada
Bullileo Embalse	365	365	364	366	365	365	364	366	365	365	365	366	365	365	365	366	365	365	365	366	365	365	365	366	304	365	362	366	215	243	0	93,6	Seleccionada
Colbún (Maule Sur)	365	365	365	366	365	365	365	366	365	365	365	366	365	364	364	365	365	364	365	366	365	365	365	366	365	365	365	366	243	243	0	94,5	Seleccionada
Colorado	365	365	365	365	365	365	365	365	365	362	365	366	365	365	365	366	365	365	365	366	365	365	365	366	365	365	365	366	243	243	0	94,5	Seleccionada
Digua Embalse	365	365	365	366	365	365	365	366	365	365	365	365	365	365	365	366	365	365	365	366	365	365	365	366	365	365	365	366	365	365	310	99,6	Seleccionada
Hornillo	365	365	365	366	365	365	365	366	365	365	365	335	364	365	365	366	365	365	365	366	365	365	365	366	304	365	365	366	212	243	0	93,4	Seleccionada
Huerta del Maule	0	0	0	0	304	365	365	366	365	365	365	366	365	365	365	366	365	364	365	366	365	365	365	366	365	365	365	366	212	243	0	83,6	Seleccionada
Juan Amigo	0	0	0	0	304	365	365	366	365	365	365	366	365	362	363	366	365	365	365	366	365	364	363	366	365	365	364	336	212	243	0	83,3	Seleccionada
La Estrella	0	0	0	0	304	365	365	366	335	365	365	366	365	365	364	366	365	365	365	366	365	365	365	366	365	365	365	366	212	243	0	83,4	Seleccionada
La Sexta de Longaví	0	0	0	0	304	365	365	366	365	365	365	366	335	365	365	366	365	330	363	366	365	365	365	366	365	365	365	366	325	345	257	87,4	Seleccionada
Liguay	365	365	365	366	365	365	365	364	365	365	365	365	364	365	365	366	365	365	335	366	365	365	365	366	365	276	365	366	212	212	0	92,8	Seleccionada
Linares	365	365	365	366	365	365	365	366	335	365	365	366	365	365	365	366	365	365	365	366	365	365	365	366	365	365	365	366	212	243	0	93,9	Seleccionada
Los Huinganes	0	0	0	0	0	0	304	366	365	365	335	366	365	334	335	366	360	361	362	364	364	244	268	366	365	365	365	366	212	213	0	73,8	Seleccionada
Melozal	365	365	365	366	365	365	365	363	365	365	365	365	365	365	365	366	365	365	364	366	365	365	365	366	365	365	365	366	184	120	0	92,8	Seleccionada
Nirivilo	365	365	365	366	365	365	365	366	365	365	365	366	365	365	365	366	365	365	363	366	365	365	361	358	362	365	365	366	212	243	0	94,1	Seleccionada
Parral	365	365	365	366	365	365	365	366	365	364	365	365	365	365	365	366	365	365	365	366	365	365	365	366	365	365	365	366	365	363	363	100,0	Seleccionada
Quella	365	365	365	366	365	365	365	366	365	365	365	366	365	362	365	363	363	365	365	365	365	364	365	362	321	365	365	366	365	356	274	98,6	Seleccionada
Río Ancoa en el Morro	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	336	365	365	364	366	334	364	365	366	365	365	358	366	365	365	365	366	365	365	355	66,0	Descartada
Río Loncomilla en Las Brillas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	331	365	366	365	364	365	366	282	365	358	366	365	365	365	366	365	365	363	58,9	Descartada
Río Longaví en La Quiriquina	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	340	365	366	365	332	365	223	334	365	365	366	304	365	365	366	361	365	363	57,3	Descartada
Río Maule en Armerillo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	291	365	362	365	365	365	366	365	365	365	365	360	365	361	366	365	365	363	59,2	Descartada
Río Melado en el Salto	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	366	364	357	361	362	364	337	351	333	304	255	335	333	365	363	363	50,3	Descartada
San Javier	365	334	365	366	364	365	365	366	365	365	365	366	365	365	365	366	365	303	334	366	365	365	364	366	365	365	365	366	212	243	0	93,1	Seleccionada
San Manuel en Perquilauquén	365	365	365	366	365	365	365	366	365	365	365	366	365	365	365	366	365	365	365	366	365	365	365	366	365	365	365	366	212	243	0	94,2	Seleccionada

Fuente: Elaboración propia.

5.2.2.4. Temperaturas

En la Figura 5-3, se muestra la ubicación de todas las estaciones de temperatura vigentes y presentes en el Área de Estudio (pre selección), mientras que en el Cuadro 5-3, se puede ver la disponibilidad de datos con la posterior selección.

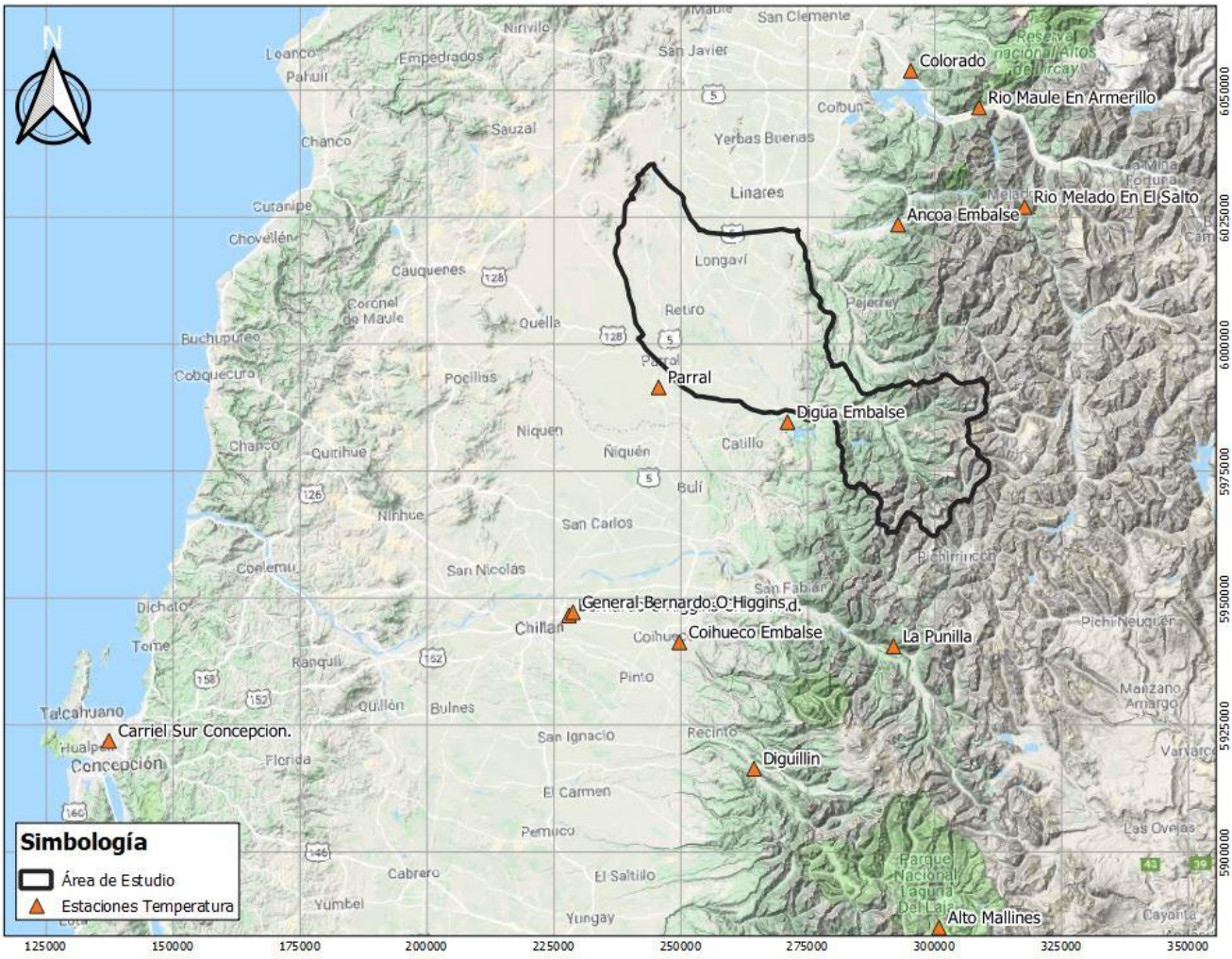


FIGURA 5-3: ESTACIONES DE TEMPERATURA PRESENTES EN EL ÁREA DE ESTUDIO

Fuente: Elaboración propia

CUADRO 5-3: DISPONIBILIDAD DE TMM EN EL ÁREA DE ESTUDIO Y ESTACIONES SELECCIONADAS PARA EL RELLENO (CANTIDAD DE MESES CON DATO AL AÑO)

Estación\Año hidrológico	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	Meses con dato (%)	Selección
Ancoa Embalse	12	11	12	12	12	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15,3	Seleccionada
Bernardo O'Higgins Chillan	12	12	12	12	12	11	3	4	11	12	5	11	9	3	3	3	3	3	3	3	3	3	0	9	12	12	11	4	12	12	62,5	Seleccionada
Bernardo O'Higgins	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	9	9	4	4	3	4	2	4	5	4	4	12	12	10	7	6	12	12	12	41,4	Descartada
Caracol	12	10	10	12	12	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14,2	Descartada
Coihueco embalse	3	10	11	12	12	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14,7	Descartada
Colorado	11	11	12	12	12	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15,3	Descartada
Digua Embalse	12	12	12	12	12	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	12	10	12	12	32,2	Descartada
Diguillin	3	10	12	12	12	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15,0	Descartada
Parral	12	12	12	12	12	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	10	11	12	12	32,8	Descartada
Rio Maule en Armerillo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	11	12	12	12	8	0	0	0	3	12	12	10	10	12	12	39,4	Descartada
Rio Melado en El Salto	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	12	11	12	8	0	0	0	3	12	8	12	12	12	12	37,8	Descartada
Concepcion	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	10	12	12	12	12	12	12	12	99,4	Seleccionada

Fuente: Elaboración propia

5.2.3. Relleno de Estadísticas Hidrometeorológicas

5.2.3.1. Proceso de relleno

Se evaluó la longitud y calidad de los registros de las estaciones. Tal como se explicó en el numeral 5.2.2, en aquellos en que no se cumpliera con el criterio de poseer al menos 2/3 del período con información, la estación fue descartada. Para las estaciones restantes, se procedió a rellenar. Para el caso de las temperaturas, se hizo una excepción al criterio, ya que en la zona donde está ubicada el área de estudio, no habría quedado ninguna estación representando a esta variable, ya que las existentes poseen muy pocos datos (ver acápite 5.2.2.4).

Para el relleno de información hidrometeorológica, se utilizó un modelo de regresión lineal corregido con una variable aleatoria (relleno estocástico) que permite preservar los parámetros estadísticos de cada serie, según la expresión (el componente estocástico es opcional):

$$Y_1 = \alpha \cdot Y_2 + \beta + \sqrt{1 - R^2} \cdot \varepsilon \cdot S_Y$$

Donde:

Y1:	La variable que se desea rellenar
Y2:	La variable que se utiliza para rellenar la estadística de Y1
α:	Pendiente de la regresión entre la variable Y1 e Y2
β:	Coeficiente de intersección de la regresión entre la variable Y1 e Y2
R2:	Coeficiente de determinación de la regresión entre la variable Y1 e Y2
ε:	Error aleatorio asociado a una distribución normal N(0,1)
Sy:	Desviación estándar de la serie Y1 original

Esta metodología de relleno se presenta con más detalle en la Revista SOCHID Vol. 10, Fernández B. y Salas J., 1995, y ha sido ampliamente utilizada en estudios para la Dirección General de Aguas y Dirección de Obras Hidráulicas. La ventaja de este método es que preserva la variabilidad natural que existe originalmente entre ambas series y no ve afectado su coeficiente de determinación inicial al utilizar directamente el relleno mediante correlación lineal simple.

La metodología se puede utilizar para rellenar directamente las series de precipitación, temperaturas o caudales, o bien utilizar variables transformadas para aquellas series que poseen asimetría negativa o positiva, o una alta variabilidad de valores extremos.

Las planillas con el proceso de rellenado, se encuentran en el Anexo 5-1.

5.2.3.2. Precipitaciones Anuales (PPA) resultantes

El Cuadro 5-4 muestra las series resultantes para PPA en cada estación analizada.

CUADRO 5-4: SERIE DE PRECIPITACIONES ANUALES EN ÁREA DE ESTUDIO

Año	Ancoa Embalse	Bullileo Embalse	Colbún (Maule Sur)	Colorado	Digua Embalse	Hornillo	Huerta del Maule	Juan Amigo	La Estrella	La Sexta de Longaví	Liguay	Linares	Los Huinganes	Melozal	Nirivilo	Parral	Quella	San Javier	San Manuel en Perquilauquén
1988	1465	1819	963	1210	1214	1775	440	1473	582	977	865	847	604	686	813	784	520	676	1212
1989	990	1249	640	886	865	1303	408	890	323	405	568	586	513	465	502	595	477	486	902
1990	1262	1749	847	1116	1238	1643	675	1891	401	717	847	768	601	586	598	863	629	624	1368
1991	1803	2192	1077	1446	1477	2604	484	1653	471	1084	818	987	914	732	907	938	667	762	1512
1992	2106	2590	1180	1863	2039	2602	385	645	306	444	1454	1301	1086	1146	1240	1495	1152	1152	2038
1993	1513	2526	850	1115	1708	2090	652	1915	596	1241	1082	890	780	680	682	1001	731	596	1242
1994	1551	1671	1433	1186	1275	1947	449	1556	535	904	958	759	405	550	835	822	476	582	855
1995	1582	2310	971	1430	1446	1909	576	1556	593	1094	1156	804	432	752	191	859	703	666	1345
1996	925	1216	514	736	914	1170	522	790	504	672	701	522	551	440	516	669	637	412	998
1997	2298	2588	1312	1868	1713	3128	947	2020	915	1395	1209	923	928	957	986	1126	803	862	1800
1998	535	777	322	402	574	751	266	564	280	414	404	314	323	300	346	382	277	199	626
1999	1437	1633	918	1271	1286	1518	574	1221	548	965	764	711	586	619	566	854	600	683	1275
2000	1995	2590	1033	1562	1772	2516	921	1932	870	934	1095	958	993	843	895	1094	767	816	1840
2001	1784	2730	1150	1590	1871	2304	835	1865	910	1412	1105	944	943	867	1062	1088	770	823	1855
2002	2727	3085	1693	2227	2271	3260	1159	2415	1086	1877	1404	1380	1053	1168	1368	1525	1030	1183	2474
2003	1053	1451	640	839	947	1439	481	1095	447	669	591	502	402	461	506	557	378	481	1058
2004	1559	2094	1042	1496	1457	1870	717	1574	705	1070	949	900	552	695	736	894	670	682	1633
2005	2002	2701	1224	1792	1773	2921	881	1931	920	1256	1099	1079	727	912	1056	1057	811	848	1976
2006	1953	2617	1131	1633	1687	2755	749	1849	690	1323	1007	974	759	718	874	1111	777	749	1884

Año	Ancoa Embalse	Bullileo Embalse	Colbún (Maule Sur)	Colorado	Digua Embalse	Hornillo	Huerta del Maule	Juan Amigo	La Estrella	La Sexta de Longaví	Liguay	Linares	Los Huinganes	Melozal	Nirivilo	Parral	Quella	San Javier	San Manuel en Perquilauquén
2007	938	1284	588	866	824	1156	410	1021	396	657	509	536	439	441	471	584	367	424	1002
2008	1689	2350	1061	1481	1573	2605	757	1699	716	1309	947	907	741	811	865	1160	710	887	1732
2009	1522	1999	1000	1335	1354	1935	628	1510	586	1114	855	809	778	666	634	944	617	741	1571
2010	993	1374	629	885	959	1137	459	1005	447	767	561	582	361	461	527	672	370	502	927
2011	1619	2317	860	1312	1432	1859	647	1741	692	1102	868	939	742	746	548	970	601	757	1579
2012	935	1190	573	808	902	516	452	1018	507	683	514	564	594	505	374	774	239	488	1151
2013	985	1688	686	960	1048	1505	452	1159	463	739	740	703	489	573	557	690	443	528	1103
2014	1471	1906	906	1267	1253	1556	652	1364	629	1016	808	840	701	714	773	878	737	780	1413
2015	1438	1944	924	1406	1274	1640	618	1470	584	958	734	801	650	654	693	807	626	672	1364
2016	643	879	613	885	651	1109	195	1347	426	528	292	476	336	366	200	450	373	289	629
2017	1329	2100	843	1094	1264	2466	566	963	466	1047	778	707	538	793	610	915	759	772	1075
Anual	1470	1954	921	1266	1335	1900	599	1438	586	959	856	800	651	677	698	885	624	671	1381

Nota: en color rojo los datos rellenados

Fuente: Elaboración propia

5.2.3.3. Temperaturas Anuales (TMA) resultantes

El Cuadro 5-5 muestra las series resultantes para PPA en cada estación analizada.

CUADRO 5-5: SERIE DE TEMPERATURAS MEDIAS ANUALES EN ÁREA DE ESTUDIO

Año Hidrológico	Ancoa Embalse	Bernardo O'Higgins Chillan	Bernardo O'Higgins	Año Hidrológico	Ancoa Embalse	Bernardo O'Higgins Chillan	Bernardo O'Higgins
1988	13,33	12,78	12,1	2003	13,49	13,01	12,5
1989	13,54	13,13	12,4	2004	13,98	12,78	12,6
1990	13,59	12,70	12,1	2005	13,60	12,77	12,3
1991	13,83	12,90	12,6	2006	13,59	12,79	12,5
1992	13,70	12,63	12,6	2007	13,11	12,62	11,7
1993	13,62	12,82	12,4	2008	13,94	12,65	12,6
1994	13,79	13,05	12,6	2009	13,68	12,66	12,2
1995	13,51	13,03	12,5	2010	13,36	12,60	12,2
1996	13,77	12,86	12,8	2011	13,46	12,84	12,5
1997	14,17	13,31	13,1	2012	13,81	12,48	12,5
1998	13,58	12,70	12,4	2013	13,61	12,75	12,5
1999	13,84	12,74	12,5	2014	14,02	12,99	13
2000	13,73	12,73	12,4	2015	14,10	13,16	13,3
2001	13,34	12,43	12,1	2016	14,30	13,36	13,4
2002	13,44	12,62	12,1	2017	13,72	12,96	12,6
Promedio					13,69	12,83	12,50

Nota: en color rojo los datos rellenados.
Fuente: Elaboración propia

5.2.4. Escalamiento Estadístico

Tal como fue mencionado anteriormente, las grillas de PPA y TMA generadas por el CR2, poseen una resolución espacial aproximada de 5x5 km. Cada pixel de la grilla, queda representado por el punto central del mismo, el cual se denomina "nodo".

Cada nodo lleva asociada una serie de PPA y TMA correspondiente al mismo período que las estaciones estudiadas. Dado que las PPA contenidas en las grillas han sido generadas en otra escala y

mediante métodos de reanálisis y satelitales, estos deben ser corregidos o ajustados usando como referencia las mediciones de terreno (estaciones). De esta forma, se ajusta el comportamiento estadístico de los nodos basado en las estaciones. Este proceso se conoce como downscaling estadístico. Los pasos son los siguientes:

1) Se calculan correlaciones lineales entre las series de cada estación con su nodo más cercano (datos ordenados por orden de magnitud, de menor a mayor). Se puede dividir la serie en más de una recta, dependiendo del comportamiento de la nube de puntos.

2) La ecuación resultante del paso anterior, corresponde a la función de transferencia que corrige la serie del nodo, dejándola en el mismo nivel que la estación. Existe una función de transferencia para cada estación. Esta función se aplica posteriormente a cada nodo, de acuerdo a la estación más cercana. De esta forma toda la grilla queda corregida.

Los pasos antes descritos fueron ejecutados mediante rutinas de programación. El detalle del escalamiento se presenta en el Anexo 5-2.

5.2.5. Distribución Espacial

5.2.5.1. Precipitación Media Anual (PMA)

Una vez concluidos los procesos de relleno y downscaling, se obtuvo la grilla resultante para PMA en el área de estudio. El resultado de este producto se muestra en la Figura 5-4. Asimismo, se muestra el valor registrado en las estaciones y las isoyetas extraídas a partir de la misma grilla generada. Es posible advertir que el comportamiento espacial resultante de la variable es coherente con la forma del relieve, y el valor de las estaciones se ajusta a los órdenes de magnitud de los valores circundantes de la grilla sin observarse anomalías. Las isoyetas y la grilla están disponibles en formato geotiff y shape (respectivamente) en el Anexo 5-3.

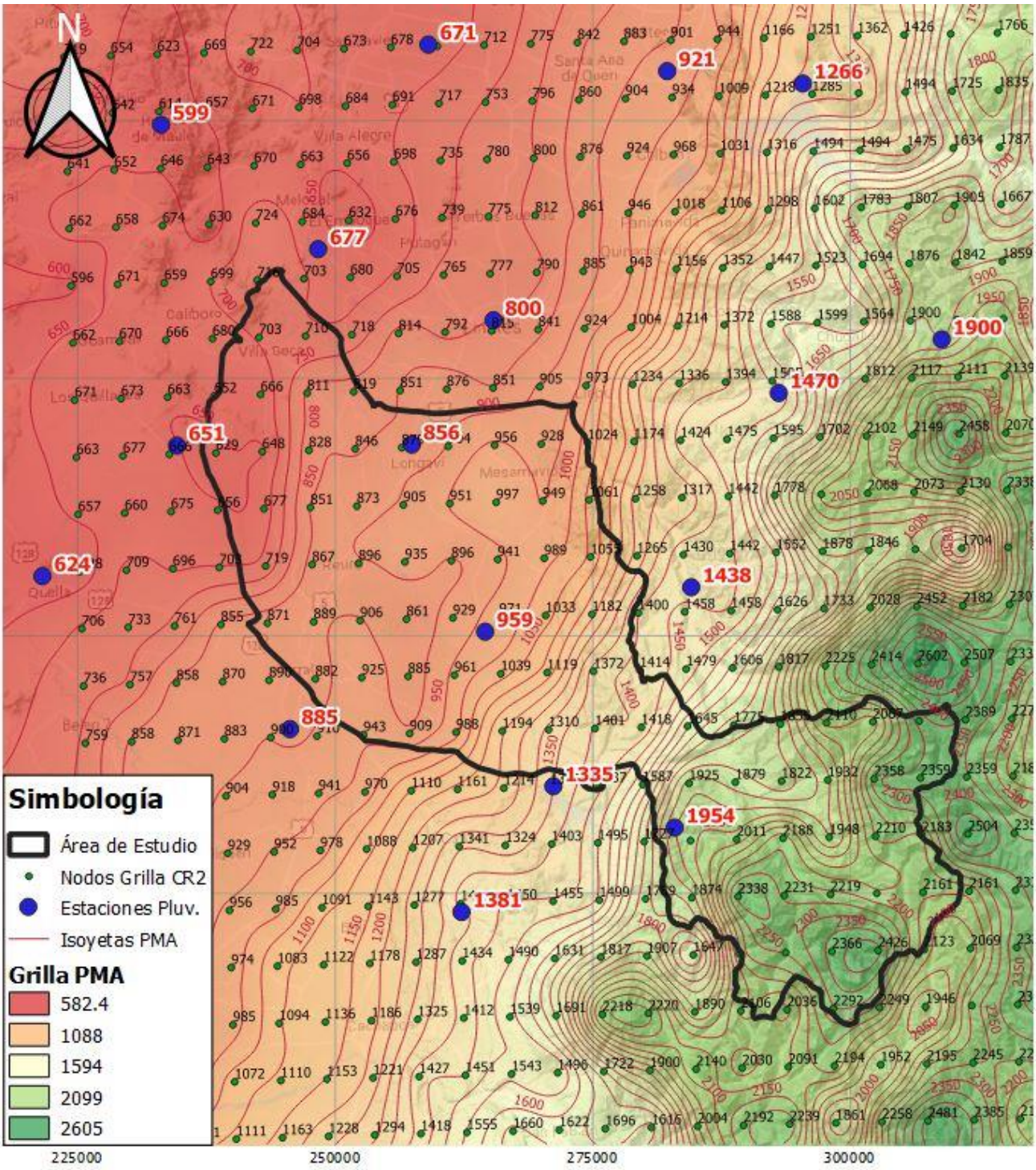


FIGURA 5-4: DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE LA PMA (MM)

Fuente: Elaboración propia

5.2.5.2. Temperatura Media Anual (TMA)

Al igual que en el caso de las PPA, una vez concluidos los procesos de relleno y downscaling, se obtuvo la grilla resultante para TMA en el área de estudio. El resultado de este producto se muestra en la Figura 5-5.

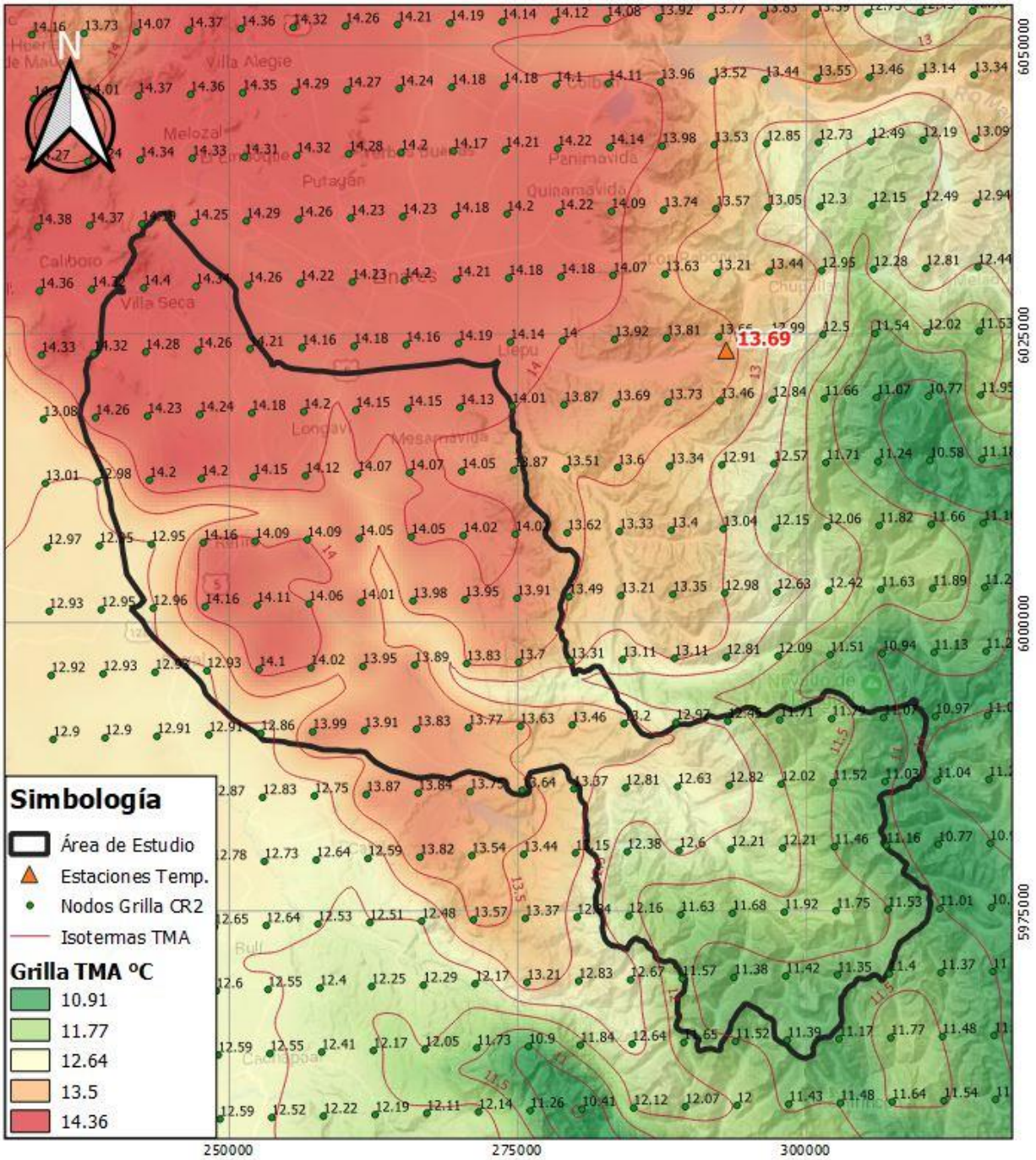


FIGURA 5-5: DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE LA TMA (°C)

Fuente: Elaboración propia

Asimismo, se muestra el valor registrado en las estaciones y las isotermas extraídas a partir de la misma grilla generada. Es posible advertir que el comportamiento espacial resultante de la variable es coherente con la forma del relieve, y el valor de las estaciones se ajusta a los órdenes de magnitud de los valores circundantes de la grilla sin observarse anomalías. Las isotermas y la grilla están disponibles en formato geotiff y shape, respectivamente, en el Anexo 5-3.

5.3. Estimación del caudal promedio de los meses de máxima demanda para sitios de regulación corta

5.3.1. Cálculo de Caudales Mensuales Promedio con 85% (Q85) de Probabilidad de Excedencia

Para la estimación del Q85 de los sitios pertenecientes a la Junta de Vigilancia del río Longaví, se utilizó como base los resultados de la modelación realizada para la situación actual en el estudio "Estudio de Prefactibilidad Construcción Sistema de Riego Embalse del Río Longaví, Región del Maule, CNR-2015", extrayéndose la estadística de volúmenes mensuales de entrega por sector para los 3 meses de máxima demanda (diciembre a febrero) y a los cuales se les estimó el caudal promedio con 85% de probabilidad. Los sectores fueron denominados 1, 2, 3, 4 y corresponden a los indicados en la Figura 5-6.

Para estimar el caudal 85% promedio de probabilidad de excedencia se aplicó, por separado, la distribución de Weibull a los volúmenes mensuales generados por la modelación del sistema Longaví (diciembre, enero y febrero) y posterior a ello, se promediaron los resultados. Este cálculo se hizo tanto para caudales permanentes como eventuales, los cuales fueron informados en el estudio CNR-2015, y se presentan resumidos en el Cuadro 5-6. El cálculo se presenta en el Anexo 5-4.

En el estudio antes citado, se dividió el área en sectores de riego según se detalla en el Cuadro 5-6 y se ilustra en la Figura 5-6. Los caudales del Cuadro 5-6 corresponden a los otorgados por derecho de cada uno de los canales principales de la zona de riego de interés, información transmitida y facilitada por la Junta de Vigilancia del Río Longaví, en el estudio CNR, 2015. La equivalencia de 1,5 L/s/acc de los derechos permanentes es la informada por la Junta de Vigilancia, valor que coincide con lo indicado en las escrituras de agua de los sitios analizados.

En el cuadro citado se presentan los canales principales de cada sector y las acciones correspondientes a cada canal principal. Luego, esta información fue utilizada como base para la identificación del sector al cual corresponde cada sitio propuesto de acumulación.

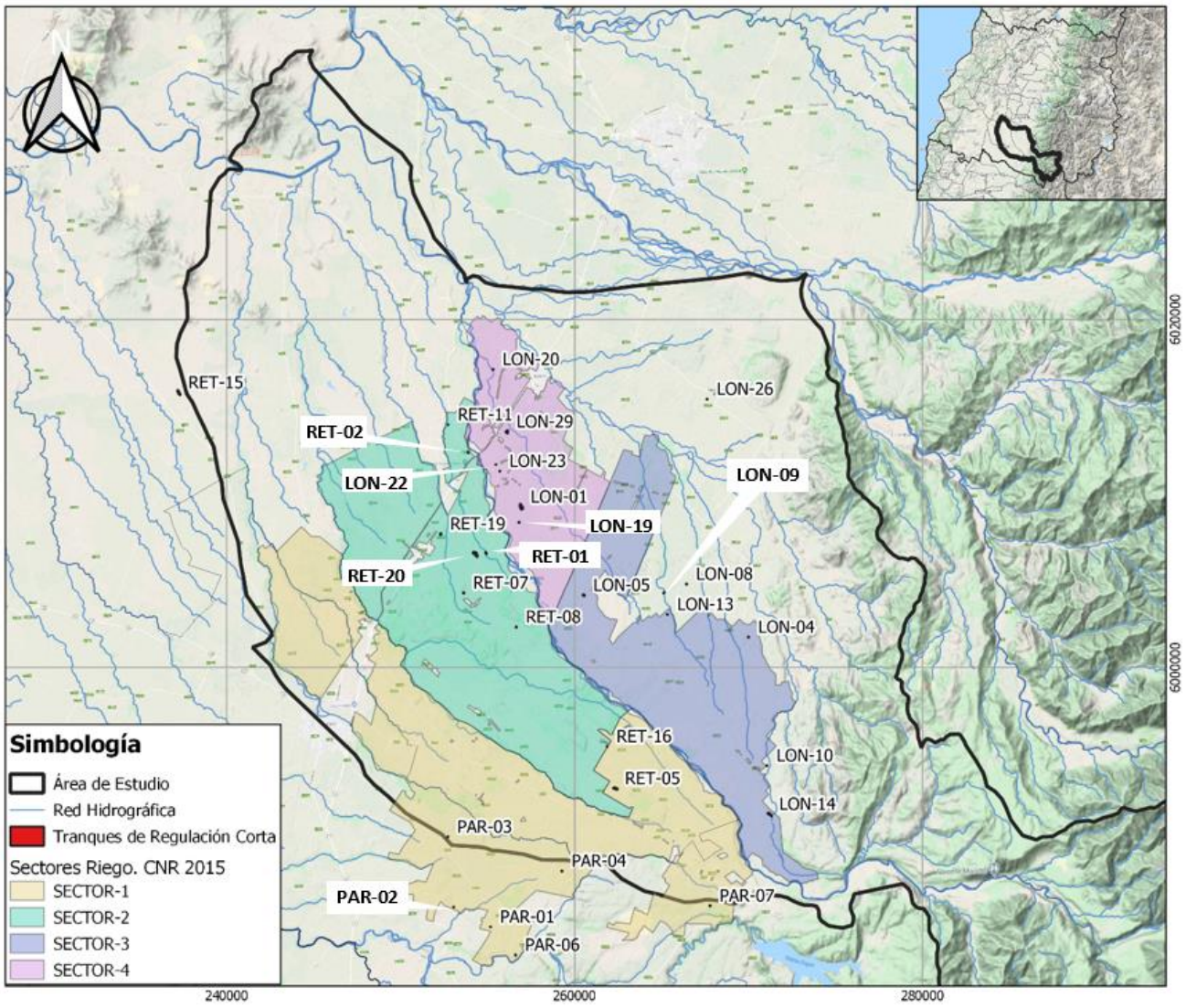


FIGURA 5-6: UBICACIÓN SITIOS REGULACIÓN CORTA Y SECTORES DE RIEGO ESTUDIO CNR 2015

Fuente: Elaboración propia en base a estudio CNR 2015

CUADRO 5-6: SECTORIZACIÓN ÁREA DE RIEGO, CANALES Y DERECHOS DE AGUA MODELO DE REGULACIÓN ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD EMBALSE LONGAVÍ

Sector Estudio	Denominación en modelo de regulación	Canales Principales (*)	Acciones		Caudal	Acciones		Caudal
			Permanentes	Total	(l/s)	Eventuales	Total	(l/s)
ALIMENTADOR DIGUA			*0,00*		*0,00*	*25.000,00*	*25.000,00*	*25.000,00*
Sector 1	L1.1	REMULCAO SUR	2.366,71	5.114,93	3.550,07	1.174,57	3.256,72	1.174,57
		LONGAVÍ ALTO	2.748,22		4.122,33	2.082,15		2.082,15
	L1.2	SAN NICOLAS	1.520,00	1.944,96	2.280,00	520,00	1.114,79	520,00
		SAN MARCOS	424,96		637,44	594,79		594,79
Sector 2	L2	ROBLES NUEVOS	537,19	7.580,63	805,79	1.370,64	5.218,49	1.370,64

CUADRO 5-6: SECTORIZACIÓN ÁREA DE RIEGO, CANALES Y DERECHOS DE AGUA MODELO DE REGULACIÓN ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD EMBALSE LONGAVÍ

Sector Estudio	Denominación en modelo de regulación	Canales Principales (*)	Acciones		Caudal	Acciones		Caudal
			Permanentes	Total	(l/s)	Eventuales	Total	(l/s)
		ROBLES VIEJOS	805,79		1.208,69	1.281,85		1.281,85
		NOGALES MOLINOS	1.718,00		2.577,00	92,90		92,90
		SAN IGNACIO	538,00		807,00	32,10		32,10
		COPIHUE	900,00		1.350,00	50,00		50,00
		RETIRO	1.199,90		1.799,85	203,30		203,30
		EL CARMEN	1.011,29		1.516,94	1.183,35		1.183,35
		MAITENES-CUÑAO-LUCERO	870,46		1.305,69	1.004,35		1.004,35
Sector 3	L3	QUINTA ALTO A	616,00		924,00	362,36		362,36
		SAN JOSÉ	687,85		1.031,78	404,62		404,62
		QUINTA ALTO B	243,30		364,95	147,06		147,06
		LA SEXTA	452,85	3.200,00	679,28	1.727,14	4.000,00	1.727,14
		LA TERCERA	615,11		922,67	1.200,00		1.200,00
		QUINTA ABAJO	584,89		877,34	58,82		58,82
		LA CUARTA	0,00		0,00	100,00		100,00
Sector 4	L4.1 (Primera Sección)	LAS MERCEDES	1.094,40		1.641,60	27,46		27,46
		ROSAS - LA PIEDAD	300,00	3.079,48	450,00	0,00	30,00	0,00
		PRIMERA ARRIBA	647,33		971,00	2,54		2,54
		PRIMERA ABAJO	1.037,75		1.556,63	0,00		0,00
	L4.2 (Segunda sección)	SAN FRANCISCO	0,00		0,00	168,58		168,58
		SAN CRISTOBAL	0,00	0,00	0,00	154,00	1.322,58	154,00
		MANTUL	0,00		0,00	650,00		650,00
		BENAVENTE	0,00		0,00	350,00		350,00
TOTAL			20.920	20.920	31.380,00	39.942,58	39.942,58	39.942,58

(*): Los canales principales informados, son sólo aquellos involucrados en este proyecto

Fuente: CNR, 2015

En el Cuadro 5-7 se muestran los volúmenes asociados a cada mes de máxima demanda y valor promedio para cada sector de riego y para una probabilidad de 85%.

Los valores presentados en el cuadro anterior se distribuyeron a cada sitio de acumulación propuesto, multiplicándolos por la razón entre las acciones que posee cada sitio y las acciones permanentes totales del canal principal del cual se abastece cada sitio, a excepción del sector L4.2 donde se realiza la misma operación, pero en función de los derechos eventuales, ya que no cuenta con derechos permanentes.

CUADRO 5-7: VOLÚMENES DISPONIBLES CON 85% DE PROBABILIDAD POR SECTOR DE RIEGO MESES DICIEMBRE A FEBRERO

Sector	Volumen Suministro 85% (hm³/mes)			
	Diciembre	Enero	Febrero	Promedio
L1.1	11,8	13,4	9,4	11,6
L1.2	4,5	5,1	3,6	4,4
L2	15,8	18,7	13,2	15,9
L3	5,7	7,0	5,1	5,9
L4.1	3,7	4,7	3,5	4,0
L4.2(*)	1,6	2,0	1,5	1,7

(*): Este sector no cuenta con derechos permanentes. Por esta razón, se realizó el análisis en función de los DAA eventuales.
Fuente: Elaboración propia en base a estudio CNR, 2015

Las acciones de cada sitio se obtuvieron de la revisión de la documentación entregada por los potenciales beneficiarios, tanto a nivel individual como por parte de las comunidades de aguas.

Los volúmenes resultantes se llevaron a caudal mensual considerando el valor promedio de los 3 meses de máxima demanda y afectándolos por la eficiencia de distribución indicada para cada sector en el mismo estudio y que se indica en Cuadro 5-8:

CUADRO 5-8: EFICIENCIA DE DISTRIBUCIÓN POR SECTOR

Sector de riego	Eficiencia de distribución Situación Actual
1	0,840
2	0,810
3	0,800
4	0,820

Fuente: CNR, 2015

Finalmente, en el Cuadro 5-9 se presentan los Q85 estimados para cada sitio mediante la distribución de volúmenes obtenida del estudio de TYPSA.

Se realizó también la estimación de caudales Q85 mediante la aplicación del valor de equivalencia (l/s/acción) para una probabilidad de 85% que se indican en el documento técnico (DT-01) del Manual Técnico de Obras Civiles de Los Concursos de la Ley Nº 18.450, obteniéndose los caudales que se presentan en el mismo Cuadro 5-9.

El nombrado Manual Técnico indica que "cuando se trate de proyectos que utilicen derechos de agua superficiales o subterráneos de carácter permanente, expresados únicamente en volumen por unidad de tiempo (...) e inscritos en el conservador de bienes raíces **sin equivalencia**, se asumirá que el derecho indicado en el título de dominio posee la seguridad exigida."

Si no se cumple con la condición señalada en el párrafo anterior, entonces se debe acreditar la disponibilidad de las aguas con un 85% de probabilidad de excedencia "con derechos de aguas superficiales en las fuentes señaladas en el DT-01 (...), expresados en partes alícuotas como acciones, regadores, porcentajes, etc., los que deberán ser transformados a caudal expresado en volumen por tiempo (...) multiplicando las partes alícuotas por la dotación proporcionada por el DT-01, de acuerdo a los valores tabulados en el mismo anexo".

CUADRO 5-9: CAUDAL 85% SITIOS CON REGULACIÓN CORTA

Código del Sitio	Sector	Derechos regante/es (Acciones)	Q85 CNR 2015 (l/s)	Disp. Q85 DT-01 (L/s/acc)	Q85 DT-01 (l/s)	Código del Sitio	Sector	Derechos regante/es (Acciones)	Q85 CNR 2015 (l/s)	Disp Q85 DT-01 (L/s/acc)	Q85 DT-01 (l/s)
LON-01	L4.1	1058,270	431,7	0,83	878,4	PAR-02	L1.1	5,520	4,0	0,83	4,6
LON-04	L3	3,761	2,1	0,83	3,1	PAR-03	L1.1	21,460	15,7	0,83	17,8
LON-05[a]	L3	16,816	9,6	0,83	14,0	PAR-04	L1.1	5,890	4,3	0,83	4,9
LON-08[b]	SM	6,014		14,67	88,2	PAR-06	L1.1	4,500	3,3	0,83	3,7
LON-09[b]	SM	13,833		14,67	202,9	PAR-07	L1.1	2,143	1,6	0,83	1,8
LON-10	L3	5,440	3,1	0,83	4,5	RET-01	L2	53,700	35,1	0,83	44,6
LON-13	L3	2,030	1,2	0,83	1,7	RET-02	L4.2	7,930	3,2	0,83	6,6
LON-14	L3	1224,201	699,7	0,83	1016,1	RET-05	L1.2	49,838	36,5	0,83	41,4
LON-19	L4.1	7,080	2,9	0,83	5,9	RET-07[d]	L2	12,190	8,0	0,83	10,1
LON-20	L4.1	7,190	2,9	0,83	6,0	RET-08	L2	6,002	3,9	0,83	5,0
LON-22	L4.1	15,410	6,3	0,83	12,8	RET-11[e]	L2	20,940	13,7	0,83	17,4
LON-23	L4.1	8,490	3,5	0,83	7,0	RET-15	SD	149,500	124,1	0,83	124,1
LON-26[c]	RA	3,892		1,03	4,0	RET-16	L2	0,712	0,5	0,83	0,6
LON-29	L4.1	329,620	134,5	0,83	273,6	RET-19	L2	16,830	11,0	0,83	14,0
PAR-01	L1.1	8,060	5,9	0,83	6,7	RET-20	L2	87,360	57,2	0,83	72,5

Nota: Sectores L1.1, L1.2, L2, L3, L4.1 y L4.2 perteneces a la Junta de Vigilancia del Río Longaví; SM: Sistema Melado, RA: Junta de Vigilancia Río Achibueno y RL: Río Longaví fuera de los límites del estudio desarrollado por TYPSA. [a] corresponden a 6,816 acc y 15 L/s. [b] la equivalencia es en regadores. [c] corresponden a 5,838 L/s. [d] corresponden a 18,285 L/s. [e] corresponden a 9,52 acc y 17.130 L/s.

Fuente: Elaboración propia en base a estudio CNR 2015 y a DT-01 Manual Técnico Ley Nº 18.450.

Todos los sitios incluidos en el estudio tienen derechos con equivalencia, por lo tanto, la estimación del caudal 85% se rige de acuerdo a lo indicado en el párrafo anterior. Para realizar el cálculo se multiplican las acciones de cada sitio por la disponibilidad con 85% de seguridad del canal, sistema o río asociado, lo que se encuentra tabulado en el DT-01.

Cabe mencionar que, los sectores no incluidos en el estudio de CNR 2015, sólo se les calculó el caudal a través de lo indicado en el DT-01. Estos sitios son: LON-08, LON-09 y LON-26.

5.3.2. Cálculo de Caudales Mensuales Promedio con 50% (Q50) de Probabilidad de Excedencia

De la misma manera en que se estimaron los Q85 a partir del estudio CNR-2015, se estimó en primer lugar los volúmenes asociados a cada mes de máxima demanda (diciembre a febrero) y el valor promedio para cada sector de riego, para una probabilidad de 50%, cuyos valores se presentan en el Cuadro 5-10. El cálculo se presenta en el Anexo 5-5.

CUADRO 5-10: VOLÚMENES DISPONIBLES CON 50% DE PROBABILIDAD POR SECTOR DE RIEGO MESES DICIEMBRE A FEBRERO.

Sector	Volumen Suministro 50% (hm³/mes)			
	Diciembre	Enero	Febrero	Promedio
L1.1	17,9	16,9	11,9	15,6
L1.2	6,8	6,4	4,5	5,9
L2	23,9	23,6	16,7	21,4
L3	8,6	8,9	6,4	8,0
L4.1	5,7	6,0	4,4	5,3
L4.2	2,4	2,5	1,9	2,3

(*): Este sector no cuenta con derechos permanentes. Por esta razón, se realizó el análisis en función de los DAA

Fuente: Elaboración propia en base a estudio CNR, 2015

Los valores presentados en el Cuadro 5-10 se distribuyeron a cada sitio de acumulación propuesto, multiplicándolos por la razón entre las acciones que posee cada sitio y las acciones permanentes totales del canal principal del cual se abastece cada sitio, a excepción del sector L4.2 donde se realiza la misma operación, pero en función de los derechos eventuales, ya que no cuenta con derechos permanentes.

Los volúmenes resultantes se llevaron a caudal mensual considerando el valor promedio de los 3 meses de máxima demanda y afectándolos por la eficiencia de distribución indicada para cada sector en el mismo estudio y que se indica en el Cuadro 5-8.

Adicionalmente se incluyó, en el Cuadro 5-11, el Q50 DT-01 cuyo valor se estimó por regla de tres simple, para cada uno de los sitios, entre el cuociente de Q50/Q85 obtenido del estudio CNR-2015, y el Q85 que se obtiene del DT-01. Numéricamente se define como:

$$Q50_{DT-01} = \frac{Q50_{CNR-2015}}{Q80_{CNR-2015}} \cdot Q80_{DT-01}$$

En los casos donde no se contaba con datos de Q50 ni Q80 del estudio CNR-2015, se utilizó el cuociente promedio de los casos con datos, este valor es 1,35.

CUADRO 5-11: CAUDAL 50% SITIOS CON REGULACIÓN CORTA

Código del Sitio	Sector	Derechos regante/es (Acciones)	Q50 CNR 2015 (l/s)	Q50 DT-01 (l/s)	Código del Sitio	Sector	Derechos regante/es (Acciones)	Q50 CNR 2015 (l/s)	Q50 DT-01 (l/s)
LON-01	L4.1	1058,270	579,8	1179,5	PAR-02	L1.1	5,520	5,4	6,2
LON-04	L3	3,761	2,9	4,2	PAR-03	L1.1	21,460	21,2	24,0
LON-05(a)	L3	16,816	12,9	18,7	PAR-04	L1.1	5,890	5,8	6,6
LON-08(b)	SM	6,014		119,1	PAR-06	L1.1	4,500	4,4	5,0
LON-09(b)	SM	13,833		274,0	PAR-07	L1.1	2,143	2,1	2,4
LON-10	L3	5,440	4,2	6,1	RET-01	L2	53,700	47,3	60,0
LON-13	L3	2,030	1,6	2,3	RET-02	L4.2	7,930	4,3	8,8
LON-14	L3	1224,201	939,3	1364,0	RET-05	L1.2	49,838	49,2	55,8
LON-19	L4.1	7,080	3,9	7,9	RET-07(d)	L2	12,190	10,7	13,6
LON-20	L4.1	7,190	3,9	8,0	RET-08	L2	6,002	5,3	6,7
LON-22	L4.1	15,410	8,4	17,2	RET-11(e)	L2	20,940	18,4	23,4
LON-23	L4.1	8,490	4,7	9,5	RET-15	SD	149,500		167,5
LON-26(c)	RA	3,892		5,4	RET-16	L2	0,712	0,6	0,8
LON-29	L4.1	329,620	180,6	367,4	RET-19	L2	16,830	14,8	18,8
PAR-01	L1.1	8,060	8,0	9,0	RET-20	L2	87,360	77,0	97,6

Nota: Sectores L1.1, L1.2, L2, L3, L4.1 y L4.2 perteneces a la Junta de Vigilancia del Río Longaví; SM: Sistema Melado, RA: Junta de Vigilancia Río Achibueno y RL: Río Longaví fuera de los límites del estudio desarrollado por TYPSA. (a) corresponden a 6,816 acc y 15 L/s. (b) la equivalencia es en regadores. (c) corresponden a 5,838 15 L/s. (d) corresponden a 18,285 L/s. (e) corresponden a 9,52 acc y 17.130 L/s. (*) En los sectores SM, RA y RL se aplica un factor promedio para obtener Q50 (DT-01) a partir de la razón obtenida en el resto sectores. Dicho factor es 1,35. Fuente: Elaboración propia en base a estudio CNR 2015 y a DT-01 Manual Técnico Ley Nº 18.450

5.3.3. Caudal 85% Adoptado

Al comparar los resultados de las metodologías desarrolladas en el numeral 5.3.1, se observa que los Q85 calculados a partir de los caudales definidos por sector en el estudio CNR-2015, son menores que los definidos por el DT-01, es por ello que se prefiere utilizar esta última metodología que mejora los indicadores para la postulación a concursos de la ley de riego.

5.4. **Caudal de Diseño**

5.4.1. Caudal por Acciones y su Equivalencia

La equivalencia de caudal por acción es la informada en los estatutos de las diferentes entidades involucradas la cual coincide con lo informado por los beneficiarios interesados en terreno:

- Junta de vigilancia río Longaví: la equivalencia corresponde a 1,5 L/s/acc.
- Junta de vigilancia río Achibueno: equivalencia igual a 1,5 L/s/acc

- Asociación de Canalista Canal el Melado, equivalencia igual a 14,67 L/s/acc
- Sistema Digua: equivalencia igual a 0,95 L/s/acc.

En el Cuadro 5-12 se presentan la equivalencia y L/s totales de cada uno de los sitios seleccionados.

CUADRO 5-12: CAUDAL POR ACCIÓN Y SU EQUIVALENCIA

Sitio	Derechos de Agua	Fuente	Equivalencia	Q (L/s)
LON-01	1058,270 acc	Río Longaví	1,5 L/s/acc	1587,41
LON-04	3,761 acc	Río Longaví	1,5 L/s/acc	5,64
LON-05	6,816 acc	Río Longaví	1,5 L/s/acc	25,22
LON-08	6,014 regadores	Canal Melado	14,67 L/s/regadores	88,23
LON-09	13,833 regadores	Canal Melado	14,67 L/s/regadores	202,93
LON-10	5,44 acc	Río Longaví	1,5 L/s/acc	8,16
LON-13	2,030 acc	Río Longaví	1,5 L/s/acc	3,05
LON-14	1224,201 acc	Río Longaví	1,5 L/s/acc	1836,30
LON-19	7,080 acc	Río Longaví	1,5 L/s/acc	10,62
LON-20	7,190 acc	Río Longaví	1,5 L/s/acc	10,79
LON-22	15,410 acc	Río Longaví	1,5 L/s/acc	23,12
LON-23	8,490 acc	Río Longaví	1,5 L/s/acc	12,74
LON-26	3.89 acc	Río Achibueno	1,5 L/s/acc	5,84
LON-29	329,62	Río Longaví	1,5 L/s/acc	494,43
PAR-01	8,060 acc	Río Longaví	1,5 L/s/acc	12,09
PAR-02	5,520 acc	Río Longaví	1,5 L/s/acc	8,28
PAR-03	21,460 acc	Río Longaví	1,5 L/s/acc	32,19
PAR-04	5,890 acc	Río Longaví	1,5 L/s/acc	8,84
PAR-06	4,500 acc	Río Longaví	1,5 L/s/acc	6,75
PAR-07	2,143 acc	Río Longaví	1,5 L/s/acc	3,21
RET-01	53,700 acc	Río Longaví	1,5 L/s/acc	80,55
RET-02	7,930 acc	Río Longaví	1,5 L/s/acc	11,90
RET-05	49,8375 acc	Río Longaví	1,5 L/s/acc	74,76
RET-07	12,19 acc	Río Longaví	1,5 L/s/acc	18,29
RET-08	6,002 acc	Río Longaví	1,5 L/s/acc	9,00
RET-11	9,520 acc	Río Longaví	1,5 L/s/acc	31,41
RET-15	149,500 acc	Sistema Digua	0,95 L/s/acc	142,03
RET-16	0,712 acc	Río Longaví	1,5 L/s/acc	1,07
RET-19	16,830 acc	Río Longaví	1,5 L/s/acc	25,25
RET-20	87,360 acc	Río Longaví	1,5 L/s/acc	131,04

Fuente: Elaboración propia

5.4.2. Caudal de Diseño para la Obra de Acumulación

Para la determinación del volumen útil máximo de embalse de regulación corta se considera el caudal por derechos, su equivalencia y el sistema de turnos del o los beneficiarios en los casos que correspondan. En el caso de que se cuente con un sistema de turnos el caudal se concentra durante dicho turno de acuerdo a la siguiente expresión:

$$Q_{por\ Derecho\ Turno} = \frac{TT}{TT + TET} \cdot Q_{por\ Derecho}$$

Donde la relación de tiempos se denomina factor turno ($\frac{TT}{TT+TET}$).

CUADRO 5-13: CAUDAL DE DISEÑO

Sitio	Fuente	Turno	Caudal por derecho en (L/s)	Tiempo entre Turnos TET (hrs)	Tiempo de Turno (TT) (hrs)	Factor Turno	Caudal por derecho en Turno (L/s)	Volumen útil máximo posible a acumular (m^3)	Tipo de mejora-miento
LON-01	Rio Longaví	Nocturno	1587,4	-	-	1,00	1587,4	80,005	Rehabilitación
LON-04	Rio Longaví	Turnal	5,6	360	48	0,12	48,0	7,311	Construcción
LON-05	Rio Longaví	Turnal	25,2	216	48	0,18	138,7	19,614	Construcción
LON-08*	Melado	Nocturno	88,2	-	-	1,00	88,2	4,447	Construcción
LON-09	Melado	Turnal	202,9	-	-	1,00	202,9	10,228	Construcción
LON-10	Rio Longaví	Turnal	8,2	360	72	0,17	49,0	10,575	Construcción
LON-13	Rio Longaví	Nocturno	3,0	240	24	0,09	33,5	2,631	Construcción
LON-14	Rio Longaví	Turnal	1836,3	-	-	1,00	1836,3	92,550	Rehabilitación
LON-19	Rio Longaví	Turnal	10,6	312	48	0,13	79,7	11,928	Construcción
LON-20	Rio Longaví	Turnal	10,8	432	48	0,10	107,9	16,773	Construcción
LON-22	Rio Longaví	Turnal	23,1	240	48	0,17	138,7	19,971	Construcción
LON-23	Rio Longaví	Turnal	12,7	432	48	0,10	127,4	26,597	Construcción
LON-26	Rio Achibueno	Nocturno	5,8	144	24	0,14	40,9	3,026	Construcción
LON-29	Rio Longaví	Turnal	494,4	-	-	1,00	494,4	24,919	Rehabilitación
PAR-01	Rio Longaví	Turnal	12,1	288	48	0,14	84,6	16,896	Construcción
PAR-02	Rio Longaví	Turnal	8,3	288	24	0,08	107,6	11,571	Construcción
PAR-03	Rio Longaví	Turnal	32,2	192	72	0,27	118,0	29,991	Rehabilitación
PAR-04	Rio Longaví	Turnal	8,8	192	48	0,20	44,2	8,231	Construcción
PAR-06*	Rio Longaví	Nocturno	6,8	288	48	0,14	47,3	9,865	Construcción
PAR-07	Rio Longaví	Turnal	3,2	144	24	0,14	26,3	1,944	Rehabilitación
RET-01	Rio Longaví	Turnal	80,6	-	-	1,00	80,6	4,060	Rehabilitación
RET-02	Rio Longaví	Turnal	11,9	96	24	0,20	59,5	5,520	Rehabilitación
RET-05	Rio Longaví	Turnal	74,8	48	24	0,33	224,3	17,413	Rehabilitación

CUADRO 5-13: CAUDAL DE DISEÑO

Sitio	Fuente	Turno	Caudal por derecho en (L/s)	Tiempo entre Turnos TET (hrs)	Tiempo de Turno (TT) (hrs)	Factor Turno	Caudal por derecho en Turno (L/s)	Volumen útil máximo posible a acumular (m^3)	Tipo de mejora-miento
RET-07	Rio Longaví	Nocturno	18,3	192	24	0,11	164,6	17,013	Construcción
RET-08	Rio Longaví	Nocturno	9,0	336	48	0,13	72,0	14,660	Construcción
RET-11	Rio Longaví	Turnal	31,4	-	-	1,00	31,4	1,583	Construcción
RET-15	Sistema Digua	Nocturno	142,0	-	-	1,00	142,0	7,158	Rehabilitación
RET-16*	Rio Longaví	Nocturno	1,1	-	-	1,00	1,1	100	Construcción
RET-19	Rio Longaví	Turnal	25,2	48	120	0,71	35,3	5,872	Rehabilitación
RET-20	Rio Longaví	Turnal	131,0	120	48	0,29	458,6	56,609	Rehabilitación

Nota: El Volumen Útil Máximo Posible es aquel obtenido por el caudal por derecho, sin embargo, el volumen útil final está restringido tanto por el espacio real del predio o por características naturales como es la napa somera. (*) Interesados desisten de participar. – Fuente: Elaboración propia

5.4.3. Caudal de Diseño de Obras de Seguridad

Dada la ubicación y características de los tranques analizados no aplica el cálculo de crecidas porque el agua proviene de canales regulados a excepción del sitio LON-09, al cual se le aplicaron las metodologías típicas para la determinación del caudal de periodo de retorno igual a 100 años.

Para el resto de los sitios, se consideró un caudal igual al existente por derechos de agua y a su distribución turnal en los casos pertinentes, es decir, se concentró su caudal permanente durante su turno o bien, su regulación nocturna.

A continuación, se presentan los parámetros morfométricos asociados a la cuenca aportante del sitio LON-09, el estudio de precipitaciones máximas, las metodologías de estimación de caudales y el valor adoptado.

5.4.3.1. Parámetros Morfométricos de la Cuenca

En el Cuadro 5-14 se presentan los parámetros de la cuenca y en la Figura 5-7 su forma.

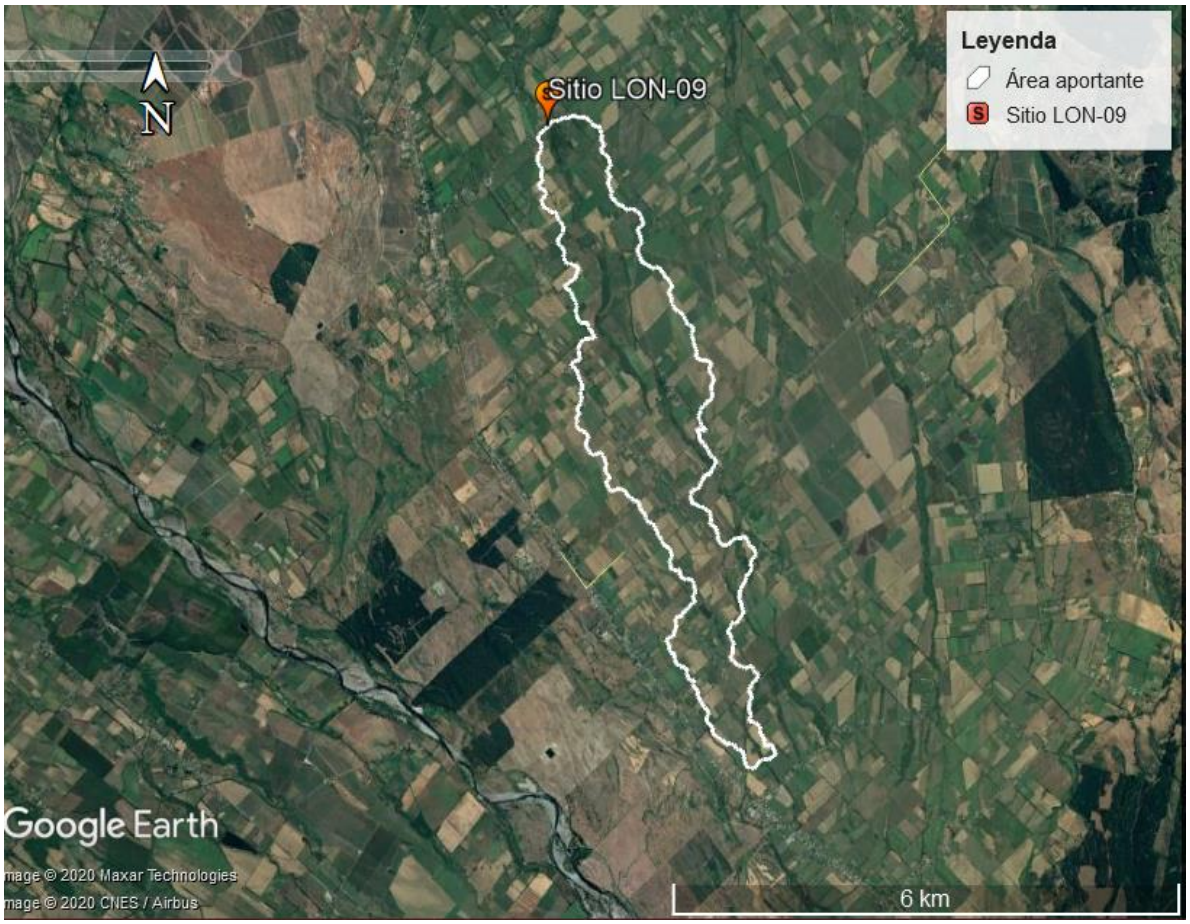


FIGURA 5-7: CUENCA APORTANTE SITIO LON-09

Fuente: Elaboración propia

CUADRO 5-14: PARÁMETROS MORFOMÉTRICOS

Parámetro	Unidad	Valor
Área aportante (pluvial)	km2	7,08
Altura Mínima de la cuenca (pluvial)	m.s.n.m.	228
Altura Máxima de la cuenca (pluvial)	m.s.n.m.	307
Altura Máxima del cauce principal (pluvial)	m.s.n.m.	295
Altura promedio (pluvial)	m.s.n.m.	260
Altura 50% curva hipsométrica (pluvial)	m.s.n.m.	260
Largo Cauce principal (pluvial)	km	8,5
Pendiente cauce (pluvial)	m/m	0,008

Fuente: Elaboración Propia

5.4.3.2. Estudio de Precipitaciones Máximas

Para las estadísticas de precipitaciones máximas se realizó un análisis de frecuencias ajustando, a las series, funciones de distribuciones de probabilidades clásicas, con los registros de la

estación DGA La Sexta de Longaví, código BNA 07352002-9, la cual cuenta con 28 años de registros de precipitaciones máximas anuales en 24 horas desde el año 1992 a 2020. La estación se ubica en las coordenadas UTM 6000382 N 264571. El análisis de frecuencia se presenta en el Anexo 5-6.

Para definir la distribución de mejor ajuste, se consideraron los resultados del test de bondad de ajuste χ^2, Kolmogorov – Smirnov y Filliben, las que se basan en el uso de las hipótesis tradicionales del análisis estadístico. Además, en los casos cuando se tiene más de una distribución que cumple con el test de bondad de ajuste, o en su defecto, ninguna, se seleccionó aquella que para períodos de retorno sobre 10 años se ajuste mejor a la serie.

CUADRO 5-15: PRECIPITACIONES MÁXIMAS EN 24 HRS. PARA DISTINTOS PERIODOS DE RETORNO (MM) SEGÚN FUNCIÓN DE DISTRIBUCIÓN EN ESTACIÓN LA SEXTA DE LONGAVÍ.

Periodo de Retorno	Distribución						
	Normal	Gumbel	Pearson III	LogNormal	LogPearson III	LogNormal III	Gamma
100	181,6	242,3	239,4	241,8	297,7	246,6	220,6
50	174,6	224,5	223	223	265,9	227,4	207,4
25	137,5	147,2	148,8	145	152	147,4	145,7
20	122,1	122,9	124	121,3	122,8	122,9	123,9
10	107,6	103,6	104	102,5	101,6	103,5	105,5
5	80	74,6	73,4	74,4	72,6	74,2	75,5
2	181,6	242,3	239,4	241,8	297,7	246,6	220,6

Fuente: Elaboración Propia

Los resultados de precipitación para distintos períodos de retorno obtenidos en el análisis se muestran en el Cuadro 5-15, mientras que los resultados de los test de bondad aplicados para cada una de las funciones de distribución de probabilidad elegida se muestran en el Cuadro 5-16, en la tabla se presenta el cociente entre el valor estimado del test y su valor crítico. Si el valor es menor a 1 se acepta la distribución y si es mayor a 1 se rechaza.

CUADRO 5-16: RESULTADOS DE TEST DE BONDAD PARA DISTINTAS ESTACIONES SEGÚN DISTRIBUCIONES DE PROBABILIDAD EN ESTACIÓN LA SEXTA DE LONGAVÍ.

Test (1)/ Distribución adoptada	Distribución						
	Normal	Gumbel	Pearson III	LogNormal	LogPearson III	LogNormal III	Gamma
X²	1,819	0,796	0,744	0,818	0,746	0,785	0,839
Filliben	0,812	1,441	No se aplica	0,263	No se aplica	No se aplica	No se aplica
K-S	0,491	0,328	0,338	0,338	0,350	0,324	0,399

Fuente: Elaboración Propia

Se observa que las distribuciones Normal y Gumbel no cumplen con el criterio necesario, por otra parte, las distribuciones Pearson III y LogPearson III son las de mejor ajuste. A raíz de lo anterior se selecciona la distribución LogNormal III.

5.4.3.3. Método DGA-AC para crecidas pluviales

Corresponde a una metodología expuesta en el Manual de Cálculo de Crecidas y Caudales Mínimos en Cuencas sin Información Fluviométrica (DGA, 1995), para estimar caudales máximos de crecidas pluviales, en base a curvas de frecuencias regionales establecidas para zonas hidrológicamente homogéneas. El procedimiento se explica a continuación.

Según la ubicación geográfica y las características de las cuencas en estudio, se determina la región hidrológicamente homogénea a la que ella pertenece, que en este caso corresponde a la zona comprendida entre VII y IX región (Tabla 3.7 del Manual DGA). La fórmula es:

$$Q_{10} = 2{,}0 \cdot 10^{-3} \cdot Ap^{0{,}973} \cdot (P_{24}^{10})^{1{,}224}$$

Donde Q_{10} es el caudal medio diario máximo de T=10 años (en m^3/s), Ap es el área pluvial aportante (en km^2), y P_{24}^{10} es la precipitación máxima diaria de T=10 (en mm).

El Q_{10} se multiplica posteriormente por el Coeficiente de Frecuencia Regional adimensional "QT/Q10", correspondiente a la región homogénea para los distintos T, que se obtiene del manual ya citado. Finalmente, se determina el QMI asociado a distintos T, multiplicando el resultado anterior por el factor de conversión correspondiente a la zona homogénea. Este factor se obtiene de la Tabla 3.24 del mismo Manual. Los cálculos se presentan en el Anexo 5-7.

5.4.3.4. Método Racional

La Fórmula Racional original es la siguiente:

$$Q = \frac{C \cdot I \cdot A}{3{,}6}$$

Donde:

Q = Caudal generado en la cuenca, en m^3/s.
C = Coeficiente de escorrentía calculado en base a la tabla 3.702.503.B del Manual de Carreteras.
I = Intensidad media de la precipitación para una duración de lluvia d = T_c, en mm/hr.

A = Área de la cuenca tributaria, en km^2.
T_c = Tiempo de concentración de la cuenca

La intensidad de la lluvia de diseño es aquella de duración igual al tiempo de concentración (Tc) del área y de la frecuencia o periodo de retorno seleccionado para el diseño de la obra. Dada la morfología local se utilizan las expresiones de California Culverts Practice, la Norma Española y Giandotti (Tabla 3.702.501.A MCV3) para el cálculo de Tc. La aplicación de la expresión de Giandotti queda sujeta a que cumpla con su rango de validez. A continuación, se presentan las expresiones de cada uno de los métodos:

CUADRO 5-17: TIEMPO DE CONCENTRACIÓN

Autor	Expresión	Observaciones y/o restricciones	Valor Calculado (hr)
Norma Española	$t_c = 18 \cdot L^{0,76}/S^{0,19}$		3,8
California Culverts Practice	$t_c = 57\left(\frac{L^3}{H}\right)^{0.385}$	Aplicable en cuencas de Montaña	2,2
Giandotti	$t_c = \frac{4\sqrt{S} + 1{,}5L}{0{,}8\sqrt{H}}$	Valido solo si $L/3{,}60 \geq t_C \geq L/5{,}4$	5,2

Fuente: Tabla 3.702.501.A MCV3

Se adopta el método de California para estimación de tiempo de concentración porque es el mismo utilizado para la elaboración del Manual de la DGA. Los cálculos se presentan en el Anexo 5-7.

5.4.3.5. Método de Verni y King Modificado

Si bien es cierto, la aplicación de este método se recomienda para cuencas mayores a 20 km², se considera su aplicación a modo de comparación con los otros métodos a aplicar.

Esta fórmula corresponde a una versión modificada de la ecuación de Verni y King original, a la que se ha introducido el coeficiente "C" (coeficiente de escorrentía) que, en la realidad, depende del período de retorno y de las características de la zona donde se aplica. Su expresión es la siguiente:

$$Q_T = C(T) \cdot 0{,}00615 \cdot {P_{24}^T}^{1,24}\ (m^3/s)$$

Donde,

Q: Qmax. instant. para período de retorno (m^3/s).
C: Coeficiente empírico asociado a T.

P_{24}^{T}: Pp. máxima diaria de período de retorno T (mm)[13].

A: área pluvial aportante (km^2).

El coeficiente C se obtiene a partir de las tablas expuestas en el Manual de Cálculo de Crecidas y Caudales Mínimos en Cuencas sin Información Fluviométrica (DGA 1995). Los cálculos detallados pueden verse en el Anexo 5-7.

5.4.3.6. Resultados y Valor Adoptado

En el Cuadro 5-18 se presentan los resultados obtenidos. Se observan que los valores son similares en las tres metodologías empleadas, se adopta el método racional dado que corresponde al valor medio y es el más aplicado en cuencas menores 20 km^2.

CUADRO 5-18: RESULTADOS ESTUDIO DE CRECIDAS

T (años)	**Racional Mod.**	**Verni King. Mod.**	**DGA-AC**
20	10,8	11,1	8,5
50	12,4	13,2	10,5
100	14,1	15,3	12,5

Fuente: Elaboración Propia

5.4.4. Resumen de Caudales de Diseño

En el Cuadro 5-19 se presenta un resumen de los caudales de diseño adoptados para cada sitio.

[13] Se aclara que este parámetro corresponde a la precipitación máxima diaria y no a la precipitación máxima en 24 horas.

CUADRO 5-19: CAUDALES DE DISEÑO

Sitio	Caudal de Diseño para la Obra de Acumulación (L/s)	Caudal de Diseño para la Obra de Seguridad (L/s)
LON-01	1587,4	1587,4
LON-04	48,0	48,0
LON-05	138,7	138,7
LON-08*	88,2	88,2
LON-09	202,9	14100,0
LON-10	49,0	49,0
LON-13	33,5	33,5
LON-14	1836,3	1836,3
LON-19	79,7	79,7
LON-20	107,9	107,9
LON-22	138,7	138,7
LON-23	127,4	127,4
LON-26	40,9	40,9
LON-29	494,4	494,4
PAR-01	84,6	84,6
PAR-02	107,6	107,6
PAR-03	118,0	118,0
PAR-04	44,2	44,2
PAR-06*	47,3	47,3
PAR-07	26,3	26,3
RET-01	80,6	80,6
RET-02	59,5	59,5
RET-05	224,3	224,3
RET-07	164,6	164,6
RET-08	72,0	72,0
RET-11	31,4	31,4
RET-15	142,0	142,0
RET-16*	1,1	1,1
RET-19	35,3	35,3
RET-20	458,6	458,6

(*) Interesados desisten de participar.

Fuente: Elaboración Propia

6. TRABAJOS DE TERRENO

6.1. Levantamiento Topográfico

6.1.1. Consideraciones Generales

El presente informe tiene por objetivo describir los procedimientos y resultados en el desarrollo de las actividades topográficas ejecutadas a la fecha en relación con planimetría y altimetría. El estudio fue efectuado en conformidad al Manual de Procedimientos Geodésicos y Topográficos del año 2020, texto perteneciente a la Comisión Nacional de Riego (CNR).

La finalidad del estudio topográfico es proporcionar la base topográfica y cartográfica georreferenciada que permita proyectar las obras necesarias para el diseño de nuevos tranques de acumulación, o bien, la rehabilitación de tranques existentes. En total son 30 sitios a levantar.

El siguiente informe contiene los antecedentes, metodología y resultados de:

- Georreferenciación monolitos bases.
- Levantamiento Topográfico.
- Generación de cartografía base.

Para cada sector se materializaron dos monolitos de hormigón intervisibles, los que permiten georreferenciar los levantamientos topográficos, Las coordenadas bases están referidas a Sirgas y la elevación corresponde a la altura Ortométrica. Para luego quedar determinadas en coordenadas planas topográficas y cota trigonométrica respectivamente.

La base cartográfica fue obtenida mediante el uso combinado de equipos GNSS y Estación Total, de acuerdo a las condiciones del terreno, La cartografía del Plano quedo conformada por modelos de curvas de nivel y planimetría. Los levantamientos se realiza ron con una densidad de puntos 1:2.000 en el sector de estudio y por perfiles cada 20m en los canales de entrada, en una distancia de 100m aproximadamente donde correspondiera.

Todos los planos y archivo de puntos están referidos a coordenada planas topográficas con origen UTM.

6.1.2. Área de Estudio

El área de estudio comprende 30 sitios distribuidos en la VII Región, entre las localidades de Longaví, Retiro y Parral. Los 30 sitios distribuidos, se pueden apreciar en la Figura 6-1.

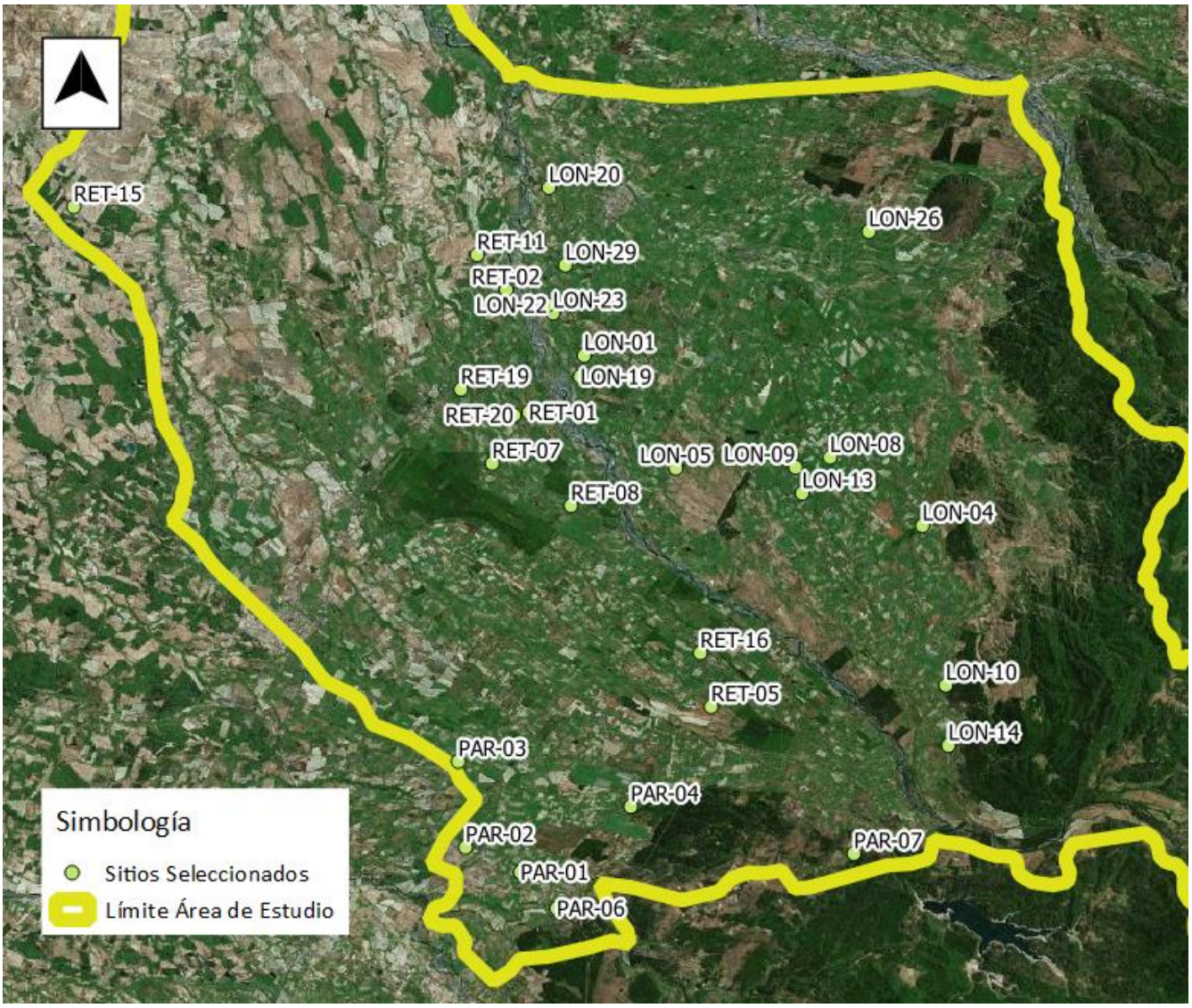


FIGURA 6-1: UBICACIÓN SITIOS

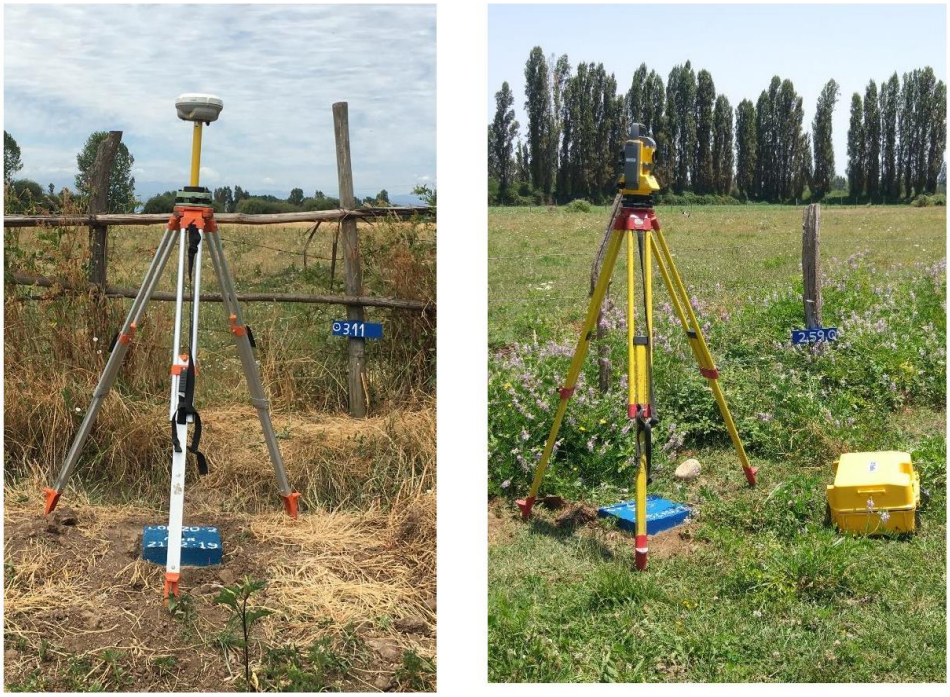
Fuente: Elaboración Propia a partir de Google Earth.

6.1.3. Georreferenciación Monolitos Base

Cada sitio por levantar es materializado con un par de monolitos de hormigón de 30x30x50cm, la georreferenciación de esta base contempla dos pasos, primero mediante equipos GNSS geodésico a partir de la posición autónoma determinada en uno de ellos, luego empleando el método cinemático en tiempo real (RTK) se midió la coordenada del segundo monolito, la elevación se calculó

reduciendo la altura elipsoidal en altura ortométrica mediante el modelo geoidal EGM08. En la Fotografía 6-1 se muestran algunas imágenes del trabajo realizado, mientras que en el Cuadro 6-1 se muestran las coordenadas de los monolitos que se encuentran procesados.

Posteriormente en un segundo paso, con las coordenadas UTM de estos dos monolitos en donde uno será usado de base y otro de calaje, se procede a determinar exclusivamente el azimut usando la Estación Total, para luego medir nuevamente y determinar coordenadas planas topográficas y cota trigonométrica de los monolitos base y de calaje, siendo estos valores precisados los que son informados.



FOTOGRAFÍA 6-1: MEDICIÓN MONOLITOS BASE

Fuente: Elaboración propia,

CUADRO 6-1: COORDENADAS MONOLITOS BASES

Nº de levantamiento	Coordenadas Planas Topográficas				
	Sitio/PR	Norte (m)	Este (m)	Cota (m)	Huso
1	LON01-1	6.009.321,783	256.935,115	159,055	19S
	LON01-2	6.009.354,943	256.924,496	157,370	19S
2	LON04-1	6.001.765,317	270.003,929	228,913	19S
	LON04-2	6.001.721,450	270.020,854	229,216	19S
3	LON05-1	6.004.095,595	260.484,944	194,289	19S
	LON05-2	6.004.150,294	260.450,724	193,806	19S

CUADRO 6-1: COORDENADAS MONOLITOS BASES

Nº de levantamiento	Coordenadas Planas Topográficas				
	Sitio/PR	Norte (m)	Este (m)	Cota (m)	Huso
4	LON08-1	6.004.812,968	266.427,624	201,554	19S
	LON08-2	6.004.759,999	266.373,514	202,365	19S
5	LON09-1	6.004.300,155	265.209,139	200,426	19S
	LON09-2	6.004.331,417	265.188,916	199,077	19S
6	LON10-1	5.994.295,595	271.077,634	298,625	19S
	LON10-2	5.994.359,573	271.112,919	296,898	19S
7	LON13-1	6.002.989,036	265.321,038	214,490	19S
	LON13-2	6.003.027,009	265.364,011	213,997	19S
8	LON14-2	5.991.583,605	271.100,795	332,251	19S
	LON14-1	5.991.655,873	271.135,138	334,508	19S
9	LON19-1	6.008.291,018	256.839,970	159,996	19S
	LON19-2	6.008.325,157	256.779,496	159,777	19S
10	LON20-1	6.017.136,987	255.339,999	138,943	19S
	LON20-2	6.017.046,777	255.332,068	138,909	19S
11	LON22-1	6.011.645,567	255.495,795	152,779	19S
	LON22-2	6.011.624,544	255.461,963	152,791	19S
12	LON23-1	6.011.246,604	255.714,810	151,779	19S
	LON23-2	6.011.129,910	255.745,613	151,496	19S
13	LON26-1	6.015.438,177	267.659,563	172,951	19S
	LON26-2	6.015.365,626	267.608,966	172,354	19S
14	LON29-1	6.013.391,302	256.174,976	152,044	19S
	LON29-2	6.013.374,675	256.231,142	151,763	19S
15	PAR01-1	5.984.968,774	255.126,417	201,617	19S
	PAR01-2	5.985.159,041	255.050,654	201,200	19S
16	PAR02-1	5.986.260,482	253.017,399	193,455	19S
	PAR02-2	5.986.173,083	253.076,568	193,496	19S
17	PAR03-2	5.990.300,220	252.728,806	194,122	19S
	PAR03-1	5.990.203,285	252.694,189	194,034	19S
18	PAR04-1	5.988.155,754	259.221,545	234,742	19S
	PAR04-2	5.988.328,130	259.207,914	233,704	19S
19	PAR06-1	5.983.506,815	256.587,654	195,541	19S
	PAR06-2	5.983.413,122	256.612,069	192,206	19S
20	PAR07-1	5.986.291,088	267.831,943	334,680	19S
	PAR07-2	5.986.270,777	267.759,212	333,012	19S
21	RET01-2	6.006.556,331	254.942,756	169,476	19S
	RET01-1	6.006.608,682	254.912,012	169,676	19S
22	RET02-1	6.012.337,408	253.847,019	146,762	19S
	RET02-2	6.012.293,007	253.877,995	146,991	19S
23	RET05-1	5.993.020,156	262.217,597	255,110	19S
	RET05-2	5.993.010,049	262.302,331	256,097	19S
24	RET07-1	6.004.200,930	253.613,956	174,574	19S

CUADRO 6-1: COORDENADAS MONOLITOS BASES

Nº de levantamiento	Coordenadas Planas Topográficas				
	Sitio/PR	Norte (m)	Este (m)	Cota (m)	Huso
	RET07-2	6.004.118,479	253.547,765	174,740	19S
25	RET08-1	6.002.266,787	256.632,805	182,461	19S
	RET08-2	6.002.338,151	256.556,574	182,145	19S
26	RET11-1	6.013.976,777	252.747,295	148,146	19S
	RET11-2	6.013.958,317	252.711,239	147,585	19S
27	RET15-1	6.015.980,620	237.174,557	128,819	19S
	RET15-2	6.015.931,117	237.155,362	128,694	19S
28	RET16-1	5.995.480,483	261.911,346	237,466	19S
	RET16-2	5.995.429,387	261.871,678	238,340	19S
29	RET19-1	6.007.711,778	252.341,516	166,012	19S
	RET19-2	6.007.648,425	252.327,454	166,361	19S
30	RET20-1	6.006.639,450	254.301,500	164,940	19S
	RET20-2	6.006.711,041	254.291,847	164,680	19S

Fuente: Elaboración propia.

6.1.4. Levantamientos Topográficos

Las condiciones de vegetación fueron variadas en los 30 sitios levantados, estos han presentado sectores de matorrales, álamos y en mayor medida sitios con cultivos de maíz, trigo y frambuesas, en estado por cosechar, además sitios con agua, ya sea por tranques existentes o riego de cultivos en el lugar. Lo anterior ha condicionado la técnica de levantamiento empleada, principalmente se ha usado GNSS-RTK en combinación con Estación Total.

Para los levantamientos con GNSS y Estación Total se ha debido realizar roce en alguna parte de los canales levantados, en la mayoría de los canales se presenta vegetación frondosa del tipo álamos, sauces y matorrales. En la Fotografía 6-2 se muestran algunos ejemplos del desarrollo del trabajo.

FOTOGRAFÍA 6-2: LEVANTAMIENTOS TOPOGRÁFICOS

Fuente: Elaboración propia.

Es importante señalar que varios sectores levantados topográficamente corresponden a tranques existentes a rehabilitar, por lo que se considera la existencia de agua en gran o mediana medida. Para ello se realizaron levantamientos topobatimétrico, lo que conllevo, uso de bote inflable para la captura de puntos, trajes de agua, cuerdas de seguridad para la navegación y elementos de protección personal para entrar a estos sectores de agua. Los sitios que presentaron agua se muestran en Cuadro 6-2:

CUADRO 6-2: SITIOS CON ACUMULACIÓN DE AGUA

N°	SITIO	COMUNA	SITUACIÓN
1	LON-01	Longaví	Tranque con Agua
2	LON-14	Longaví	Tranque con Agua
3	LON-29	Longaví	Tranque con Agua
4	PAR-03	Parral	Tranque con Agua
5	RET-01	Retiro	Tranque con Agua
6	RET-02	Retiro	Sector con Agua
7	RET-05	Retiro	Tranque con Agua
8	RET-15	Retiro	Sector con poca Agua
9	RET-19	Retiro	Tranque con Agua
10	RET-20	Retiro	Tranque con Agua

Fuente: Elaboración propia.

Para cada sitio también se materializaron un par de monolitos intervisibles, construidos de hormigón de 30 x 30 cm, pintado de color azul.

Para sectores con agua de relativa profundidad (tranques existentes), mayor a 1 metro o zona fangosa, se realizó batimetría con equipo GPS con el método tiempo real y uso de bote.

Previamente se definió una cuadricula teórica perpendicular al eje mayor del tranque de agua, el GPS permitió introducir esta cuadricula en el controlador del equipo. Se tomaron una serie de puntos en forma de perfil cada 15 m aproximadamente. Para la profundidad se utilizó un plomo previamente identificado y medido.

Para los casos menos profundos se trabajó directamente con un jalón, obteniendo las mediciones en tiempo real de forma directa.

En todos los casos se levantó el borde existente del nivel de agua con una densificación que permitió su apropiada representación gráfica. Las curvas de nivel se trazarán con una secuencia altimétrica de 1 m.

Para la obtención de la información de terreno fuera del sector de agua, se levantarán puntos de relleno cada 20 m.

En las Fotografía 6-3 se muestran algunos ejemplos del desarrollo del trabajo.

FOTOGRAFÍA 6-3: LEVANTAMIENTOS TOPOBATIMÉTRICOS

Fuente: Elaboración propia.

6.1.5. Generación de Planos Topográficos

Posterior al levantamiento de puntos se realizó el modelado de estos, se generó el modelo de terreno y posteriormente las curvas de nivel, se dibujaron los elementos planimétricos existentes y

se generó la lámina final. El plano se ajusta a lo que establece el Manual de Procedimientos Geodésicos y Topográficos. En la Figura 6-2 se muestra un ejemplo de estos planos.

En caso de la obtención de coordenadas con sistema GNSS, de los distintos puntos levantados en terreno, se realizó la reducción empleando el método establecido en el Manual de Procedimientos Geodésicos y Topográficos de CNR, considerando el método de radiación, logrando así compatibilizar los datos de terreno.

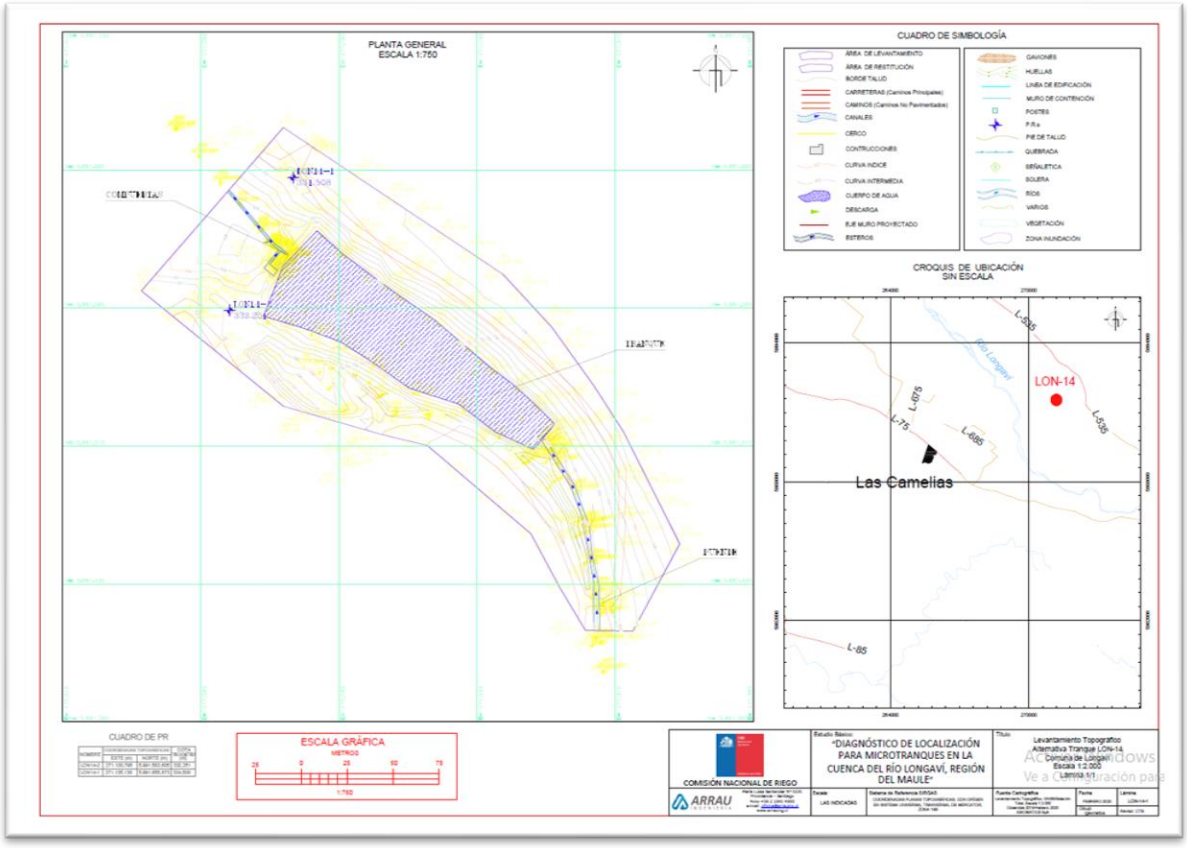


FIGURA 6-2: PLANO TIPO

Fuente: Elaboración propia

6.1.6. Anexos

El informe topográfico cuenta con los siguientes anexos:

- Certificado de Calibración
- Monografías
- Listado de Coordenadas

- Base de Datos ASCII

6.1.7. Autocontrol Topográfico

Con fecha 2 mes de marzo del 2020 y durante 5 días se realizaron los controles en terreno de los aspectos topográficos del proyecto, que contempló las visitas las comunas de Longaví, Parral y Retiro.

La visita fue realizada por Patricio Enrique Ramírez Valdés, Ingeniero de Ejecución en Geomensura de la Universidad de Santiago de Chile, Cedula de Identidad: 14.195.111-4, con un ayudante para asistir en las tareas de terreno.

El control se realizó a 12 levantamientos de Microtranques del total de 30 informados, de los cuales 7 tienen estado de rehabilitación y 5 son nuevos:

Tranques en rehabilitación:

a. LON01
b. LON14
c. LON29
d. PAR07
e. RET02
f. RET05
g. RET19

Tranques nuevos:

a. LON19
b. LON22
c. LON23
d. PAR01
e. PAR04

El instrumento utilizado para realizar los controles topográficos corresponde a una estación total marca Trimble, modelo M3, para el cual se adjunta certificado de calibración.

FOTOGRAFÍA 6-4: ESTACIÓN TOTAL AUTOCONTROL

Fuente: Elaboración propia.

Los 12 sitios fueron divididos para su revisión en 4 grandes sectores, debido a su distanciamiento entre ellos y a su acotado tiempo de revisión. Para ello un primer día se visitaron los sitios: LON-29, RET-02 y RET-19, en otro día los sitios: LON-22, LON-23, LON-01 y LON-19, en otra jornada los sitios: RET-05, PAR-04 y PAR-01 y finalmente los sitios: PAR-07 y LON-14.

Los ítems que se controlaron topográficamente corresponden a:

a. **Monolitos de puntos de referencia.**
b. **Amarras de puntos de referencia.**
c. **Coordenadas de puntos de referencia.**
d. **Verificación de levantamientos topográficos.**

Estos ítems se presentan en los cuadros de a continuación.

CUADRO 6-3: MONOLITOS DE PUNTOS DE REFERENCIA

Ítem	Sitio	PR	Dimensiones 30X30 cm	Fierro ϕ 16mm	Pintura	Legibilidad Escritura	Moldaje	Aprueba (Si o No)	Observaciones
1	LON01	LON01-1	30x30	Si	Si	Si	Si	Si	Monolito cumple con normativa
		LON01-2	29x30	Si	Si	Si	Si	Si	Monolito cumple con normativa
2	LON14	LON14-1	29x30	Si	Si	Si	Si	Si	Monolito cumple con normativa
		LON14-2	30x30	Si	Si	Si	Si	Si	Monolito cumple con normativa
3	LON19	LON19-1	30x29	Si	Si	Si	Si	Si	Monolito cumple con normativa
		LON19-2	29x29	Si	Si	Si	Si	Si	Monolito cumple con normativa
4	LON22	LON22-1	29x30	Si	Si	Si	Si	Si	Monolito cumple con normativa
		LON22-2	30x30	Si	Si	Si	Si	Si	Monolito cumple con normativa
5	LON23	LON23-1	30x30	Si	Si	Si	Si	Si	Monolito cumple con normativa
		LON23-2	30x30	Si	Si	Si	Si	Si	Monolito cumple con normativa
6	LON29	LON29-1	30x30	Si	Si	Si	Si	Si	Monolito cumple con normativa
		LON29-2	30x30	Si	Si	Si	Si	Si	Monolito cumple con normativa
7	PAR01	PAR1-1	30x30	Si	Si	Si	Si	Si	Monolito cumple con normativa
		PAR1-2	30x30	Si	Si	Si	Si	Si	Monolito cumple con normativa
8	PAR04	PAR4-1	30x30	Si	Si	Si	Si	Si	Monolito cumple con normativa
		PAR4-2	29x30	Si	Si	Si	Si	Si	Monolito cumple con normativa
9	PAR07	PAR7-1	30x30	Si	Si	Si	Si	Si	Monolito cumple con normativa
		PAR7-2	30x30	Si	Si	Si	Si	Si	Monolito cumple con normativa
10	RET02	RET2-1	30X29	Si	Si	Si	Si	Si	Monolito cumple con normativa
		RET2-2	29x30	Si	Si	Si	Si	Si	Monolito cumple con normativa
11	RET05	RET5-1	29x30	Si	Si	Si	Si	Si	Monolito cumple con normativa
		RET5-2	29x30	Si	Si	Si	Si	Si	Monolito cumple con normativa
12	RET19	RET19-1	29x29	Si	Si	Si	Si	Si	Monolito cumple con normativa
		RET19-2	29x29	Si	Si	Si	Si	Si	Monolito cumple con normativa

CUADRO 6-4: AMARRAS DE PUNTOS DE REFERENCIA

Ítem	Sitio	PR	Amarras Consultor		Amarras Control		Aprueba (Si o No)	Observaciones
			(A) (m)	(B) (m)	(A) (m)	(B) (m)		
1	LON01	LON01-1	1.92	7.93	1.91	7.92	Si	
		LON01-2	-	-	-	-	No	Amarras fueron sacadas
2	LON14	LON14-1	11.60	4.73	11.60	4.72	Si	
		LON14-2	7.75	2.94	7.75	2.93	Si	
3	LON19	LON19-1	2.02	5.83	2.01	5.83	Si	
		LON19-2	1.49	3.10	1.49	3.10	Si	
4	LON22	LON22-1	10.33	3.50	10.33	3.50	Si	
		LON22-2	2.54	4.98	2.44	4.97	No	Diferencia de 10 cm en amarra A
5	LON23	LON23-1	7.28	3.68	7.28	3.67	Si	
		LON23-2	4.96	3.28	4.96	3.26	Si	Amarra B está es sector tapado con arbustos
6	LON29	LON29-1	10.71	10.16	10.72	10.17	Si	
		LON29-2	3.49	2.93	3.49	2.93	Si	
7	PAR01	PAR1-1	4.58	7.02	4.59	7.03	Si	Vegatación abundante cubre amarra
		PAR1-2	11.22	3.85	11.20	4.03	No	Diferencia de 18 cm en amarra B
8	PAR04	PAR4-1	2.35	13.99	2.34	13.99	Si	
		PAR4-2	1.73	4.33	1.72	4.32	Si	
9	PAR07	PAR7-1	2.78	8.02	2.78	8.04	Si	
		PAR7-2	6.70	6.90	6.70	6.89	Si	
10	RET02	RET2-1	3.14	5.82	3.14	5.83	Si	
		RET2-2	2.89	3.25	2.90	4.25	No	Diferencia de 1 m en amarra B
11	RET05	RET5-1	5.05	4.48	5.19	4.50	No	Amarras se encuentran sueltas
		RET5-2	8.43	1.77	8.42	1.76	Si	
12	RET19	RET19-1	4.81	1.91	4.80	1.87	Si	Amarra B suelta
		RET19-2	6.03	9.32	6.04	9.32	Si	

En el **CUADRO** 6-5 se pueden observar las diferencias en las coordenadas entregadas por el consultor y las revisadas en la etapa de Autocontrol. Para realizar esta verificación se utilizó un GPS navegador con el cual se llegó a cada punto de referencia, luego se registró la diferencia entre la

coordenada del monolito y la coordenada obtenida con el GPS. La tolerancia de este procedimiento es de ±3 metros.

CUADRO 6-5: COORDENADAS DE PUNTOS DE REFERENCIA

Ítem	Sitio	PR	Coordenadas Consultor		Coordenadas Control		Diferencias		Cumple
			Norte (m)	Este (m)	Norte (m)	Este (m)	Norte (m)	Este (m)	
1	LON01	LON01-1	6009321.783	256935.115	6009320	256935	2	0	Si
		LON01-2	6009354.943	256924.496	6009354	256924	1	0	Si
2	LON14	LON14-1	5991655.873	271135.138	5991657	271134	-1	1	Si
		LON14-2	5991583.605	271100.795	5991584	271103	0	-2	Si
3	LON19	LON19-1	6008291.018	256839.970	6008291	256840	0	0	Si
		LON19-2	6008325.157	256779.496	6008327	256779	-2	0	Si
4	LON22	LON22-1	6011645.567	255495.795	6011643	255493	3	3	Si
		LON22-2	6011624.544	255461.963	6011627	255461	-2	1	Si
5	LON23	LON23-1	6011246.604	255714.810	6011246	255717	1	-2	Si
		LON23-2	6011129.910	255745.613	6011131	255746	-1	0	Si
6	LON29	LON29-1	6013391.302	256174.976	6013392	256174	-1	1	Si
		LON29-2	6013374.675	256231.142	6013372	256233	3	-2	Si
7	PAR01	PAR1-1	5984968.777	255126.415	5984969	255127	0	-1	Si
		PAR1-2	5985159.041	255050.655	5985161	255049	-2	2	Si
8	PAR04	PAR4-1	5988155.749	259221.548	5988155	259223	1	-1	Si
		PAR4-2	5988328.131	259207.914	5988329	259208	-1	0	Si
9	PAR07	PAR7-1	5986291.096	267831.944	5986292	267832	-1	0	Si
		PAR7-2	5986270.777	267759.213	5986272	267757	-1	2	Si
10	RET02	RET2-1	6012337.408	253847.019	6012337	253847	0	0	Si
		RET2-2	6012293.007	253877.995	6012296	253879	-3	-1	Si
11	RET05	RET5-1	5993020.156	262217.597	5993019	262218	1	0	Si
		RET5-2	5993010.049	262302.331	5993010	262300	0	2	Si
12	RET19	RET19-1	6007711.778	252341.516	6007713	252342	-1	0	Si
		RET19-2	6007648.425	252327.454	6007649	252326	-1	1	Si

El Cuadro 6-6 presenta la diferencia entre la distancia topográfica que existe entre las coordenadas de los puntos de referencia entregadas por el consultor y la distancia que fue verificada en esta etapa de autocontrol, la cual fue medida a través de una estación total.

CUADRO 6-6: CONTROL DE DISTANCIA ENTRE PUNTOS DE REFERENCIA

Ítem	Desde	Hasta	Distancia Consultor (m)	Distancia Control (m)	Diferencia (m)
1	LON01-1	LON01-2	34.819	34.824	-0.005
2	LON14-1	LON14-2	80.013	80.012	0.001
3	LON19-1	LON19-2	69.445	69.452	-0.007
4	LON22-1	LON22-2	39.832	39.835	-0.003
5	LON23-1	LON23-2	120.691	120.685	0.006
6	LON29-1	LON29-2	58.575	58.570	0.005
7	PAR01-1	PAR01-2	204.792	204.797	-0.004
8	PAR04-1	PAR04-2	172.920	172.924	-0.004
9	PAR07-1	PAR07-2	75.516	75.507	0.009
10	RET02-1	RET02-2	54.138	54.120	0.019
11	RET05-1	RET05-2	85.335	85.339	-0.005
12	RET19-1	RET19-2	64.895	64.892	0.003

En el **CUADRO** 6-7 se puede observar un resumen de puntos muestreados. Los tranques LON01, LON14 y LON29 presentan canales de hormigón, por lo que se hace un doble análisis, el primero considerando una escala 1:2.000 como tolerancia y el segundo considerando una tolerancia de 0,05m.

CUADRO 6-7: RESUMEN DE PUNTOS DE CONTROL LEVANTADOS

Tranque	Estado	Escala del plano	Tolerancia	Puntos muestreados	Puntos en tolerancia	% en tolerancia	Estado
LON01	Rehabilitación	1:2000 curvas cada 2m	Planimetría 0.67m	5	5	100%	Dentro de tolerancia
		1:2000 curvas cada 2m	Altimetría 0.67m	7	7	100%	Dentro de tolerancia
			Planimetría 0.05m	5	4	80%	Fuera de tolerancia
			Altimetría 0.05m	5	0	0%	Fuera de tolerancia
LON14	Rehabilitación	1:2000 curvas cada 2m	Planimetría 0.67m	10	10	100%	Dentro de tolerancia
		1:2000 curvas cada 2m	Altimetría 0.67m	10	10	100%	Dentro de tolerancia
			Planimetría 0.05m	10	8	80%	Fuera de tolerancia
			Altimetría 0.05m	10	1	10%	Fuera de tolerancia
LON019	Nuevo	1:2000 curvas cada 2m	Planimetría 0.67m	1	1	100%	Dentro de tolerancia
		1:2000 curvas cada 2m	Altimetría 0.67m	4	4	100%	Dentro de tolerancia
LON22	Nuevo	1:2000 curvas cada 2m	Planimetría 0.67m	11	11	100%	Dentro de tolerancia
		1:2000 curvas cada 2m	Altimetría 0.67m	11	11	100%	Dentro de tolerancia
LON23	Nuevo	1:2000 curvas cada 2m	Planimetría 0.67m	4	4	100%	Dentro de tolerancia
		1:2000 curvas cada 2m	Altimetría 0.67m	5	5	100%	Dentro de tolerancia
LON29	Rehabilitación	1:2000 curvas cada 2m	Planimetría 0.67m	7	7	100%	Dentro de tolerancia
		1:2000 curvas cada 2m	Altimetría 0.67m	6	6	100%	Dentro de tolerancia
			Planimetría 0.05m	7	1	14%	Fuera de tolerancia
			Altimetría 0.05m	6	2	33%	Fuera de tolerancia
PAR01	Nuevo	1:2000 curvas cada 2m	Planimetría 0.67m	-	-	-	-
		1:2000 curvas cada 2m	Altimetría 0.67m	4	4	100%	Dentro de tolerancia
PAR04	Nuevo	1:2000 curvas cada 2m	Planimetría 0.67m	4	4	100%	Dentro de tolerancia
		1:2000 curvas cada 2m	Altimetría 0.67m	7	7	100%	Dentro de tolerancia
PAR07	Rehabilitación	1:2000 curvas cada 2m	Planimetría 0.67m	7	7	100%	Dentro de tolerancia
		1:2000 curvas cada 2m	Altimetría 0.67m	10	10	100%	Dentro de tolerancia
RET02	Rehabilitación	1:2000 curvas cada 2m	Planimetría 0.67m	10	10	100%	Dentro de tolerancia
		1:2000 curvas cada 2m	Altimetría 0.67m	14	14	100%	Dentro de tolerancia
RET05	Rehabilitación	1:2000 curvas cada 2m	Planimetría 0.67m	10	10	100%	Dentro de tolerancia
		1:2000 curvas cada 2m	Altimetría 0.67m	13	13	100%	Dentro de tolerancia
RET19	Rehabilitación	1:2000 curvas cada 2m	Planimetría 0.67m	10	10	100%	Dentro de tolerancia
		1:2000 curvas cada 2m	Altimetría 0.67m	13	13	100%	Dentro de tolerancia

A continuación, se incluyen los cuadros resúmenes de los monolitos controlados.

- **Monolito: LON01-1**
- Observaciones: Monolito sobre el nivel del terreno natural. Las amarras fueron arrancadas de su lugar de origen, encontrándose botadas. Fierro redondo con marca en el centro. Las letras son legibles y bajo relieve.
- Fotografía:

- **Monolito: LON01-2**
- Observaciones: Monolito sobre el nivel del terreno natural. Las amarras no presenta diferencia. Fierro redondo con marca en el centro. Las letras son legibles y bajo relieve.
- Fotografía:

- **Monolito: LON14-1**
- Observaciones: Monolito sobre el nivel del terreno natural. Las amarras no presenta diferencia. Fierro redondo con marca en el centro. Las letras son legibles y bajo relieve.
- Fotografía:

- **Monolito: LON14-2**
- Observaciones: Monolito sobre el nivel del terreno natural. Las amarras no presenta diferencia. Fierro redondo con marca en el centro. Las letras son legibles y bajo relieve.
- Fotografía:

- **Monolito: LON19-1**
- Observaciones: Monolito sobre el nivel del terreno natural. Las amarras no presenta diferencia. Fierro redondo con marca en el centro. Las letras son legibles y bajo relieve.
- Fotografía:

- **Monolito: LON19-2**
- Observaciones: Monolito sobre el nivel del terreno natural. Las amarras no presenta diferencia. Fierro redondo con marca en el centro. Las letras son legibles y bajo relieve.
- Fotografía:

- **Monolito: LON22-1**
- Observaciones: Monolito sobre el nivel del terreno natural. Las amarras no presenta diferencia. Fierro redondo con marca en el centro. Las letras son legibles y bajo relieve.
- Fotografía:

- **Monolito: LON22-2**
- Observaciones: Monolito sobre el nivel del terreno natural. Una de las amarras presenta una diferencia de 10 centímetros. Fierro redondo con marca en el centro. Las letras son legibles y bajo relieve.
- Fotografía:

- **Monolito: LON23-1**
- Observaciones: Monolito sobre el nivel del terreno natural. Las amarras no presenta diferencia. Fierro redondo con marca en el centro. Las letras son legibles y bajo relieve.
- Fotografía:

- **Monolito: LON23-2**
- Observaciones: Monolito sobre el nivel del terreno natural. Las amarras no presenta diferencia. Fierro redondo con marca en el centro. Las letras son legibles y bajo relieve.
- Fotografía:

- **Monolito: LON29-1**
- Observaciones: Monolito sobre el nivel del terreno natural. Las amarras no presenta diferencia. Fierro redondo con marca en el centro. Las letras son legibles y bajo relieve.
- Fotografía:

- **Monolito: LON29-2**
- Observaciones: Monolito sobre el nivel del terreno natural. Las amarras no presenta diferencia. Fierro redondo con marca en el centro. Las letras son legibles y bajo relieve.
- Fotografía:

- **Monolito: PAR01-1**
- Observaciones: Monolito sobre el nivel del terreno natural. Las amarras no presenta diferencia. Fierro redondo con marca en el centro. Las letras son legibles y bajo relieve.
- Fotografía:

- **Monolito: PAR01-2**
- Observaciones: Monolito sobre el nivel del terreno natural. Una de las amarras presenta una diferencia de 18 centímetros. Fierro redondo con marca en el centro. Las letras son legibles y bajo relieve.
- Fotografía:

- **Monolito: PAR04-1**
- Observaciones: Monolito sobre el nivel del terreno natural. Las amarras no presenta diferencia. Fierro redondo con marca en el centro. Las letras son legibles y bajo relieve.
- Fotografía:

- **Monolito: PAR04-2**
- Observaciones: Monolito sobre el nivel del terreno natural. Las amarras no presenta diferencia. Fierro redondo con marca en el centro. Las letras son legibles y bajo relieve.
- Fotografía:

- **Monlito: PAR07-1**
- Observaciones: Monolito sobre el nivel del terreno natural. Las amarras no presenta diferencia. Fierro redondo con marca en el centro. Las letras son legibles y bajo relieve.
- Fotografía:

- **Monlito: PAR07-2**
- Observaciones: Monolito sobre el nivel del terreno natural. Las amarras no presenta diferencia. Fierro redondo con marca en el centro. Las letras son legibles y bajo relieve.
- Fotografía:

- **Monolito: RET02-1**
- Observaciones: Monolito sobre el nivel del terreno natural. Una de las amarras presenta una diferencia de 1 metro. Fierro redondo con marca en el centro. Las letras son legibles y bajo relieve.
- Fotografía:

- **Monolito: RET02-2**
- Observaciones: Monolito sobre el nivel del terreno natural. Las amarras no presenta diferencia. Fierro redondo con marca en el centro. Las letras son legibles y bajo relieve.
- Fotografía:

- **Monolito: RET05-1**
- Observaciones: Monolito sobre el nivel del terreno natural. Las amarras se encuentran sueltas. Fierro redondo con marca en el centro. Las letras son legibles y bajo relieve.
- Fotografía:

- **Monolito: RET05-2**
- Observaciones: Monolito sobre el nivel del terreno natural. Las amarras no presenta diferencia. Fierro redondo con marca en el centro. Las letras son legibles y bajo relieve.
- Fotografía:

- **Monolito: RET19-1**
- Observaciones: Monolito sobre el nivel del terreno natural. Una de las amarras se cuentra suelta. Fierro redondo con marca en el centro. Las letras son legibles y bajo relieve.
- Fotografía:

- **Monolito: RET19-2**
- Observaciones: Monolito sobre el nivel del terreno natural. Las amarras no presenta diferencia. Fierro redondo con marca en el centro. Las letras son legibles y bajo relieve.
- Fotografía:

En síntesis y como conclusión se pueden comentar los siguientes puntos:

1. **De la revisión de Monolitos de puntos de referencia:**
   Todos los monolitos revisados para este control topográfico, dos por cada sitio, se encuentran construido y cumplen con la norma en cuanto a sus dimensiones, forma y caracterización.

2. **Amarras de puntos de referencia:**
   La gran mayoría de las amarras de los distintos PR revisados se encuentran ubicadas en su lugar, se aprecia si, algunas diferencias en su medida final. Se solicitó corregir las amarras indicadas en el cuadro 6-3. Es recomendable que, en lugares de campo y cultivos, limpiar la vegetación cercana a las amarras dispuestas para su conservación visual en el tiempo.

3. **Coordenadas de puntos de referencia:**
   Las coordenadas controladas de todos los puntos de referencia de los sitios involucrados se presentan en el cuadro 6-4, estos fueron verificados con Estación Total, estas se encuentran dentro de lo esperado y cumplen con lo normado según Manual de Procedimientos Geodésicos y Topográficos de la CNR, especialmente se controló su distancia plana y la intervisibilidad de los pares de PR en cada sitio.

4. **Verificación de levantamientos topográficos:**
   En cada sitio estudiado, con la Estación se controlaron puntos planímetros característicos e inamovibles en el corto tiempo, además de elementos lineales como cercos, ejes y bordes de canales, por lo que en su gran mayoría se encontraban en tolerancia, así lo resume el Cuadro 6-6.

   En general, se denota que se efectuó con lo dispuesto en el documento presentado por la consultora, "*Planificación Trabajos de Topografía*", cumpliendo especialmente con los sectores de tranques de agua que son los sitios en rehabilitación de tranques existentes. Se compararon los puntos controlados en el fondo del tranque con los puntos y curvas de nivel existente en los planos de topografía.

   Como resultado y conclusión general de esta revisión, el profesional que suscribe, comprueba que los trabajos de topografía del Proyecto "***Diagnóstico de Localización para Microtranques en la Cuenca del Río Longaví, Región Del Maule***", han sido ejecutados y se encuentran en concordancia y tolerancia según el Manual de Procedimientos Geodésicos y Topográficos de la Comisión Nacional de Riego.

PATRICIO RAMÍREZ VALDÉS
INGENIERO DE EJECUCION EN GEOMENSURA
C.I. 14.195.111-4

6.2. Prospecciones Geotécnicas

6.2.1. Generalidades

Anterior a la realización de las calicatas se realizó una visita a los sectores de estudio, tanto en lugares donde se proyectan obras nuevas, como también en aquellos lugares donde se considera la rehabilitación de tranques comunitarios e individuales.

De acuerdo a los lineamientos del contrato, la cantidad de calicatas por sitio es en función de dos casos:

- **Caso 1:** Para los sitios proyectados con un volumen de acumulación inferior o igual a 6.000 m³ se contempló una calicata de 3 m de profundidad ubicada al centro del tranque.
- **Caso 2:** Para los tranques proyectados con un volumen de acumulación superior a 6.000 m³ se contempló la realización 2 calicatas de 3 m y 2 m de profundidad. La calicata de 3 m se ubica cercana al eje del muro y la otra en la zona de proyección del desarenador.

En cuanto a los ensayos de infiltración, estos se realizan solo en el segundo caso, dado que en las obras de acumulación de pequeño volumen se considera la impermeabilización.

Se ejecutaron un total de 41 calicatas, en 30 sitios, los cuales son:

- LON-01, 04, 05, 08, 09, 10, 13, 14, 19, 20, 22, 23, 26 y 29 (14 sitios)
- PAR-01, 02, 03, 04, 06 y 07 (6 sitios)
- RET-01, 02, 05, 07, 08, 11, 15, 16, 19 y 20 (10 sitios)

Cabe mencionar que, en algunos de los sitios prospectados, se ha detectado la napa a poca profundidad, como, por ejemplo, en el sitio LON-14, donde la cota de agua está a 1,2 m del suelo (Ver Fotografía 6-5). En otros casos, como el sitio RET-08, el subsuelo se encuentra cementado y muy duro lo que imposibilita el avance. En dichos casos se realizó un video, el cual se adjunta en el Anexo 6-6.

Finalmente, se informa también de dos calicatas extras realizadas en el sitio RET-06, el cual desistió durante la etapa de trabajos de terreno, razón por lo cual no se considera dentro de los 30 sitios seleccionados, sin embargo, si se identifican como realizadas.

FOTOGRAFÍA 6-5: IZQUIERDA CALICATA SITIO LON-14. PRESENCIA DE NAPA A POCA PROFUNDIDAD. DERECHA CALICATA SITIO RET-08. DUREZA DE SUELO NO PERMITE AVANCE.

6.3. Campañas Realizadas

Se realizaron dos campañas de terreno para completar la totalidad de los trabajos. En los acápites siguientes se detalla cada una de ellas. El detalle y descripción de las calicatas y sus ensayos se presentan en el capítulo 9.

6.3.1. Primera Campaña de Terreno

La primera campaña de terreno fue realizada entre el 13 y 24 de enero de 2020, donde se ejecutaron 40 calicatas en 29 sitios. En particular, el sitio RET-06 fue descartado durante la campaña de terreno, por lo tanto, sólo cuenta con las calicatas. En el **CUADRO** 6-8 se presenta un resumen de las calicatas realizas durante la campaña. Además, se incluyen fotografías de algunos de los trabajos realizados.

CUADRO 6-8: RESUMEN CALICATAS REALIZADAS PRIMERA CAMPAÑA

N°	Sitio	Designación	Coordenadas Norte (m)	Coordenadas Este (m)	Profundidad (m)
1	LON-01	LON-01-C1	6.009.389	256.876	2,0
2		LON-01-C2	6.009.334	256.936	2,0

CUADRO 6-8: RESUMEN CALICATAS REALIZADAS PRIMERA CAMPAÑA

N°	Sitio	Designación	Coordenadas Norte (m)	Coordenadas Este (m)	Profundidad (m)
3	LON-04	LON-04-C1	6.001.712	270.014	3,0
4	LON-08*	LON-08-C1	6.004.798	266.44	2,0
5	LON-09	LON-09-C1	6.004.300	265.183	2,5
6		LON-09-C2	6.004.264	265.198	1,5
7	LON-10	LON-10-C1	5.994.285	271.137	1,2
8		LON-10-C2	5.994.286	271.07	0,8
9	LON-13	LON-13-C1	6.003.030	265.331	3,0
10	LON-14	LON-14-C1	5.991.619	271.11	1,2
11		LON-14-C2	5.991.467	271.3	1,5
12	LON-19	LON-19-C1	6.008.335	256.806	2,0
13	LON-20	LON-20-C1	6.017.130	255.337	2,5
14	LON-22	LON-22-C1	6.011.636	255.473	2,0
15	LON-23	LON-23-C1	6.011.225	255.784	2,5
16		LON-23-C2	6.011.182	255.794	2,0
17	LON-26	LON-26-C1	6.015.401	267.63	1,8
18	LON-29	LON-29-C1	6.013.395	256.174	2,0
19		LON-29-C2	6.013.638	256.152	3,0
20	PAR-01	PAR-01-C1	5.985.054	255.171	3,0
21	PAR-02	PAR-02-C1	5.986.258	253.01	3,0
22	PAR-03	PAR-03-C1	5.990.245	252.709	3,0
23	PAR-04	PAR-04-C1	5.988.272	259.286	3,0
24	PAR-06*	PAR-06-C1	5.983.460	256.598	3,0
25	PAR-07	PAR-07-C1	5.986.275	267.768	3,0
26	RET-01	RET-01-C1	6.006.603	254.886	1,5
27	RET-02	RET-02-C1	6.012.338	253.858	1,0
28	RET-05	RET-05-C1	6.001.712	270.014	0,4
29		RET-05-C1A	5.992.981	262.462	2,5
30		RET-05-C2	5.992.947	262.432	2,0
31	RET-06**	RET-06-C1	6.004.906	246.108	2,0
32		RET-06-C2	6.004.906	246.108	3,0
33	RET-07	RET-07-C1	6.004.226	253.617	2,0
34		RET-07-C2	6.004.275	253.596	3,0
35	RET-08	RET-08-C1	6.002.306	256.643	1,2
36	RET-11	RET-11-C1	6.013.949	252.728	2,0
37	RET-15	RET-15-C1	6.015.229	237.655	2,0
38		RET-15-C2	6.015.885	237.235	1,0
39	RET-16*	RET-16-C1	5.995.445	261.878	2,0
40	RET-19	RET-19-C1	6.007.717	252.309	3,0

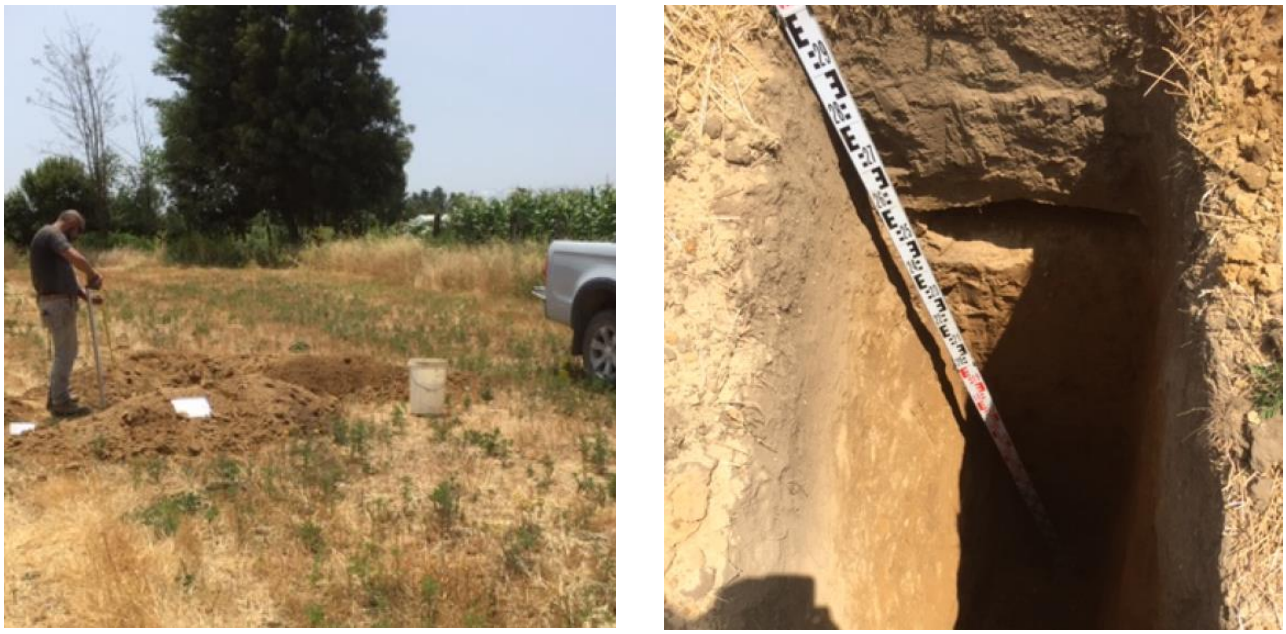
(*) Interesados desisten posterior a la etapa de trabajos en terreno

(**) Interesado desiste durante las campañas en terreno

Fuente: Elaboración Propia

FOTOGRAFÍA 6-6: EXCAVACIÓN DE CALICATA LON-20-C1.

Fuente: Elaboración Propia



FOTOGRAFÍA 6-7: EXCAVACIÓN DE CALICATA PAR-01-C1.

Fuente: Elaboración Propia

FOTOGRAFÍA 6-8: EXCAVACIÓN DE CALICATA LON-20-C1.

Fuente: Elaboración Propia

6.3.2. Segunda Campaña de Terreno

La segunda campaña de terreno fue realizada entre el 21 y 22 de marzo de 2020, donde se ejecutaron 3 calicatas en 2 sitios. En el **CUADRO** 6-9 se presenta un resumen de las calicatas realizas durante la campaña. Además, se incluyen fotografías de algunos de los trabajos realizados

CUADRO 6-9: RESUMEN CALICATAS REALIZADAS TERCERA CAMPAÑA

N°	Sitio	Designación	Coordenadas Norte (m)	Coordenadas Este (m)	Profundidad (m)
1	LON-05	LON-05-C1	6.004.145	260.538	2,0
2	RET-20	RET-20-C1	6.006.557	254.159	2,0
3		RET-20-C2	6.006.644	254.221	2,0

Fuente: Elaboración Propia

FOTOGRAFÍA 6-9: EXCAVACIÓN DE CALICATA RET-20-C2.

Fuente: Elaboración Propia

7. CARACTERIZACIÓN AGROPRODUCTIVA

7.1. Visión General del Territorio

En el presente capítulo se desarrolla una caracterización agro productiva de los predios seleccionados para postular a los proyectos individuales y también de las comunidades de predios postulantes a proyectos comunitarios. Esto, a través de la aplicación de instrumentos y metodología que en lo sucesivo se detallarán.

No obstante, es necesario destacar, según la visión del consultor en terreno, características agro productivas generales relevantes asociadas al tipo de agricultura existente en el área de estudio en relación al riego, que son totalmente atingentes al planteamiento de los objetivos del presente estudio.

Las comunas en las que se sitúa el área de estudio poseen mayoritariamente una agricultura de riego. Muy poca de secano y con una mayoritaria proporción de su superficie enfocada en objetivos productivos. De ahí que el objetivo central del presente estudio se traduzca en aumentar, a través de la construcción o ampliación de obras de acumulación, la seguridad de riego para superficie que ya está siendo regada. Lo anterior, a diferencia del mismo tipo de estudios, pero enfocados a zonas de secano, donde el objetivo es desarrollar agricultura y cultura de riego donde no existe.

A diferencia del secano, donde las condiciones para desarrollar agricultura son, en términos relativos, más austeras (menor disponibilidad de agua y de suelos cultivables, menor conocimiento del rubro y del riego, y un enfoque asociado principalmente al autoconsumo); en una zona de riego, donde las superficies asociadas a cultivos comerciales son de considerable mayor extensión y demanda, una obra de acumulación asociada a un proyecto debe cumplir, según cada caso y disponibilidad de agua, con un tamaño mínimo que realmente implique un aporte a la seguridad de riego predial. Al mismo tiempo, el desarrollo posterior de campañas de asistencia y capacitación en riego, enfoque productivo y comercialización, asocian generalmente una menor dimensión en zonas tradicionalmente de riego.

Junto a otros factores favorables al desarrollo agrícola en la Región, como lo son la calidad de los suelos, características de amplia adaptabilidad climática, cercanía a mercados de comercialización agrícola, etc., la extensa disponibilidad de agua para riego vinculada a ríos los y canales existentes, ha permitido una evolución y crecimiento de la agricultura en el transcurso de muchas décadas, tanto en infraestructura de acumulación y distribución de agua para riego, como en superficies de cultivo asociadas a comercialización, por sobre la tradicional superficie enfocada a la producción de autoconsumo.

No obstante lo anterior, es necesario destacar que el área de estudio se inserta en una región que experimenta una acelerada dinámica de cambios durante los últimos años, básicamente respecto de su estructura productiva y de la tenencia de la tierra, cambios que guardan relación con múltiples factores, dentro de los cuales los de mayor relevancia son, por un lado, la sequía y cambio climático que enfrenta la zona centro norte las 2 últimas décadas, y por otro, la cambiante situación de los mercados nacionales e internacionales de productos agrícolas y su dependencia de acuerdos comerciales internacionales.

Esto último hace referencia a la paulatina reducción de la producción nacional de remolacha, cultivo tradicional por muchas décadas en la zona ocupando grandes extensiones de superficie asociando contratos productivos anuales con IANSA que daban gran estabilidad al negocio agrícola de medianos y grandes predios. No obstante razones de cambio en los mercados y disminución de la demanda de azúcar a nivel nacional, ha determinado el cierre de plantas de la industria en la zona y por tanto una drástica disminución de la superficie remolachera. El arroz, otro cultivo importante en superficie y tradicional en la Región, dado su elevado requerimiento de agua de riego en su manejo de pretiles e inundación, también ha disminuido su importancia en superficie, dado el contexto de situación de escasez hídrica nacional. De esta forma muchos productores han debido reconvertir su agricultura y otros, que por décadas se dedicaron al monocultivo sin experiencia en otros rubros, han decidido vender.

De esta forma, se suma a esta disminución progresiva de superficie de cultivos tradicionales, la mencionada crítica situación de escasez hídrica que enfrenta la agricultura comercial del país, en especial la zona centro norte, que ha hecho que muchos agricultores y empresas agrícolas, en especial productores y exportadores frutícolas, han llegado y lo siguen haciendo, comprando predios y fundos para establecer su negocio, dada la mayor seguridad de riego que proporcionan actualmente las fuentes de abastecimiento de la Región. Es así como se observan gran cantidad de plantaciones nuevas de empresas recientes en la zona, asociadas a producción de cerezos, manzanos, arándanos, nogales y avellano europeo, ocupando en forma generalizada, tecnificación en el riego.

La descrita situación de cambio, marca una directriz de la orientación que tendrá en un futuro próximo la agricultura de la zona, tanto en el enfoque productivo como en el manejo del riego. No obstante, se debe destacar la importancia en cantidad de superficie y cantidad de agricultores y campesinos ligados a la pequeña agricultura tradicional de riego, cuya agricultura si bien presenta una creciente orientación comercial, guarda una importante base ligada al autoconsumo y subsistencia. Esta agricultura tradicional básica se relaciona principalmente a cultivos de trigo, maíz, hortalizas y praderas, mayoritariamente regados por métodos tradicionales como tendido y surcos.

Es así como uno de los criterios implementados en el proceso de priorización y selección de proyectos, materia de la presente consultoría, dado el enfoque y sentido de apoyo a la pequeña y

mediana agricultura plasmado en las bases del presente estudio, fue dar mayor prioridad a los proyectos comunitarios que beneficien potencialmente a múltiples predios de estas características. Por su parte, en cuanto a los proyectos individuales, se dio también prioridad a aquellos clasificados dentro de este prototipo de agricultores y predios. Por ende, tanto a nivel comunitario como individual, son predios en los que, en el contexto de un futuro proyecto de acumulación, se debe fomentar de forma importante la innovación y la tecnificación en el riego, como forma de maximizar las inversiones, siguiendo la orientación de las descritas directrices que experimenta la Región.

7.2. Encuesta Agropecuaria

7.2.1. Aspectos Generales

Con la finalidad de caracterizar la Situación Actual Agropecuaria de los sitios seleccionados, en términos legales, económicos y productivos, se aplicó una Encuesta Simple Agropecuaria, diseñada especialmente para el presente estudio, considerando los aspectos descritos anteriormente, observados en terreno por el consultor. A su vez, esta herramienta permite visualizar una proyección de una Situación Futura basada en expectativas de los entrevistados ante la eventualidad de contar con un proyecto de acumulación.

La encuesta recaba diferentes aspectos de caracterización productiva y de tenencia tanto de predios individuales o de comunidades postulantes, antecedentes tales como cantidad de superficie asociada a cultivos, de riego o de secano, o con potencial de riego futuro, superficie con actividad forestal, etc. Así mismo, información de cantidad y estado de derechos y turnos de riego. También permite realizar un análisis de los estándares productivos actuales de cultivos y existencias ganadera, caracterizar el riego actual predial, antecedentes generales de comercialización, además de una referencia a las intenciones de cultivo que manifiesta cada beneficiado con el estudio.

Como se ha mencionado, en el proceso de priorización realizado en el Capítulo 4, se incluyen proyectos de acumulación individuales y comunitarios, por lo que se confeccionaron formularios de encuestas diferenciados para cada tipo de proyecto, formularios que se adjuntan en el Anexo 7-1.

La modalidad de encuesta varió dependiendo del tipo de proyecto analizado:

- **Proyectos individuales:** la aplicación fue mediante entrevista al dueño del predio, administrador o agricultor, que en la mayoría de los casos era la misma persona.
- **Proyectos comunitarios:** el entrevistado correspondió un actor clave del área de estudio, en general un dirigente (en el caso de organizaciones) o representante,

facultados para entregar información para el total de los predios potencialmente beneficiarios del proyecto.

Por tanto, la aplicación de la encuesta se realizó de forma totalmente dirigida a los potenciales beneficiarios particulares en el caso de los proyectos individuales, y en el caso de los comunitarios, la encuesta se dirigió a representantes o dirigentes que proporcionaron información administrativa y productiva general del área potencialmente beneficiaria de cada proyecto comunitario, en particular. De esta forma, no se rigió considerando herramientas estadísticas ni muestras representativas.

Las bases del presente estudio solicitan una caracterización básica general de los suelos presentes en la zona potencialmente beneficiados con los proyectos, por lo que, en acuerdo con el mandante, dicha caracterización se realizó IN SITU mediante uso de barreno edafológico en aquellos proyectos individuales, en forma simultánea a la aplicación de la encuesta simple. La metodología implementada será descrita en el acápite correspondiente. Para los proyectos comunitarios, se acordó con el mandante desarrollar una caracterización de suelos a partir de información secundaria existente.

7.2.2. Aplicación de la Encuesta

Se entrevistó en este contexto, a la totalidad de agricultores y representantes de comunidades según el caso, entrevistas realizadas por un equipo de encuestadores capacitados para aplicar, tanto la encuesta como el muestreo con barrenos y la caracterización de suelos, bajo la supervisión del Ingeniero Agrónomo a cargo.

La aplicación de la encuesta se desarrolló con algunas complejidades menores, debido a la dificultad que implica poder coordinar las visitas y encuestas a cada uno de los postulantes.

El control de calidad de las encuestas fue efectuado en terreno en las siguientes etapas:

- Realización de una inducción detallada al equipo de encuestadores, respecto de los contenidos y objetivos de la encuesta, definiendo uniformidad de criterios para su aplicación y en la orientación de las consultas.
- Marcha blanca con el fin de evaluar la calidad y pertinencia de las preguntas de la encuesta.
- Revisión y análisis de consistencia lógica y calidad de la información de la encuesta. Esto fue realizado en terreno por el encuestador y en gabinete por el jefe de terreno y su equipo.

- Revisión final de las encuestas aplicadas.

La sistematización y las encuestas aplicadas para proyectos individuales y comunitarios se presentan en los Anexos 7-2 y 7-3, respectivamente.

7.2.3. Resultados

a) Tenencia de la Tierra

Esta pregunta fue realizada exclusivamente a los proyectos individuales. El tipo de tenencia de la tierra predominante es la "Propiedad" (ser dueño exclusivo de la tierra) con 20 de los 23 predios en esta condición. Los 3 predios restantes se encuentran en condición legal de sucesión.

El hecho de ser propietarios, le da al interesado una mayor motivación por invertir en su predio y mejorar sus condiciones productivas. Así mismo, fueron manifestadas expectativas de mejoras con proyecto orientadas a dar seguridad a futuro para nuevas generaciones familiares de los agricultores. Caso contrario es el de los arriendos visitados en la pre selección, donde la incertidumbre de plazos, de permisos y falta de información hizo que, dentro del proceso de priorización, estos proyectos no fuesen seleccionados.

b) Tipo de Superficie

Se ha definido como "Tipo de Superficie" a los distintos usos que se pueden observar en cada predio. Estos se clasifican dependiendo de la fuente de abastecimiento para el riego o la condición de secano; infraestructura de tranques, caminos, bodegas y viviendas, correspondiente a la superficie indirectamente productiva; y la existencia de terreno sin uso agrícola, en este caso principalmente terrenos de secano o que por inexistencia de una fuente de agua de riego permanente no han sido explotados, pero que poseen aptitud agrícola para ser regados. Por último, se contabiliza la superficie de terreno destinado a la actividad forestal y sectores con bosque nativo.

A este respecto, se debe destacar la notoria presencia en el área de estudio, de bosque comercial de álamo asociado a la producción de fósforos, actividad impulsada por la Compañía Chilena de Fósforos, con planta procesadora presente en Copihue en la comuna de Retiro.

A partir de la información recopilada, se desprende también que las superficies agrícolas, tanto en proyectos comunitarios como en individuales, se cultivan principalmente bajo un régimen de riego, siendo este tipo de superficie la mayor respecto de los otros tipos, a excepción de uno de los proyectos individuales (LON-14) que tiene, aparte de la superficie de riego, una importante cantidad de superficie cultivada en secano. Lo anterior se relaciona al hecho que, en predios grandes generalmente

no toda la superficie está cubierta con derechos de agua, y los existentes son utilizados prioritariamente en cierta parcialidad del predio asociada al desarrollo de cultivos regados. El anterior análisis reafirma la descripción inicial del presente capítulo, respecto a que esencialmente el área de estudio es una zona tradicionalmente de riego.

Se desprende a su vez, del análisis de la información que, en todos los sitios, individuales y comunitarios, existen superficies sin uso y potencialmente regables, las que constituyen un foco de crecimiento para el agricultor ante la posibilidad de contar con un proyecto de acumulación, independientemente del aumento de seguridad de riego generado para la superficie de cultivo ya existente, y de la potencial innovación en nuevos cultivos y en manejo del riego en esta.

En este sentido se prevé en primera instancia, que el potencial beneficio de un proyecto de acumulación como los contemplados en el presente estudio, se traduzca en mayor seguridad de riego y productividad asociada a cultivos y superficie ya existentes. Secundariamente se esperaría la incorporación de nueva superficie a la agricultura, asociando innovación en cultivos y tecnología de riego, obviamente debido a la inversión que esto implica.

En relación a lo anterior, se debe destacar la importancia de diferenciar en la consulta, la superficie clasificada como pradera de secano asociada a alimentación animal en pastoreo, de la superficie improductiva o sin uso potencialmente regable que está cubierta por pasto natural, pero sin uso productivo. La diferencia puede ser sutil, dependiendo de la intensidad del uso ganadero de esta superficie.

Para los proyectos individuales (23), la superficie de riego informada asocia mayoritariamente recursos superficiales. En solo uno de los casos hay riego tanto de fuentes superficiales como subterráneas. Predios que presentan una superficie inferior a 30 ha, son destinados al riego en su mayor parte; los predios de más de 30 ha presentan otros usos, como praderas, superficies forestadas, superficies indirectamente productivas e improductivas.

A este respecto se debe destacar que los recursos subterráneos inscritos y explotados, se asocian en la zona fundamentalmente al creciente desarrollo de fruticultura tecnificada, implementada en la zona por empresas agrícolas de diverso tamaño orientadas al mercado de agroindustria y exportación. Esto, fundamentalmente por razones de tipo técnico asociadas a la cantidad de sedimentos que contiene el agua de riego superficial que portan los canales en general. En el Cuadro 4-1 y el Cuadro 7-2 se presenta la información recopilada de la encuesta en función del tipo de superficie.

CUADRO 7-1: TIPO DE SUPERFICIE AGRÍCOLA
PROYECTOS COMUNITARIOS – RESULTADOS ENCUESTA

Sitio	Superficie (ha)				
	Bajo riego	Cultivada en Secano	Sin uso potencialmente regable	Otras No Productivas	Total
LON-01	2.330,0	0,0	280,0	290,0	2.900,0
LON-29	760,0	0,0	221,0	109,0	1.090,0
LON-08	77,0	0,0	38,2	12,8	128,0
LON-09	250,0	0,0	20,0	30,0	300,0
LON-26	16,0	0,0	7,4	2,6	26,0
LON-14	800,0	400,0	600,0	200,0	2.000,0
RET-20	71,0	0,0	219,0	0,0	290,0

Fuente: Elaboración propia a partir de Encuesta Simple.

CUADRO 7-2: TIPO DE SUPERFICIE AGRÍCOLA
PROYECTOS INDIVIDUALES – RESULTADOS ENCUESTA

Sitio	Superficie (ha)								
	Riego con Agua Superficial	Riego Agua subterránea	Cultivos en Secano	Praderas en Secano	Forestada	Sin uso potencialmente Regable	Indirectamente Productiva	Improductiva	Total
LON-19	11,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,00	0,00	13,0
LON-23	12,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,70	1,00	15,7
LON-20	13,50	0,00	0,00	0,00	0,00	5,50	0,00	0,00	19,0
LON-22	13,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,70	13,7
LON-13	1,50	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	2,5
RET-11	10,80	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	10,8
LON-04	22,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,30	25,8
LON-10	10,00	0,00	0,00	0,00	12,00	15,00	0,00	0,00	37,0
RET-02	10,00	0,00	0,00	4,00	2,00	3,00	1,00	0,00	20,0
RET-07	14,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	14,0
PAR-02	1,00	0,00	2,00	4,00	0,00	0,00	0,80	0,00	7,8
RET-05	75,00	0,00	0,00	0,00	0,00	25,00	4,00	0,00	104,0
RET-01	34,00	0,00	0,00	22,00	0,00	20,00	0,50	0,00	76,5
PAR-06	2,60	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,6
PAR-04	8,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	8,0
PAR-01	11,00	0,00	0,00	6,20	0,00	0,00	0,00	0,00	17,2
RET-16	4,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,0
RET-08	7,80	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	7,8
RET-19	13,00	0,00	0,00	0,00	0,50	0,20	0,50	0,00	14,2
PAR-03	16,00	0,00	0,00	0,00	0,00	15,00	0,00	0,00	31,0
RET-15	150,00	30,50	0,00	33,50	10,00	50,00	10,00	190,00	474,0
PAR-07	12,00	0,00	0,00	0,00	45,00	10,00	0,00	32,50	99,5
LON-05	15,00	0,00	0,00	0,00	0,00	17,70	0,00	0,00	32,70

Fuente: Elaboración propia a partir de Encuesta Simple.

c) Superficie Cultivada

La actividad agrícola, tanto en las áreas de sitios individuales y comunitarios, muestra en términos generales y como ya fue comentado, una mayor presencia de cultivos de riego, aunque limitada escases y temporalidad del suministro de agua.

A este respecto cabe hacer hincapié en la extendida situación de escases hídrica que viene afectando desde hace años al país, produciendo una particular y acentuada disminución de productividad y de superficie de cultivos asociados a la agricultura de secano. La gran disminución de los niveles de precipitación anual hace cada vez más necesario el suministro artificial de riego y cada vez menos rentable invertir en secano, aumentando así la superficie sin uso potencialmente regable.

Se debe mencionar nuevamente que, dados los criterios de priorización para proyectos individuales, para apoyar la pequeña agricultura, los predios en general presentan agricultura tradicional en desmedro de superficie asociada a producción frutícola y tecnificación. Es también el caso de los proyectos comunitarios que asocian a pocos predios con características similares y en un contexto de agricultura comunitaria familiar, siguiendo el mismo patrón de agricultura tradicional descrito. No obstante, otros proyectos comunitarios de mayor tamaño, relacionados a mantención o ampliación de tranques existentes de mayor envergadura, abastecen a un mayor número de predios, vinculando una mayor diversidad de tamaño predial y de niveles de agricultura y tecnificación, por lo que en estos proyectos es factible encontrar mayor superficie asociada a producción de frutales mayores tecnificados y a actividad forestal.

De esta forma los principales rubros informados son maíz, cereales, hortalizas y frutales menores, además de praderas de alfalfa y praderas naturales regadas de forma incipiente. El destino es en general es la comercialización de productos para el mayor porcentaje de la producción, aunque existe una proporción importante de la producción que almacena para autoconsumo.

Por tratarse de agricultura tradicional basada principalmente en cultivos anuales, existe en general un uso minoritario de métodos de riego tecnificado asociado principalmente a frutales, siendo los sistemas de más frecuente uso, el tendido y el de surcos.

Por su parte, la superficie en secano se compone de trigo, praderas naturales y secundariamente artificiales de diversas especies, siendo las más comunes, asociaciones de trébol con ballica o avena.

La referida información de superficie cultivada según cada proyecto de riego, es posible observarla en el Cuadro 7-3 y en el Cuadro 7-4.

CUADRO 7-3: CULTIVOS EN SITUACIÓN ACTUAL
PROYECTOS COMUNITARIOS – RESULTADOS ENCUESTA

Código Sitio	Cultivo	Superficie (ha)		
		Riego	Secano	Total
LON-01	Maíz	288,0	0,0	288,0
	Poroto	288,0	0,0	288,0
	Remolacha	288,0	0,0	288,0
	Trigo	288,0	0,0	288,0
	Zapallo	288,0	0,0	288,0
	Alfalfa	80,0	0,0	80,0
	Trebol – Ballica	80,0	0,0	80,0
	Frutales Mayores	365,0	0,0	365,0
	Frutales Menores	365,0	0,0	365,0
	Total	**2.330,0**	**0,0**	**2.330,0**
LON-08	Hortalizas	11,0	0,0	11,0
	Poroto	11,0	0,0	11,0
	Remolacha	13,0	0,0	13,0
	Trigo	11,0	0,0	11,0
	Alfalfa	4,0	0,0	4,0
	Trebol – Ballica	4,0	0,0	4,0
	Frutales Menores	23,0	0,0	23,0
	Total	**77,0**	**0,0**	**77,0**
LON-09	Maíz	30,0	0,0	30,0
	Poroto	30,0	0,0	30,0
	Remolacha	30,0	0,0	30,0
	Trigo	30,0	0,0	30,0
	Alfalfa	50,0	0,0	50,0
	Trebol – Ballica	21,0	0,0	21,0
	Arándano	20,0	0,0	20,0
	Frambuesa	20,0	0,0	20,0
	Morrón	19,0	0,0	19,0
	Total	**250,0**	**0,0**	**250,0**
LON-14	Maíz	100,0	0,0	100,0
	Poroto	50,0	0,0	50,0
	Remolacha	100,0	0,0	100,0
	Trigo	0,0	200,0	200,0
	Alfalfa	150,0	0,0	150,0
	Trebol – Ballica	0,0	200,0	200,0
	Total	**400,0**	**400,0**	**800,0**
LON-26	Avena	2,0	0,0	2,0
	Sandía	3,0	0,0	3,0
	Alfalfa	8,0	0,0	8,0
	Pradera Natural	1,5	0,0	1,5

CUADRO 7-3: CULTIVOS EN SITUACIÓN ACTUAL
PROYECTOS COMUNITARIOS - RESULTADOS ENCUESTA

Código Sitio	Cultivo	Superficie (ha)		
		Riego	Secano	Total
	Trebol - Ballica	1,5	0,0	1,5
	Total	**16,0**	**0,0**	**16,0**
LON-29	Maíz	121,0	0,0	121,0
	Poroto	121,0	0,0	121,0
	Remolacha	121,0	0,0	121,0
	Trigo	121,0	0,0	121,0
	Zapallo	124,0	0,0	124,0
	Alfalfa	19,0	0,0	19,0
	Trebol - Ballica	19,0	0,0	19,0
	Total	**646,0**	**0,0**	**646,0**
RET-20	Maíz	8,0	0,0	8,0
	Remolacha	12,0	0,0	12,0
	Trigo	15,0	0,0	15,0
	Frutales Mayores	36,0	0,0	36,0
	Total	**71,0**	**0,0**	**71,0**

Fuente: Elaboración propia a partir de Encuesta Simple.

CUADRO 7-4: CULTIVOS EN SITUACIÓN ACTUAL
PROYECTOS INDIVIDUALES - RESULTADOS ENCUESTA

Código Sitio	Cultivo	Superficie Regada (ha)				Secano	Total
		Tendido	Surcos	Pretiles	Goteo		
LON-19	Maíz	0,0	5,5	0,0	0,0	0,0	5,5
	Trigo	0,0	5,5	0,0	0,0	0,0	5,5
	Total	**0,0**	**11,0**	**0,0**	**0,0**	**0,0**	**11,0**
LON-23	Maíz	0,0	3,0	0,0	0,0	0,0	3,0
	Trigo	0,0	5,5	0,0	0,0	0,0	5,5
	Zapallo	0,0	3,5	0,0	0,0	0,0	3,5
	Total	**0,0**	**12,0**	**0,0**	**0,0**	**0,0**	**12,0**
LON-20	Chacra Casera	0,0	1,0	0,0	0,0	0,0	1,0
	Frambuesa	0,0	0,8	0,0	0,0	0,0	0,8
	Morrón	0,0	0,8	0,0	0,0	0,0	0,8
	Porotos	0,0	3,0	0,0	0,0	0,0	3,0
	Pradera Natural	4,5	0,0	0,0	0,0	0,0	4,5
	Trigo	0,0	3,5	0,0	0,0	0,0	3,5
	Total	**4,5**	**9,0**	**0,0**	**0,0**	**0,0**	**13,5**
LON-22	Maíz	0,0	8,0	0,0	0,0	0,0	8,0
	Trigo	0,0	5,0	0,0	0,0	0,0	5,0
	Total	**0,0**	**13,0**	**0,0**	**0,0**	**0,0**	**13,0**

CUADRO 7-4: CULTIVOS EN SITUACIÓN ACTUAL
PROYECTOS INDIVIDUALES - RESULTADOS ENCUESTA

Código Sitio	Cultivo	Superficie Regada (ha)				Secano	Total
		Tendido	Surcos	Pretiles	Goteo		
LON-13	Esparrago	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,5
	Porotos	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,5
	Trigo	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,5
	Total	**0,0**	**1,5**	**0,0**	**0,0**	**0,0**	**1,5**
RET-11	Maíz	0,0	1,5	0,0	0,0	0,0	1,5
	Pradera Natural	3,8	0,0	0,0	0,0	0,0	3,8
	Sandia	0,0	1,0	0,0	0,0	0,0	1,0
	Trigo	0,0	3,0	0,0	0,0	0,0	3,0
	Zapallo	0,0	1,5	0,0	0,0	0,0	1,5
	Total	**3,8**	**7,0**	**0,0**	**0,0**	**0,0**	**10,8**
LON-04	Frambuesa	0,0	1,0	0,0	0,0	0,0	1,0
	Maíz	0,0	9,0	0,0	0,0	0,0	9,0
	Pradera Natural	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5
	Trigo	0,0	12,0	0,0	0,0	0,0	12,0
	Total	**0,5**	**22,0**	**0,0**	**0,0**	**0,0**	**22,5**
LON-10	Alfalfa	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0
	Frambuesa	0,0	1,0	0,0	0,0	0,0	1,0
	Pradera Natural	4,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,0
	Trebol - Ballica	4,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,0
	Total	**9,0**	**1,0**	**0,0**	**0,0**	**0,0**	**10,0**
RET-02	Alfalfa	2,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,0
	Melón	0,0	1,0	0,0	0,0	0,0	1,0
	Porotos	0,0	2,0	0,0	0,0	0,0	2,0
	Sandía	0,0	3,0	0,0	0,0	0,0	3,0
	Tomate	0,0	1,0	0,0	0,0	0,0	1,0
	Trebol - Ballica	0,0	0,0	0,0	0,0	4,0	4,0
	Trigo	0,0	1,0	0,0	0,0	0,0	1,0
	Total	**2,0**	**8,0**	**0,0**	**0,0**	**4,0**	**14,0**
RET-07	Porotos	0,0	1,5	0,0	0,0	0,0	1,5
	Pradera Natural	8,0	0,0	0,0	0,0	0,0	8,0
	Trigo	0,0	4,5	0,0	0,0	0,0	4,5
	Total	**8,0**	**6,0**	**0,0**	**0,0**	**0,0**	**14,0**
PAR-02	Chacra Casera	0,0	1,0	0,0	0,0	0,0	1,0
	Pradera Natural	0,0	0,0	0,0	0,0	4,0	4,0
	Trigo	0,0	0,0	0,0	0,0	2,0	2,0
	Total	**0,0**	**1,0**	**0,0**	**0,0**	**6,0**	**7,0**
RET-05	Arándano	0,0	10,0	0,0	0,0	0,0	10,0
	Esparrago	0,0	17,0	0,0	0,0	0,0	17,0
	Nogal	0,0	24,0	0,0	0,0	0,0	24,0

CUADRO 7-4: CULTIVOS EN SITUACIÓN ACTUAL
PROYECTOS INDIVIDUALES - RESULTADOS ENCUESTA

Código Sitio	Cultivo	Superficie Regada (ha)				Secano	Total
		Tendido	Surcos	Pretiles	Goteo		
	Pradera Natural	29,0	0,0	0,0	0,0	0,0	29,0
	Total	**29,0**	**51,0**	**0,0**	**0,0**	**0,0**	**80,0**
RET-01	Arándano	0,0	0,0	0,0	22,0	0,0	22,0
	Nogal	0,0	0,0	0,0	12,0	0,0	12,0
	Pradera Natural	0,0	0,0	0,0	0,0	22,0	22,0
	Total	**0,0**	**0,0**	**0,0**	**34,0**	**22,0**	**56,0**
PAR-06	Arándano	0,0	0,6	0,0	0,0	0,0	0,6
	Frambuesa	0,0	2,0	0,0	0,0	0,0	2,0
	Total	**0,0**	**2,6**	**0,0**	**0,0**	**0,0**	**2,6**
PAR-04	Trebol - Ballica	8,0	0,0	0,0	0,0	0,0	8,0
	Total	**8,0**	**0,0**	**0,0**	**0,0**	**0,0**	**8,0**
PAR-01	Alfalfa	7,0	0,0	0,0	0,0	0,0	7,0
	Pradera Natural	0,0	0,0	0,0	0,0	6,2	6,2
	Trigo	0,0	4,0	0,0	0,0	0,0	4,0
	Total	**7,0**	**4,0**	**0,0**	**0,0**	**6,2**	**17,2**
RET-16	Alfalfa	4,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,0
	Total	**4,0**	**0,0**	**0,0**	**0,0**	**0,0**	**4,0**
RET-08	Trebol - Ballica	7,8	0,0	0,0	0,0	0,0	7,8
	Total	**7,8**	**0,0**	**0,0**	**0,0**	**0,0**	**7,8**
RET-19	Porotos	0,0	8,0	0,0	0,0	0,0	8,0
	Trigo	0,0	5,0	0,0	0,0	0,0	5,0
	Total	**0,0**	**13,0**	**0,0**	**0,0**	**0,0**	**13,0**
PAR-03	Arándano	0,0	0,0	0,0	13,0	0,0	13,0
	Frambuesa	0,0	0,0	0,0	3,0	0,0	3,0
	Total	**0,0**	**0,0**	**0,0**	**16,0**	**0,0**	**16,0**
RET-15	Arroz	0,0	0,0	150,0	0,0	0,0	150,0
	Pradera Natural	30,5	0,0	0,0	0,0	33,5	64,0
	Total	**30,5**	**0,0**	**150,0**	**0,0**	**33,5**	**214,0**
PAR-07	Pradera Natural	2,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,0
	Trebol - Ballica	7,0	0,0	0,0	0,0	0,0	7,0
	Viña	0,0	0,0	0,0	3,0	0,0	3,0
	Total	**9,0**	**0,0**	**0,0**	**3,0**	**0,0**	**12,0**
LON-05	Maíz	0,0	1,0	0,0	0,0	0,0	1,0
	Poroto	0,0	3,0	0,0	0,0	0,0	3,0
	Alfalfa	11,0	0,0	0,0	0,0	0,0	11,0
	Total	**11,0**	**4,0**	**0,0**	**0,0**	**0,0**	**15,0**

Fuente: Elaboración propia a partir de Encuesta Simple.

d) Ganadería

El principal rubro ganadero informado es el bovino, seguido desde muy lejos por el de tipo ovino, con una orientación principal a la producción de carne y secundariamente para producción de leche y quesos.

En general las existencias de ganado son alimentadas principalmente en praderas naturales y artificiales de avena, mixta de trébol ballica y eventualmente también aparece alfalfa. Los mercados de comercialización son ferias ganaderas existentes en la Región (Ej: Feria de San Carlos) o distribuidoras de carne como Andes Sur, en Parral.

e) Tenencia, Acumulación y Distribución del Agua

Un factor de suma trascendencia a la hora de postular a beneficios a través de la Ley de Riego, lo constituye el estado de los derechos de agua a acumular de la comunidad o predio postulante, en cuanto a su inscripción y estado de regularización.

Dentro de las comunidades de regantes asociadas a los proyectos comunitarios en estudio, la mayor parte corresponde a comunidades de aguas constituidas como tales, a excepción de dos comunidades de regantes agrupadas solamente de hecho. Todos los casos cuentan con una directiva o un representante que encabeza la organización. Solo uno de los proyectos comunitarios está asociado a construcción, los demás se asocian a 6 tranques que requieren mejoramiento, de los cuales 3 se encuentran en desuso, 2 se encuentran embancados y uno presenta una trizadura en su cortina de hormigón.

Todos los casos cuentan con derechos de aprovechamiento de aguas para la implementación de los proyectos, lo que se detalla en el Capítulo 7 y a continuación en el Cuadro 7-5. El estado de los derechos en dos de los casos es regularizado y en el resto de los casos están legalizados.

La existencia de turnos de riego es un factor que, en muchos canales de la zona constituye una seria desventaja respecto de la frecuencia de riego necesaria para satisfacer la demanda de los cultivos, en especial durante los meses de diciembre y enero. La escasez hídrica producida por un bajo régimen pluviométrico durante los últimos años, ha generado la necesidad de implementar sistemas de racionamiento de agua de riego entre canales y entre regantes de un mismo canal en área de estudio. Lo anterior guarda mayor impacto cuando los métodos de riego que se implementan son tradicionales y no se cuenta con infraestructura de acumulación de agua. Es aquí donde se evidencia también la necesidad de contar con mayor frecuencia de riego a través de los proyectos de acumulación en estudio,

los que tienen la potencialidad de otorgar mayor eficiencia y control del riego y su distribución entre los usuarios.

En cuanto a los turnos de riego existentes, solo en uno de los proyectos existen turnos para el canal del cual extraen el suministro, el resto no presenta turno al canal durante los meses de funcionamiento. En todos los canales sí existen turnos entre regantes para el uso del agua, con una distancia entre turnos que va de 7 a 20 días, dependiendo de cada caso. En todos los casos se manifiesta evidente escasez del recurso.

Respecto de los proyectos individuales, solo uno de ellos riega con agua del río Longaví, el resto riega con agua cuya fuente es un canal. El 73,9% de los proyectos cuenta con los DAA legalizados, el 21,7% de los proyectos tiene sus DAA regularizados, mientras que uno de los proyectos, que corresponde al 4,3% se encuentra en trámite de regularización (Cuadro 7-6). Un 73,9% de los proyectos tiene turnos para regar, con una vuelta de entre 9 y 45 días, y un 26,1% no tiene turno para regar.

CUADRO 7-5: POSESIÓN DE DERECHOS DE AGUAS PROYECTOS COMUNITARIOS – RESULTADOS ENCUESTA

Sitio	Nombre canal o fuente del derecho de agua	Estado de derechos (Según Encuesta)
LON-01	Canal Primera Abajo	Regularizado
LON-29	Canal Primera Abajo	Regularizado
LON-08	Compuerta Cartagena	Legalizados
LON-09	Meladito 2 y estero Bolsito	Legalizados
LON-26	Canal la Cuarta derivado Administración	Legalizados
LON-14	Canal Quinta Alto	Legalizados
RET-20	Comunidad Canal El Carmen	Regularizado

Fuente: Elaboración propia a partir de Encuesta Simple.

CUADRO 7-6: POSESIÓN DE DERECHOS DE AGUAS PROYECTOS COMUNITARIOS – RESULTADOS ENCUESTA

Sitio	Nombre de canal o fuente del derecho de agua	Caudal (L/s)	Estado Derechos (Según Encuesta)
LON-19	Canal Paine	7,2	Regularizado
LON-23	Canal Paine	8,5	Regularizado
LON-20	Primera Abajo Río Longaví	7,9	Regularizado
LON-22	Primera Abajo Río Longaví	7,43	Regularizado
LON-13	Canal Quinta Alto B	2,3	Regularizado
RET-11	Canal derivado del Lucero	130,23	Legalizado
LON-04	Sexta Derivado El Carmen	4,256	Legalizado
LON-10	Canal Quinta Alta	7	Legalizado

CUADRO 7-6: POSESIÓN DE DERECHOS DE AGUAS
PROYECTOS COMUNITARIOS – RESULTADOS ENCUESTA

Sitio	Nombre de canal o fuente del derecho de agua	Caudal (L/s)	Estado Derechos (Según Encuesta)
RET-02	Canal derivado del Lucero	130,23	Legalizado
RET-07	Canal Retiro	12	Legalizado
PAR-02	Canal Municipal del rio Longaví	3,8	Legalizado
RET-05	Canal San Nicolas afluente rio lLongaví	58	Legalizado
RET-01	Canal Maitenes	51	Legalizado
PAR-06	Porvenir	9 acciones	Legalizado
PAR-04	Canal Porvenir	7,75	Legalizado
PAR-01	Canal Porvenir	8 acciones	Legalizado
RET-16	Canal Roble Nuevo	2	Legalizado
RET-08	Canal Retiro	6,1	Legalizado
RET-19	Canal El Carmen	14	Legalizado
PAR-03	Río Longaví	8	Legalizado
RET-15	Canal Digua	149,5	Legalizado
PAR-07	Canal Fiscal, derivado río Longaví	15	En tramite
LON-05	Canal Maitenes de la 3ra	6 acciones	Legalizado

Fuente: Elaboración propia a partir de Encuesta Simple.

f) Otros antecedentes

Otra información de relevancia complementaria y que se asocia a la potencialidad que tienen estos proyectos de acumulación en términos de generar cambios satisfactorios en el desarrollo agrícola de los predios beneficiarios, es la condición de apoyo técnico y financiero con la que cuenta el beneficiario o grupo de beneficiarios a la hora de recibir una obra de acumulación de agua. Para tales fines se abordó la consulta de antecedentes afines con lo anterior en relación a:

- Tipo de asesoría o de asistencia técnica recibida actualmente
- Beneficios recibidos del Estado
- Usuario o no usuario de INDAP

El resultado de la encuesta refleja que en todos los proyectos comunitarios existen usuarios de INDAP (Cuadro 7-7), no obstante, en promedio son menos de la mitad los que cuentan con este beneficio estatal, lo que guarda muchas veces relación con el perfil de cada agricultor para cumplir los requisitos de ser beneficiario.

Según los resultados, todas las comunidades de regantes han postulado a proyectos a través de alguna entidad pública como CNR o INDAP. Lo anterior refleja en alguna medida la capacidad organizativa y de gestión por parte de las directivas de cada comunidad en torno a la postulación a beneficios colectivos. Tres de las comunidades no se ha adjudicado ninguno de estos proyectos (Cuadro 7-7). Nuevamente surge aquí la necesidad de diferenciar comunidades antiguas, constituidas por muchos regantes, con directivas vigentes y con recursos e infraestructura organizativa para su funcionamiento, V/S grupos de regantes constituidos "de hecho" solamente para efectos de postular eventualmente a beneficios como el que propone el presente estudio.

Este análisis también guarda gran relevancia desde el punto de vista del tiempo transcurrido desde la última adjudicación de beneficios asociados a similares proyectos, lo que puede traducirse en un factor de descarte de un proyecto que ya ha recibido reciente financiamiento para similares fines. Lo anterior, fue también criterio aplicado en la matriz de priorización implementada para la selección de proyectos comunitarios de reparación, mejoramiento o ampliación.

Se destaca en el contexto general de la postulación a mejoramientos, el rol de INDAP como institución de gestión de proyectos a la Ley de Riego. Tanto los proyectos comunitarios seleccionados, como otros analizados que no quedaron, manifestaron haber gestionado proyectos de mejoramiento a través de esta institución. De hecho, muchos casos analizados no requerían el beneficio pues ya lo habían adquirido a través de INDAP.

CUADRO 7-7: ANTECEDENTES TÉCNICOS Y PRODUCTIVOS
PROYECTOS COMUNITARIOS – RESULTADOS ENCUESTA

Pregunta	Si		No	
	N°	%	N°	%
¿Hay usuarios beneficiarios de INDAP?	6	85,7	1	14,3
De forma comunitaria, ¿ha postulado sin adjudicación a proyectos financiados a través de alguna entidad pública (CONADI, INDAP, CNR, CONAF, etc)?	6	85,7	1	14,3
De forma comunitaria ¿se han adjudicado algún proyecto a través de alguna entidad pública (CONADI, INDAP, CNR, CONAF, etc)?	4	57,1	3	42,9

Fuente: Elaboración propia a partir de Encuesta Simple.

Para los proyectos individuales, cerca de la mitad de los beneficiarios es usuario de INDAP y recibe asesoría técnica de distintas entidades, públicas o privadas. Cerca de un 25% ha postulado a proyectos financiados a través de INDAP (Cuadro 7-8).

Cabe comentar que, si bien algunos agricultores no cumplen con el perfil de beneficiario, tampoco son grandes agricultores o empresas agrícolas, por lo que manifiestan abiertamente no tener

apoyo alguno de financiamiento para desarrollar proyectos de este tipo, corriendo con desventaja respecto de agricultores de mayor tamaño y de los beneficiarios del Estado.

CUADRO 7-8: ANTECEDENTES TÉCNICOS Y PRODUCTIVOS
PROYECTOS INDIVIDUALES - RESULTADOS ENCUESTA

Pregunta	Si		No	
	N°	%	N°	%
¿Es Usuario INDAP?	10	43,5	13	56,5
¿Recibe Asesoría Técnica?	10	43,5	13	56,5
¿Ha postulado a Proyectos con Fondos Públicos?	6	26,1	17	73,9

Fuente: Elaboración propia a partir de Encuesta Simple.

g) Conocimiento de métodos de riego

En cuanto a los proyectos individuales, se consultó a los agricultores respecto de cuales métodos de riego implementa o a implementado alguna vez en su predio, como forma de tener antecedentes de la forma de regar o de como potencialmente se podría aprovechar un proyecto de acumulación a través de la práctica del riego. Los resultados muestran que los de mayor implementación son los métodos tradicionales, por surcos y por tendido. Secundariamente se encuentra el resto de los métodos consultados, siendo los de menor uso la distribución por Pivote Central y el Avance frontal (Cuadro 7-9). Independientemente de lo anterior, los métodos actualmente implementados guardan relación directa con el tipo de cultivo que se está regando, que en su mayoría son cultivos tradicionales.

CUADRO 7-9: CONOCIMIENTO RESPECTO DE MÉTODOS DE RIEGO
PROYECTOS INDIVIDUALES - RESULTADOS ENCUESTA

Método	Grado de Conocimiento	
	N°	%
Surco	18	78,3
Tendido	18	78,3
Pretiles	1	4,3
Tazas	0	0,0
Californiano	1	4,3
Goteo	2	8,7
Cintas	1	4,3
Aspersión	3	13,0
Microaspersión	1	4,3
Pivote Central	0	0,0
Avance Frontal	0	0,0

Fuente: Elaboración propia a partir de Encuesta Simple.

h) Uso de suelo, riego futuro, e intenciones de cultivo Con Proyecto

Al ser consultados por sus intenciones de cultivos futuros asociados a la eventual ampliación, reparación o construcción de una obra de acumulación comunitaria de agua para riego, los dirigentes y representantes consultados a nivel comunitario manifestaron su interés en ampliar los cultivos existentes, mejorando sus rendimientos, preferentemente potenciando las especies frutales.

Se consultó también a los usuarios individuales sobre sus intenciones de cultivos futuros, donde si bien, las preferencias son muy variadas, los agricultores se inclinan praderas y alfalfa, cereales, porotos, maíz, berries y frutales como avellano europeo, nogales y cerezos. Secundariamente, se inclinan por la producción de zapallo, hortalizas, remolacha, tomate, entre otros.

De esta forma, tras sistematizar la información para predios individuales, se obtiene la matriz presentada en el Cuadro 7-10, donde se muestran las preferencias de cada agricultor en porcentaje de superficie regada en una eventual situación con proyecto.

CUADRO 7-10: EXPECTATIVA DE USO FUTURO DEL SUELO
PROYECTOS INDIVIDUALES – RESULTADOS ENCUESTA

Código Sitio	Cultivo	% Superficie
LON-19	Lechuga	20,0
	Repollo	20,0
	Tomate	20,0
	Zanahoria	20,0
	Zapallo	20,0
LON-23	Zapallo	100,0
LON-20	Hortalizas	42,1
	Maíz	42,1
	Frambuesa	10,5
	Morrón	5,3
LON-22	Tomate	100,0
LON-13	Frambuesa	50,0
	Hortalizas	50,0
RET-11	Zapallo	40,0
	Maíz	30,0
	Sandía	20,0
	Melón	10,0
LON-04	Poroto	100,0
LON-10	Praderas	62,5
	Alfalfa	37,5
RET-02	Praderas	100,0
RET-07	Maíz	42,9
	Trigo	28,6

CUADRO 7-10: EXPECTATIVA DE USO FUTURO DEL SUELO
PROYECTOS INDIVIDUALES – RESULTADOS ENCUESTA

Código Sitio	Cultivo	% Superficie
	Alfalfa	14,3
	Poroto	14,3
PAR-02	Alfalfa	42,9
	Poroto	28,6
	Trigo	28,6
RET-05	Nogal	40,0
	Espárrago	29,3
	Alfalfa	20,0
	Arándano	10,7
RET-01	Avellano	62,5
	Nogal	37,5
PAR-06	Arándano	50,0
	Frambuesa	50,0
PAR-04	Praderas	50,0
	Alfalfa	37,5
	Poroto	12,5
PAR-01	Alfalfa	58,1
	Poroto	41,9
RET-16	Arándano	50,0
	Poroto	25,0
	Remolacha	25,0
RET-08	Praderas	51,3
	Maíz	48,7
RET-19	Maíz	50,0
	Remolacha	50,0
PAR-03	Arándano	66,7
	Cerezo	33,3
RET-15	Arroz	89,7
	Avellano	10,3
PAR-07	Praderas	100,0
LON-05	Arándano	50,0
	Frambuesa	50,0

Fuente: Elaboración propia a partir de Encuesta Simple.

7.2.4. Recomendaciones de Manejo para el Riego Actual y Futuro

El presente acápite tiene por objetivo el desarrollo de una serie de recomendaciones orientadas a mejorar el riego y su aplicación en los predios estudiados, recomendaciones basadas en la observación y el diagnóstico realizado por la presente consultoría en terreno. Estas recomendaciones de manejo se enfocan según la situación agrícola que se trate; la Situación Actual de los predios, la Situación

Con Proyecto y la instancia en que estos proyectos hipotéticamente no se construyan y la Situación Actual deba optimizarse implementando justamente estas medidas de manejo en el riego recomendadas.

Como resultado de la observación y diagnóstico en terreno, es posible destacar las principales características del riego actual en la generalidad de los sectores potencialmente beneficiarios de los proyectos de acumulación. Dado el enfoque de la priorización realizada para la selección de los sitios postulantes (criterio de agricultura con necesidad de recursos), se acotó el área de beneficio a predios y comunidades de predios cuyo tamaño en promedio va de mediano a pequeño, donde la gestión productiva es realizada por lo general por su propietario o grupo familiar y donde se desarrolla una agricultura de productos tradicionales de baja rentabilidad y que requieren de extensa superficie de suelo (trigo, maíz, remolacha, arroz, chacras) orientados principalmente al mercado local y al autoconsumo.

En este contexto de agricultura extensiva, según los propios resultados de la encuesta simple de caracterización, los agricultores tratan de regar en general, el mayor porcentaje de la superficie predial, y lo hacen a través de métodos principalmente tradicionales, como lo son el riego por tendido y por surcos. Como ya se ha descrito, la escasez hídrica cada año más acentuada en la zona centro norte y sur del país, ha generado en la Región la necesidad de implementar turnos de riego, distantes en promedio cada 2 a 3 semanas, turno en el cual cada agricultor, mediante estos métodos, inunda rápidamente los cultivos de manera muy des uniforme, provocando erosión y lavado de suelo y quedando siempre una proporción del cultivo sin regar. El riego es altamente ineficiente y corto, tratando de abarcar más de lo que realmente se puede se regar.

En la Fotografía 7-1 se aprecia un cultivo de 5 ha de trigo regado por tendido en pre siembra, con regueros interiores ya trazados para continuar con los riegos de post emergencia a partir de octubre.

FOTOGRAFÍA 7-1: CULTIVO DE TRIGO REGADO POR TENDIDO

Fuente: Elaboración propia

A lo anterior se suma el precario estado actual de la infraestructura de distribución del agua de riego, entre predios y dentro de cada predio, donde los canales y acequias son mayoritariamente de tierra sin revestimiento, produciendo que un gran porcentaje del agua infiltre y se evapore.

La Fotografía 7-2 muestra gráficamente un ejemplo de lo rudimentario de mucha de la infraestructura de distribución de agua de riego existente entre predios, con tomas y compuertas hechizas, canales y acequias de tierra muy enmalezadas en especial con zarzamora o asociadas a corridas de álamos, eucaliptus, etc., que en sumatoria generan una gran ineficiencia en el transporte y uso del agua.

A la descrita problemática se suma el hecho que las mismas obras de acumulación existentes, de las cuales algunas están en el presente proceso de postulación, se encuentran en precario estado de mantención, no cuentan con revestimiento, no cuentan con desarenadores apropiados, se encuentran embancados con sedimentos, están colonizados por batro y algas, reduciendo al mínimo su capacidad de acumulación de agua, más bien son lugares donde se evapora y se infiltra el agua.

La Fotografía 7-3 muestra uno de los tranques visitados donde es clara la contaminación con alga y el embancamiento, factores que reducen considerablemente la utilidad del tranque.

FOTOGRAFÍA 7-2: COMPUERTAS HECHIZAS Y ENMALEZAMIENTO DE CANALES NO REVESTIDOS

Fuente: Elaboración propia

FOTOGRAFÍA 7-3: TRANQUE COMUNITARIO EMBANCADO E INVADIDO POR ALGAS

Fuente: Elaboración propia

De esta forma, una vez identificados los principales factores asociados a la ineficiencia en el uso del agua para riego en el área de estudio, las recomendaciones que la presente consultoría puede presentar se dividen en aquellas que son medianamente factibles de implementar en Situación Actual y en la optimización de esta si los proyectos no se construyen, y en aquellas recomendaciones que son atingentes de implementar en el contexto de una Situación Con Proyecto, donde se hagan realidad los acumuladores individuales y comunitarios proyectados.

En Situación Actual, donde se asume una muy escasa capacidad de inversión en tecnificación y en mejoramiento de infraestructura, y donde la estructura de cultivos tiene escaso margen de variación, las recomendaciones factibles de proponer son las siguientes, medidas que son transversales a cualquier zona con agricultura de riego, tanto en Situación Actual, en su optimización si no se construyen los proyectos, como también para Situación Con Proyecto:

- **Mantención constante de infraestructura de distribución del agua:** La administración de cada canal de regadío dispone de un determinado presupuesto anual para diversos gastos de mantención y reparación de canales y obras de distribución. Es necesario un apropiado diagnóstico anual del estado de toda la red de distribución asociada a una canal con la finalidad de que dichos recursos puedan

enfocarse de manera eficiente en permitir la entrega del recurso con la menor cantidad de pérdidas originadas en el mal estado de la infraestructura. Esto es válido también a escala predial, donde cada agricultor debe preocuparse por la limpieza y buen estado de acequias y obras intraprediales de distribución, de cuyo funcionamiento depende en buena medida la eficiencia del riego propio y el de los vecinos.

- **Limpieza constante y prolija de canales y acequias de riego:** Tradicionalmente los canales de riego se limpian una vez al año, antes del inicio de la temporada. Esta limpieza es recomendable realizarla en forma constante a todo nivel de recorrido del agua, desde canales matrices, hasta acequias intraprediales. Esto permite mayor capacidad de porteo de agua, evita pérdidas por consumo y evapotranspiración, evita acumulación de basura y sedimentos que generan desbordes e inundaciones y evita contaminación de las aguas con semillas y propágulos de malezas que infectan proliferan en los cultivos.
- **Mantener eficientes mecanismos de control y distribución del agua:** Esto es de una importancia creciente en la medida que se acentúa la escasez hídrica y se establecen turnos de riego cada vez más distanciados. Adecuados mecanismos para fiscalizar una correcta repartición respetando un calendario o cronograma en forma estricta, aumenta la eficiencia de distribución.
- **Potenciar la gestión administrativa en los canales:** Mantener una constante y activa gestión de recursos por parte de la administración de los canales a través de postulaciones a fondos estatales y privados para mejoramiento y construcción de obras.
- **Planificación de superficie anual de siembra:** Es frecuente partir la temporada con mayor suministro y con baja demanda, dadas las bajas temperaturas, el reciente desarrollo de los cultivos y la existencia de eventuales lluvias. No obstante, en los meses críticos, debido al aumento generalizado de la demanda en la zona, merman los caudales y el agua no alcanza para regar todo lo sembrado. Cada agricultor debe realizar una planificación acertada de la cantidad de superficie en la que se podrá efectivamente satisfacer la demanda de riego, según los cultivos elegidos, la cantidad de agua disponible y el método de riego a implementar.
- **Mejorar la implementación del método actual de riego:** Dado el contexto de Situación Actual y bajo el supuesto de la limitada posibilidad de inversión de los potenciales beneficiarios en nuevas tecnologías e infraestructura; sí es factible recomendar algunas formas de mejorar la implementación del riego gravitacional actual.

  Para lograr una mejor aplicación y distribución del agua de riego en un cultivo, usando estos métodos, se pueden enumerar varias medidas de manejo cultural, tales como:

- Nivelación de suelos según topografía de cada potrero, evitando existencia de bajos o altos, logrando sectorización en cuarteles con pendiente uniforme.
- Correcta preparación de suelos para permitir un expedito flujo del agua en superficie, permitir una buena infiltración del agua y permitir un buen arraigamiento y exploración radicular en profundidad.
- Distribución estratégica de regueros y acequias dentro de cada cuartel, evitando sectores sin suministro.
- Dimensionamiento acertado de cuarteles o apotreramiento para inundación, según textura y profundidad del suelo, evitando sectores anegados y otros sin suministro.
- Orientación correcta de surcos evitando pendientes mayores al 3% (evitar erosión).
- Dimensionamiento acertado del largo de surcos según textura y profundidad del suelo, para lograr una infiltración uniforme y satisfactoria.
- Realizar un eficiente control de malezas en el cultivo, para evitar la competencia evapotranspirativa por agua y permitir un expedito flujo superficial del agua.
- Dado el sistema de turnos, dar prioridad de riego a cultivos en fase crítica, como polinización o llenado de grano.
- Adecuar las densidades de siembra o plantación al contexto de escases hídrica y de turnos, disminuyendo la demanda a satisfacer.
- Evitar cultivar sectores del potrero con mal drenaje o sectores secantes, donde se sabe hay malos resultados, priorizando el uso del agua en el resto del potrero.
- Dentro de lo posible, tratar de aplicar el agua ocupando sistema de pulsos, logrando de mayor uniformidad de infiltración del agua en el perfil a lo largo de los surcos.

En Situación Con Proyecto, tal y como se mencionó anteriormente, todas las recomendaciones propuestas son válidas, dado que los proyectos de acumulación solo implican un aumento en la seguridad de riego que puede estar asociado a tecnificación y nuevos patrones de cultivo, pero el contexto de escases hídrica seguirá siendo el problema de fondo y una fracción importante de los predios seguirá implementando agricultura tradicional.

No obstante, la mayor seguridad de riego que potencialmente pueden aportar dichos proyectos, debe ser aprovechada a cabalidad, desde el punto de vista de maximizar la eficiencia de riego mediante inversión y uso de tecnología, como de maximizar dicha inversión cambiando el enfoque

productivo a cultivos de mayor rentabilidad. Estas recomendaciones dependerán de cada caso en específico, diferenciándose entre aquellas dirigidas a proyectos individuales de aquellas dirigidas a proyectos comunitarios, ya que en el primer caso se contará con un dimensionamiento de obra intrapredial, a la cual se pueden asociar directamente inversiones secundarias en tecnificación permitiendo recomendaciones específicas en torno a la tecnología de riego, tipo de cultivos sugeridos, manejo del riego, etc., no así en obras comunitarias, donde solo se cuenta con una descripción general del tipo de predios y su agricultura.

7.3. Conclusiones de la Situación Actual

El presente acápite tiene por objetivo resumir las principales consideraciones que emanan de la caracterización de los proyectos seleccionados, en el marco del contexto agrícola en el que se encuentran, asociando a dichas características, las proyecciones de desarrollo futuro vinculadas a los proyectos de riego en cuestión, y a las claras tendencias productivas que ya se marcan en la Región, las que guardan estrecha relación con la forma de implementar el riego.

Según el diagnóstico realizado a través la encuesta, se destaca en primer lugar el contexto de agricultura tradicional asociada a la implementación de cultivos y métodos de riego tradicionales en forma transversal en los predios, tanto en proyectos individuales como comunitarios. Lo anterior plasmado en el tradicional esquema de manejo agrícola asociado, por ejemplo, al cultivo anual de trigo y maíz, regados por tendido y surcos respectivamente, o bien el cultivo de hortalizas de autoconsumo y venta, regados por métodos tradicionales e implementando un manejo básico. Son frecuentes en este esquema el cultivo de praderas para crianza de ganado.

De los resultados arrojados por la encuesta de diagnóstico y en relación a lo anterior, se reflejan los niveles de rendimiento y productividad asociados a una agricultura tradicional, donde lo básico del manejo y la precariedad del riego en asociación con la escasez hídrica, redundan rendimientos de medios a bajos, mejorables absolutamente con mayor tecnología y seguridad de riego.

La falta de conocimiento en manejo e implementación de otras alternativas de cultivo, es otro de los problemas diagnosticados, donde la costumbre por décadas de hacer monocultivo de remolacha, hace que agricultores sean incapaces de reconvertir su agricultura hacia otros mercados, debiendo vender sus campos muchas veces. Situación similar la experimentan agricultores arraigados en el mono cultivo de trigo y maíz.

En los comunitarios, no obstante, donde existe un mayor número de potenciales beneficiarios, existen predios de mayor gestión productiva que asocian su agricultura a un mayor nivel tecnológico y de gestión comercial, desarrollando producción frutícola para agroindustria y/o

exportación e implementando tecnificación en el riego. Puede haber vinculación de lo anterior con la últimamente frecuente llegada a la Región de empresas y agricultores frutícolas que están invirtiendo en terrenos y plantaciones frutales tecnificadas, reemplazando cultivos tradicionales como la remolacha y el arroz, marcando una tendencia de lo que será el panorama agrícola en la Región al mediano plazo.

En relación a lo anterior la Situación Con Proyecto de los casos seleccionados debe en teoría seguir estas tendencias y vincularse indiscutiblemente a la tecnificación en el riego como única forma de hacer sustentable el negocio agrícola en el tiempo y competir sin desventaja con los capitales externos que están llegando. Más aún con la creciente escasez hídrica que ya está limitando el suministro en la zona a través de turnos distanciados entre predios.

Así mismo, para la obtención de la mayor rentabilidad a la inversión en los mencionados proyectos de acumulación, los predios deben irse asociando progresivamente al rubro frutícola y a la tecnificación creciente en la zona, aprovechando la infraestructura de mercado, procesamiento y recepción de fruta también creciente, gestándose a su vez, una buena oportunidad para la asociatividad productiva, sobre todo en los proyectos de riego comunitarios, donde ya existe una organización base asociada al riego. Las expectativas futuras de cultivo reflejan solo parcialmente esta tendencia, reflejando un patrón tradicional aún arraigado en sus proyecciones. De esta forma, en necesario fortalecer los mecanismos de apoyo y asistencia técnica para fomentar dicha tendencia, sobre todo en los predios que actualmente no cuentan con asistencia y no son beneficiarios de INDAP.

Se visualiza una base promisoria vinculada a la inminente gestión de postulación para los proyectos en cuestión, en lo que respecta a la existencia y estado de legalización o regularización de derechos de aguas a acumular, en la tenencia de la tierra en los individuales (propiedad) y en la base organizacional asociada a los proyectos comunitarios, factores que encaminan a un buen término el proceso de postulación, pero por sobre todo, se constata interés en las obras, interés asociado a la creciente necesidad de agua para regar, necesidad de se ve potenciada por la falta de tecnificación y eficiencia en el riego, lo que va de la mano con la necesidad de innovar en nuevos cultivos de mayor rentabilidad.

7.4. **Situación Agropecuaria Con Proyecto**

7.4.1. Criterios de Desarrollo Situación Con Proyecto

La Situación Futura o Con Proyecto, corresponde al mejoramiento de las condiciones actuales que enfrenta la agricultura del área en estudio en torno al riego, a través de la ejecución y construcción de obras civiles enfocadas a aumentar la eficiencia de uso del agua y mejorar la seguridad de riego actual. Tal es el caso de los presentes proyectos, donde el objetivo central es el fortalecimiento

de la capacidad de acumulación nocturna para aumentar la seguridad de riego de las respectivas áreas regadas.

En este escenario las obras proyectadas, con el complemento de un programa de asistencia técnica y capacitación (mejoramiento del nivel tecnológico), permitirán el aumento la productividad de los predios y una mayor rentabilidad de los rubros presentes y de nuevos cultivos de mayor rentabilidad posibles de desarrollar en cada predio. La zona en estudio presenta recursos de suelo y clima apropiados para el desarrollo de gran diversidad de especies agrícolas. Se trata de una zona donde producto del cambio climático y de la sequía en la zona centro norte del país, numerosas empresas agrícolas han migrado están estableciendo sus planteles productivos, impulsando con fuerza el crecimiento y reconversión de la agricultura. Es una zona mayoritariamente de riego, donde los agricultores y organizaciones postulantes poseen tradición agrícola de riego, donde los proyectos en postulación vienen a generar un aumento en la seguridad del riego que desarrollan.

Se presentan a continuación los criterios básicos que se han utilizado para implementar modificaciones en la actual estructura productiva, asociados a la mayor seguridad de riego generada por las obras de acumulación proyectadas. Estos son los siguientes:

- Como primera consideración, se debe señalar que la estructura de cultivos diseñada para cada proyecto individual en postulación ha sido realizada tomando en cuenta el tipo de agricultura presente en Situación Actual en cada predio, la capacidad de gestión empresarial de cada agricultor, las expectativas de cultivo manifestadas por cada uno en la encuesta simple y en el alcance o impacto proyectado en términos de la superficie factible de beneficiar por cada proyecto.

- La gran mayoría de los suelos presentes en la zona corresponden a suelos de alta capacidad de uso planos y profundos sin estratas impermeables que impidan su buen drenaje. Se trata de suelos que tradicionalmente durante años han sido usados en agricultura de riego y que naturalmente deben estar sujetos a un plan de manejo de fertilización y de mejoramiento de sus características fisicoquímicas, no obstante, para efectos y de diseñar una estructura de cultivo para situación con proyecto no se considerará la calidad de los suelos como un factor limitante para dicha proyección, salvo seguir considerando un adecuado programa de fertilización anual para cada caso.

- La escasez hídrica asociada a la falta de agua para riego es el factor limitante transversal en todos los predios y comunidades de aguas de los proyectos seleccionados, razón por la cual muchas veces se cultiva una parcialidad de la superficie regable, quedando la otra fracción potencialmente disponible para ser cultivada y regada en forma alternada. Si

bien la totalidad de los predios dispone de derechos de agua para riego, los caudales por lo general no alcanzan a cubrir las demandas de agua anuales de cada predio, por lo que son sometidos, en Situación Actual, a la implementación de sistemas de turnos de riego donde las distantes frecuencias impiden el cultivo de la totalidad de las superficies y la inversión de capitales en agricultura no obstante, en Situación Con Proyecto, las obras de acumulación proyectadas tienen por objetivo corregir la baja frecuencia de riego actual.

- Bajo el supuesto de una mayor seguridad de riesgo proporcionada por las obras proyectadas, se propondrá en situación con proyecto una estructura de cultivo basada por un lado en implementación de los actuales cultivos desarrollados (dada su adaptabilidad tradicionalmente comprobada, al igual que su condición de comercialización) y por otro lado en la implementación de alternativas viables para la zona (económica, agroclimática y comercialmente) manifestadas como expectativa por cada agricultor o representante de comunidad, alternativas con resultados avalados por ejemplos referentes en la misma zona o en regiones aledañas con agroindustria de mayor desarrollo.

- Por lo tanto, la base de los cambios proyectados va por dos vías. La primera consiste en la reorganización de la estructura de cultivos de la **superficie actualmente bajo riego**, donde la mayor seguridad de riego proyectada permitirá reasignación de prioridades en % de superficie. La segunda vía es el crecimiento de la superficie de riego actual a expensas de la descrita **superficie sin uso potencialmente regable,** en los casos donde la mayor seguridad de riego lo permita.

- Según las características productivas de cada comunidad en el caso de los proyectos comunitarios, se ha asignado una ponderación diferenciada en la distribución porcentual de superficie de cultivos, tanto especies actuales como nuevas. Lo anterior se traduce en que, en comunidades con un desarrollo agrícola con mayor orientación comercial (agroindustria y exportación), se implementa una ponderación en el uso de suelo que potencia especies de orientación comercial y de mayor uso de tecnología y gestión, como es el caso de plantaciones de frutales mayores y menores tecnificados. Es aquí donde se debe mencionar la introducción de especies con referentes en la misma Región, como lo es el avellano europeo, con gran proyección agroindustrial y buenos resultados económicos en suelos de baja calidad. Por otro lado, en comunidades con menor desarrollo productivo se fortalece el enfoque hacia alternativas de cultivo tradicional mejorando sus condiciones de manejo técnico y de riego.

- Se han realizado ponderaciones acordes a cada tipo de agricultor, dando una importante ponderación a los cultivos tradicionales en los casos donde los agricultores siempre han realizado agricultura tradicional, dónde los recursos y capacidad de gestión empresarial requieren aun de un importante nivel de evolución. Es así como en estos casos la ponderación de alternativas innovadoras como los frutales, es de una menor dimensión.

- Tal como se ha descrito anteriormente, los agricultores asociados a los proyectos en estudio desarrollan una agricultura con un importante componente comercial no obstante la agricultura de autoconsumo y subsistencia guarda una importante ponderación, que hace que esta sea considerada dentro de la estructura de cultivos en el área de varios de los proyectos postulantes bajo la forma de cultivos bajos como lo son las hortalizas y chacras.

- Un supuesto básico asociado a la implementación de los proyectos de riego en estudio es fomentar el desarrollo agrícola con una mayor seguridad de riego dadas las condiciones de sequía que en forma generalizada han afectado a la zona centro sur del país. En relación con esto es importante destacar la necesidad de apoyo a la pequeña agricultura local, en circunstancias de que numerosas empresas agrícolas de la zona centro norte están llegando a esta región en busca de mayor seguridad de riego para trasladar sus negocios agrícolas, por lo que pequeños agricultores locales sin recursos y sin apoyo son vulnerables a que sus tierras sean compradas por empresarios externos.

- En relación al punto anterior, la paulatina retirada de tradicionales negocios agroindustriales como lo son la remolacha y el arroz, dan pie a que numerosos agricultores que no tienen mayor capacidad de gestión para reconvertir su agricultura sean los primeros que quedan expuestos a problemas financieros que los obligan a vender sus predios, razón por la que los presentes proyectos en estudio deben estar asociados a una fuerte campaña de transferencia tecnológica y apoyo en asesoría en gestión empresarial y comercial que les permita una reconversión de su agricultura.

- La proyección de una Situación Con Proyecto para cada una de las obras estudiadas estará asociada a la implementación de altos estándares de tecnología en el manejo agrícola y en el riego. De esta forma la tecnificación es uno de los factores preponderantes en el desarrollo agrícola futuro. Esta estará asociada fundamentalmente a la implementación de riego por cintas en hortalizas, riego por aspersión en praderas y cereales y de goteo en frutales mayores y menores, considerando que igual existirá una parcialidad importante de la superficie asociada a estos cultivos, que seguirá siendo regada por los métodos tradicionales actuales.

- Se recomienda, en concordancia con el desarrollo productivo y comercial esperado, que los productores que no lo hayan hecho, regularicen su situación tributaria con el apoyo y orientación de los programas de transferencia tecnológica vigentes (INDAP PRODESAL) y a traves de instancias de atención e información existentes en el SII, esto con el propósito de establecer una condición básica para comercializar y en lo sucesivo mejorar la plataforma de negocición con los intermediarios, o bien que ellos mismos comercialicen directamente su producción.

En un contexto general, se trata de representar el impacto de obras de riego que mejoran las condiciones productivas del área a través del aumento de la seguridad de riego, rescatando lo mejor de los cultivos de Situación Actual, proyectando cambios tecnológicos en su manejo y su enfoque comercial, de manera de reestructurar el uso de suelo con el desarrollo de las especies de cultivo de mayor rentabilidad.

- En asociación a todos los proyectos, deben actualizarse la vigencia y las directivas de las Comunidades de Aguas postulantes, con el objeto de regularizar participativamente la definición de normas de operación del sistema de distribución de agua y su infraestructura.
- Los criterios de desarrollo expuestos se han basado íntegramente en el diagnóstico agroproductivo de la zona y en las actuales perspectivas agroeconómicas manifestadas por los representantes de cada comunidad ante el planteamiento de una eventual Situación Con Proyecto que aumente la seguridad de riego en el área.

Teniendo en cuenta el análisis realizado, las principales conclusiones de la propuesta productiva del presente estudio para la Situación Con Proyecto Agropecuaria son las siguientes:

- Existe una promisoria base para potenciar el desarrollo agro productivo a través de los proyectos de acumulación en estudio, conformada tanto por factores agroclimáticos y agrológicos favorables para la adaptabilidad de gran diversidad de cultivos, como de factores de caracterización de la propia agricultura existente y su observable evolución hacia una agricultura de mayor carácter frutícola comercial.

- No obstante, si bien se trata de una zona principalmente de riego, existe una cada vez más frecuente condición de déficit hídrico diagnosticada, que afecta la seguridad de riego para la agricultura. Es en este punto donde se ratifican y sustentan los objetivos del presente estudio, en cuanto a proyectar obras de acumulación que aumenten la seguridad de riego actual.

- Sobre la base de los proyectos construidos, los cambios productivos proyectados se enfocarán por un lado en la reorganización de la estructura de cultivos actual de la **superficie actualmente bajo riego**, reasignando prioridades en % de superficie. La segunda vía, cuando la seguridad de riego lo permita, es el crecimiento de la superficie de riego actual a expensas de la descrita **superficie sin uso potencialmente regable,** cuya estructura de cultivos puede componerse de cultivos actuales o alternativas nuevas para cada predio o área de proyecto.

- Los cambios proyectados en estructura de cultivos se asignan según las características productivas de cada predio o comunidad, según su potencialidad agrológica y agroclimática y su nivel tecnológico y de gestión productiva y comercial.

- La proyección de los cambios productivos se basa en la tendencia actualmente observada en la zona en cuanto a la evolución que experimenta su agricultura, que implica el progresivo reemplazo de cultivos tradicionales como la remolacha, arroz, empastadas, trigo y maíz, por alternativas frutales con orientación comercial de exportación asociando tecnificación y un nivel tecnológico de medio a alto. Esto sin descartar una base de agricultura tradicional de autoconsumo y subsistencia existente transversalmente en los predios y comunidades.

- Es fundamental para la obtención de los resultados productivos esperados, un efectivo apoyo de las instituciones de transferencia tecnológica y de apoyo financiero que apunten a fortalecer la implementación de los cambios productivos proyectados, tanto técnicamente (manejo agronómico, puesta en riego y tecnificación) como en orientación y gestión comercial.

7.4.2. Manejo de Suelos, Puesta en Riego y Determinación de Propuesta Agroproductiva

El presente acápite hace referencia, por una parte, a las recomendaciones generales de manejo de suelo pertinentes de abordar en el contexto de la implementación de las propuestas agroproductivas asociadas a Situación Con Proyecto en cada uno de los predios y comunidades estudiadas, y las consideraciones relativas a la puesta en riego que se desprenden de las características del suelo en cada caso. Por otro lado, y tomando en cuenta lo anterior, se describe la metodología para determinar la estructura de cultivos que componen dichas propuestas.

Respecto a manejo de suelos, dentro de las carpetas técnicas asociadas a las postulaciones de los presentes proyectos en estudio, se realizan recomendaciones generales asociadas a las

características principales de los suelos a regar, respecto del manejo pertinente y recomendable de aplicar en Situación Con Proyecto.

Es así como en el Anexo 7-7 se consignan recomendaciones al respecto, considerando una breve descripción de los suelos presentes, interpretando las características desde el punto de vista de las ventajas o limitantes que estas puedan significar para el manejo del suelo y en especial del riego. De la misma forma se hace referencia a los cambios en el patrón de cultivos en esta nueva situación, en asociación a recomendaciones de manejo para la puesta en riego, donde la implementación y manejo de los diversos métodos de riego recomendados, guardan estrecha relación con el tipo de cultivos a desarrollar y con las características de cada suelo.

Estas recomendaciones darán al agricultor una pauta general de manejo pertinente de aplicar a la hora de implementar el nuevo patrón de cultivos, respecto del manejo de labranza según tipo de suelos presentes y de la forma adecuada de cómo implementar el riego en base a estas características.

La base de información para realizar estas recomendaciones desde el punto de vista de los suelos es la información de caracterización de suelos obtenida a través de la aplicación de la encuesta simple, donde en cada área de riego fue realizado un análisis agrológico general con barreno edafológico. Para los proyectos comunitarios la base para las recomendaciones corresponde a información secundaria.

Tal como se menciona en la caracterización agrícola de Situación Actual y en los criterios de desarrollo del presente capítulo, los predios y comunidades potenciales beneficiarios de los proyectos en estudio se encuentran insertos en una zona tradicionalmente agrícola de riego, provista de suelos de medias a altas capacidades de uso y planos. Al mismo tiempo existen condiciones agroclimáticas apropiadas para el desarrollo de la mayoría de las especies agrícolas producidas en la zona centro del país. Posee también esta zona, una vasta infraestructura de canales provenientes del sistema hidrográfico del río Longaví y parcialmente del Maule. A su vez existe un desarrollo agroindustrial que evoluciona hacia la fruticultura y una conectividad e infraestructura de caminos que favorece el transporte a los diversos mercados de la zona centro norte y centro sur. No obstante, la creciente demanda por agua para riego y el creciente déficit hídrico producido durante las 2 últimas décadas, hacen necesarias obras de acumulación que permitan aumentar la seguridad de riego.

La descripción constituye la base general en la determinación de la estructura de cultivos apropiada para proyectar el desarrollo agroproductivo en cada caso en Situación Futura, de manera que la principal referencia de alternativas productivas a proponer está ya presente en la misma zona, tanto

de agricultura tradicional como de alternativas frutícolas en crecimiento, producto de la llegada constante de empresas agrícolas a la zona realizando plantaciones.

Así, se configura un pool de alternativas agrícolas compuesto por especies anuales tradicionales: **maíz, trigo, leguminosas, arroz, hortalizas; cultivos industriales: remolacha, praderas: Alfalfa, trébol ballica, frutales menores: frambuesa, arándano y frutales mayores: cerezo, manzano, peral, avellano europeo entre otros**.

De esta forma, para cada caso particular, se ha realizado una propuesta de estructura de cultivos (que está plasmada en el uso de suelo), considerando en primera instancia los factores generales ya descritos como primer filtro. Luego se aplicaron consideraciones asociadas a características productivas y de nivel tecnológico propias de cada predio o comunidad de predios. En relación con este punto y por tratarse en muchos casos de predios de pequeños agricultores de nivel tecnológico bajo o comunidades con un importante porcentaje de ellos; es que se ha considerado mantener una parcialidad de los cultivos tradicionales en sus propuestas, en especial los asociados al autoconsumo y subsistencia. Así mismo, en comunidades que en Situación Actual presentan una orientación preferentemente ganadera, se privilegia seguir en el rubro variando de especies forrajeras e implementando tecnificación, sin descartar la innovación con alternativas de mayor rentabilidad.

En predios o comunidades que actualmente presentan un desarrollo frutícola importante, se prioriza la superficie en similares alternativas y también en otras nuevas aprovechando el potencial tecnológico y de gestión que poseen.

Si bien y tal como se describió anteriormente se trata en general de una zona de suelos de media a alta capacidad de uso, existen también suelos asociados al cultivo de arroz, caracterizados por un permanente mal drenaje producto de poseen napa alta y estratas cementadas que limitan severamente su capacidad de uso. En estos casos las alternativas de cultivos tolerantes son escasas, recomendándose incorporar parcialmente superficie con avellano europeo que tiene esta cualidad.

A este respecto, se realizó el mencionado análisis agrológico en terreno mediante uso de barreno y pala manual para caracterizar en forma general la capa arable de los suelos regados de cada sitio de proyecto individual, cuyos resultados gráficos y descriptivos se presentan en su totalidad en el Anexo 7-5 de la presente entrega. Para el caso de los proyectos de beneficio comunitario la caracterización se realizó en base a información secundaria recurriendo al Estudio Agrológico de la VII Región de CIREN para la descripción de las series comprometidas en cada caso, información de caracterización que se consigna en el Anexo 7-6 de la presente entrega.

Así, habiendo visualizado una propuesta de cultivo para cada situación, se debió reparar entonces en las mencionadas características agrológicas analizadas para efectos de formular recomendaciones agronómicas adecuadas para la puesta en riego y manejo de suelos a la hora de implementar los cambios productivos proyectados.

Considerando también, en su justa medida, la magnitud del impacto esperado de obras de acumulación de "carácter turnal" y del tamaño de estos proyectos, se ha dado especial atención a ajustar las superficies abastecidas de riego a través de los distintos métodos propuestos, dimensionando para cada caso dichas superficies en base a la orientación productiva predial, tipo de cultivo a establecer, escala productiva, nivel tecnológico del predio, textura y drenaje de suelos. De esta forma se presenta en el acápite de uso de suelo, la estructura de uso determinada en base a la descrita metodología, considerando los mencionados criterios en la distribución de superficie regada bajo los métodos de riego propuestos, lo que se visualiza en el acápite de demandas de agua para riego.

7.4.3. Uso del Suelo

La **superficie de riego beneficiada** se obtiene a partir de los métodos expuesto en el Instructivo Técnico de la Comisión Nacional de riego para la Ley 18.450 "ITC-03 – Cálculo de superficies para obras civiles". En este documento se presentan las fórmulas para proyectos de construcción, ampliación y rehabilitación de obras de acumulación, relacionando volumen disponible 85% de probabilidad de excedencia, la tasa de riego promedio de los 3 meses de máxima demanda y el tiempo entre turno de riego. Este procedimiento se realizó para la Situación Con Proyecto (Cuadro 4-1).

CUADRO 7-11: SUPERFICIE DE RIEGO BENEFICIADA SITUACIÓN CON PROYECTO (HA)

N°	Proyecto	Arándano	Arroz	Avellano Europeo	Cerezo	Espárrago	Frambuesa	Maíz	Manzano	Nogal	Peral	Poroto	Remolacha	Sandía	Tomate	Zapallo	Alfalfa	Trigo	Trebol - Ballica	Pradera Natural	Total Riego
1	LON-01	19,5	0,0	9,7	29,2	9,7	19,5	9,7	19,5	29,2	19,5	9,7	0,0	0,0	0,0	9,7	9,7	0,0	0,0	0,0	194,6
2	LON-04	0,7	0,0	0,0	0,7	0,0	0,7	0,7	0,0	0,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,4
3	LON-05	4,6	0,0	0,0	0,0	0,0	4,6	1,5	0,0	0,0	0,0	3,1	0,0	0,0	0,0	0,0	1,5	0,0	0,0	0,0	15,4
4	LON-08	7,7	0,0	0,0	5,1	0,0	7,7	0,0	0,0	5,1	0,0	5,1	2,6	4,8	2,8	0,0	5,1	0,0	5,1	0,0	51,1
5	LON-09	16,9	0,0	0,0	11,2	0,0	16,9	5,6	0,0	11,2	0,0	5,6	5,6	0,0	11,2	0,0	28,1	0,0	0,0	0,0	112,4
6	LON-10	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	0,0	1,7	0,0	3,5
7	LON-13	0,0	0,0	0,0	0,0	0,6	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,9
8	LON-14	35,7	0,0	0,0	23,8	0,0	35,7	11,9	0,0	23,8	0,0	11,9	11,9	0,0	23,8	0,0	59,5	0,0	0,0	0,0	237,9
9	LON-19	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	1,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,9	0,0	0,0	1,3	0,0	0,0	4,4
10	LON-20	1,3	0,0	0,0	0,0	0,0	1,3	0,0	0,0	0,0	0,0	1,3	0,0	0,6	1,3	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	6,5
11	LON-22	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,9	0,0	0,0	2,8	0,0	0,0	8,6
12	LON-23	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,3	0,7	2,6	0,0	0,0	0,0	0,0	6,6
13	LON-26	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,6	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	1,6	0,0	0,3	0,0	3,2
14	LON-29	14,9	0,0	7,5	22,4	7,5	14,9	7,5	14,9	22,4	14,9	7,5	0,0	0,0	0,0	7,5	7,5	0,0	0,0	0,0	149,1
15	PAR-01	0,0	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	0,0	1,1	0,0	0,0	0,0	0,0	3,2	0,0	0,0	0,0	5,3
16	PAR-02	0,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	2,0	0,0	0,0	0,0	4,0
17	PAR-03	2,2	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,7
18	PAR-04	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	0,0	0,0	0,4	0,0	1,9	0,0	0,8	0,0	3,8
19	PAR-06	1,2	0,0	0,0	0,0	0,0	3,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,9
20	PAR-07	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0	0,3	0,0	1,1
21	RET-01	0,0	0,0	31,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	31,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	63,0
22	RET-02	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,8	0,0	2,8	2,8	0,0	14,1	0,0	5,6	0,0	28,2
23	RET-05	39,6	0,0	0,0	0,0	79,3	0,0	0,0	0,0	105,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	39,6	0,0	0,0	0,0	264,2
24	RET-07	0,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,9	0,0	0,0	1,8	0,0	1,8	0,0	0,0	0,0	0,0	3,6	0,0	0,0	0,0	9,0
25	RET-08	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,7	0,0	1,7	0,0	3,4
26	RET-11	2,1	0,0	0,0	0,0	0,0	2,1	1,1	0,0	2,1	0,0	0,0	0,0	1,6	0,0	1,6	0,0	0,0	0,0	0,0	10,7
27	RET-15	0,0	25,0	6,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	31,3
28	RET-16	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,3
29	RET-19	0,0	0,0	0,0	5,8	0,0	0,0	11,6	5,8	11,6	0,0	11,6	0,0	11,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	58,0
30	RET-20	29,4	0,0	0,0	58,8	0,0	29,4	0,0	117,5	58,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	293,8
Total		**179,0**	**25,0**	**54,9**	**158,0**	**97,1**	**139,5**	**55,7**	**157,7**	**305,6**	**34,4**	**62,9**	**20,1**	**23,2**	**46,8**	**22,1**	**180,6**	**4,2**	**15,6**	**0,0**	**1.582,3**

Fuente: Elaboración propia.

7.4.4. Demandas de Agua para Riego

7.4.4.1. Cálculo de Tasa de Riego

La información relativa a evapotranspiración potencial existente por distrito, asociada a cada predio, junto a una adecuada determinación de coeficientes de cultivo (Kc), permiten, junto a otros factores, la obtención de tasas de riego por unidad de superficie. De esta forma, se cuenta con un importante antecedente para el diseño de una obra de acumulación, al compatibilizar las características del sitio de acumulación, con el requerimiento hídrico del proyecto agrícola a desarrollar, requerimiento asociado a la especie y cantidad de superficie a cultivar.

De esta forma, se presenta en el Cuadro 7-12, la distribución de coeficientes de cultivo específicos para la zona, basados en *FAO Irrigation and Drainage Paper 56*, y en antecedentes de Kc presentes en estudios anteriores en el secano de la Región del Maule.

CUADRO 7-12: COEFICIENTES DE CULTIVO KC POR CATEGORÍA DE CULTIVOS

Cultivos	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR
Arándano	0,30					0,30	0,55	0,80	1,05	1,05	0,78	0,50
Arroz							1,05	1,05	1,10	1,20	1,00	0,60
Avellano Europeo	0,70					0,50	0,60	0,75	0,95	1,00	1,00	0,85
Cerezo	0,70						0,40	0,60	0,85	1,00	1,00	0,95
Espárrago	0,50	0,40	0,30	0,30	0,30	0,45	0,50	0,50	0,95	1,00	0,95	0,70
Frambuesa	0,50	0,40	0,30	0,30	0,30	0,50	0,70	0,85	0,90	1,00	0,95	0,70
Maíz						0,40	0,65	0,85	1,00	1,10	0,85	0,50
Manzano	0,70						0,40	0,60	0,85	1,00	1,00	0,95
Nogal	0,40					0,40	0,55	0,75	0,90	0,95	0,80	0,65
Peral	0,70						0,40	0,60	0,85	1,00	1,00	0,95
Poroto							0,30	0,55	0,73	1,15	0,75	0,30
Remolacha	0,80					0,40	0,70	0,80	1,00	1,10	1,00	0,90
Sandía								0,55	0,75	0,90	1,00	0,90
Tomate							0,30	0,55	0,73	1,15	0,75	0,30
Zapallo								0,55	0,75	0,90	1,00	0,90
Alfalfa	0,80	0,50	0,40	0,40	0,50	0,55	0,80	0,90	1,05	1,15	1,05	0,85
Trigo							0,30	0,55	0,73	1,15	0,75	0,30
Trébol - Ballica	0,75	0,50	0,40	0,40	0,50	0,55	0,75	0,90	1,00	1,10	1,00	0,85
Pradera Natural	0,75	0,50	0,50	0,50	0,55	0,65	0,80	0,90	0,95	1,00	0,90	0,80

Fuente: Elaboración propia a partir de FAO 56.

Al considerar el estudio Atlas agroclimático de chile (AGRIMED - Universidad de Chile, 2017), los proyectos se ubican en dos distritos agroclimáticos, tal como se resume en el Cuadro 7-13.

Al conocer la **Evapotranspiración Potencial (ETo)** y los coeficientes **Kc de cultivo**, es posible obtener a través de su producto, la **Evapotranspiración Real de Cultivos (ETc)**. A su vez, es posible determinar la **Precipitación Efectiva** de cada distrito agroclimático. Esta última corresponde a la fracción de la **Precipitación Total** que puede ser aprovechada por el cultivo. La fracción que no es utilizada puede perderse en forma de escorrentía superficial, percolación profunda o evaporación.

CUADRO 7-13: DISTRITO AGROCLIMÁTICO POR PROYECTO

N°	Sitio	Distrito Agroclimático		N°	Sitio	Distrito Agroclimático
1	LON-01	7-8-4 Talca		16	PAR-02	7-8-5 Linares
2	LON-04	7-8-5 Linares		17	PAR-03	7-8-5 Linares
3	LON-05	7-8-5 Linares		18	PAR-04	7-8-5 Linares
4	LON-08	7-8-5 Linares		19	PAR-06	7-8-5 Linares
5	LON-09	7-8-5 Linares		20	PAR-07	7-8-5 Linares
6	LON-10	7-8-5 Linares		21	RET-01	7-8-5 Linares
7	LON-13	7-8-5 Linares		22	RET-02	7-8-4 Talca
8	LON-14	7-8-5 Linares		23	RET-05	7-8-5 Linares
9	LON-19	7-8-5 Linares		24	RET-07	7-8-5 Linares
10	LON-20	7-8-4 Talca		25	RET-08	7-8-5 Linares
11	LON-22	7-8-4 Talca		26	RET-11	7-8-4 Talca
12	LON-23	7-8-4 Talca		27	RET-15	7-8-4 Talca
13	LON-26	7-8-5 Linares		28	RET-16	7-8-5 Linares
14	LON-29	7-8-4 Talca		29	RET-19	7-8-4 Talca
15	PAR-01	7-8-5 Linares		30	RET-20	7-8-4 Talca

Fuente: Atlas Agroclimático de Chile (AGRIMED- Universidad de Chile, 2017).

La fórmula utilizada para transformar precipitación total en efectiva es la siguiente (FAO 1993):

$$Pef = \begin{cases} 0{,}6 * pp - 10 & pp > 70\ mm \\ 0{,}8 * pp - 24 & pp < 70\ mm \end{cases}$$

Donde:

Pef: Precipitación efectiva mensual
PP: Precipitación media mensual

CUADRO 7-14: EVAPOTRANSPIRACIÓN Y PRECIPITACIÓN

Parámetro	Sector	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	TOTAL
Eto	7-8-4 Talca	127	88	59	48	59	88	127	166	195	205	195	166	1.523
	7-8-5 Linares	121	84	56	46	56	84	121	159	187	197	187	159	1.457
PP	7-8-4 Talca	58	130	151	115	86	58	43	22	22	7	14	14	720
	7-8-5 Linares	91	205	239	182	136	91	68	34	34	11	23	23	1.137
Pef	7-8-4 Talca	25	80	97	68	45	25	16	3	3	0	0	0	362
	7-8-5 Linares	49	140	167	122	85	49	31	10	10	0	4	4	671

Fuente: Atlas Agroclimático de Chile (AGRIMED- Universidad de Chile, 2017).

Una vez conocida la precipitación efectiva, se restó a la Evapotranspiración Real (ETr) obtenida en el punto anterior, obteniendo la Demanda Neta de cultivo, de acuerdo con la siguiente expresión:

$$Dn = ETr - Pef$$

Dónde: ***Dn*** es la demanda neta de cultivo (mm), ***Etr*** es la Evapotranspiración real (mm), y ***Pef*** es la precipitación efectiva (mm)

El siguiente paso fue determinar las **eficiencias de riego** para los distintos métodos a utilizar en cada predio en el contexto del proyecto de riego, lo que también se consultó en la Encuesta simple. Estas eficiencias de riego prediales son determinadas tomando como base los parámetros utilizados en los manuales y estudios de la Comisión Nacional de Riego, los que además son considerados en los concursos de fomento al riego (Ley 18.450). Los valores corresponden a los que se producen a nivel potrero y varían según el método de riego utilizado, sea éste gravitacional o tecnificado (Cuadro 7-15).

CUADRO 7-15: EFICIENCIAS DE RIEGO POR MÉTODO

Método	Eficiencia
Tendido	30%
Surcos	45%
Pretiles	60%
Aspersión	75%
Cintas	90%
Goteo	90%

Fuente: ITT-02 (CNR, 2015).

En términos generales, los cambios porcentuales asociados a superficies regadas por los distintos métodos llevan implícita la consideración de que las obras proyectadas son turnales, por lo que el alcance respecto de la magnitud de los cambios tiene mayor limitación que si se tratara de obras de acumulación estacional.

CUADRO 7-16: COMPOSICIÓN MÉTODOS DE RIEGO POR CULTIVOS (%)

Cultivos	Proporción Cultivos (%)						
	Tendido	Surcos	Pretiles	Aspersión	Cintas	Goteo	Total
Arándano	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0	100,0
Arroz	0,0	0,0	100,0	0,0	0,0	0,0	100,0
Avellano Europeo	0,0	20,0	0,0	0,0	0,0	80,0	100,0
Cerezo	0,0	50,0	0,0	0,0	0,0	50,0	100,0
Espárrago	0,0	50,0	0,0	0,0	50,0	0,0	100,0
Frambuesa	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0	100,0
Maíz	0,0	50,0	0,0	50,0	0,0	0,0	100,0
Manzano	0,0	50,0	0,0	0,0	0,0	50,0	100,0
Nogal	0,0	50,0	0,0	0,0	0,0	50,0	100,0
Peral	0,0	50,0	0,0	0,0	0,0	50,0	100,0
Poroto	0,0	50,0	0,0	0,0	50,0	0,0	100,0
Remolacha	0,0	50,0	0,0	50,0	0,0	0,0	100,0
Sandía	0,0	50,0	0,0	0,0	50,0	0,0	100,0
Tomate	0,0	50,0	0,0	0,0	50,0	0,0	100,0
Zapallo	0,0	50,0	0,0	0,0	50,0	0,0	100,0
Alfalfa	50,0	0,0	0,0	50,0	0,0	0,0	100,0
Trigo	100,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0
Trébol - Ballica	50,0	0,0	0,0	50,0	0,0	0,0	100,0
Pradera Natural	100,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0

Fuente: Elaboración propia.

Los Requerimientos Totales de Agua por unidad de superficie o **Tasas de Riego (Tr)**, resultan de la división de las **demandas netas (Dn)** y la **eficiencia de aplicación (Ea)**, multiplicado por un factor de conversión de unidades (que en este caso es igual a 10 y se usa para convertir mm en m³/ha), tal como lo muestra la siguiente expresión:

$$Tr = 10 * \frac{Dn}{Ea}$$

Dónde:

Tr es la Tasa de Riego en m³/ha/mes

Dn es la demanda neta de cultivo en mm/mes, y

Ea es la eficiencia de aplicación de riego

Bajo esta metodología se determinaron, para cada uno de los predios en estudio, las tasas de riego por unidad estándar de superficie, cálculos y resultados que fueron consignados en las respectivas **Carpetas Técnicas de cada proyecto**, proporcionando importante insumo en la metodología de diseño y dimensionamiento de cada obra de acumulación, para llegar finalmente a dimensionar **la demanda bruta** de agua de riego anual por cada sitio, que determina la cantidad de superficie factible de cultivar en cada proyecto asociado a tranque. Esta, no es más que el producto de la tasa de riego con la superficie a regar.

Se presenta en las carpetas técnicas, para cada sitio en estudio, la información agroclimática de ETo y PP mensual y anual de los distritos que representan las características climáticas de cada uno, que llevan al cálculo de la **Pef** mensual y anual de cada sitio. También se presentan la **superficie por cultivo** manifestada como preferencia por cada agricultor y el **método de riego empleado** en cada uno, asociando a esto los **Kc de cultivo y las eficiencias de riego** según cada método. Finalmente se presentan como resultado de la metodología descrita, para cada sitio, las **demandas brutas** de agua que conducen al cálculo de las **tasas de riego** para cada sitio, las que se presentan en forma resumida mensualmente para cada uno de los sitios en el Cuadro 7-17.

CUADRO 7-17: TASAS DE RIEGO MENSUALES SITIOS EN ESTUDIO
SITUACIÓN CON PROYECTO - DISTRITO AGROCLIMÁTICO 7-8-4 TALCA

Rubro	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	TOTAL
Arándano	146	0	0	0	0	16	599	1.442	2.242	2.392	1.690	922	9.449
Arroz	789	0	0	0	0	235	743	1.500	2.251	2.531	2.407	1.742	12.198
Avellano Europeo	789	0	0	0	0	235	743	1.500	2.251	2.531	2.407	1.742	12.198
Cerezo	947	0	0	0	0	0	516	1.431	2.412	3.037	2.889	2.336	13.568
Espárrago	570	0	0	0	0	216	704	1.185	2.701	3.037	2.745	1.721	12.879
Frambuesa	428	0	0	0	0	211	810	1.534	1.917	2.278	2.059	1.291	10.528
Maíz	0	0	0	0	0	170	1.110	2.302	3.200	3.758	2.763	1.383	14.686
Manzano	947	0	0	0	0	0	516	1.431	2.412	3.037	2.889	2.336	13.568
Nogal	382	0	0	0	0	151	799	1.800	2.556	2.886	2.311	1.599	12.484
Peral	947	0	0	0	0	0	516	1.431	2.412	3.037	2.889	2.336	13.568
Poroto	0	0	0	0	0	0	327	1.308	2.065	3.493	2.167	738	10.098
Tomate	0	0	0	0	0	0	327	1.308	2.065	3.493	2.167	738	10.098
Zapallo	0	0	0	0	0	0	0	1.308	2.123	2.733	2.889	2.213	11.266
Alfalfa	1.459	0	0	0	0	446	1.630	2.789	3.844	4.491	3.901	2.688	21.248
Trigo	0	0	0	0	0	0	737	2.943	4.647	7.860	4.877	1.660	22.724
Trebol - Ballica	796	0	0	0	0	0	1.139	2.535	3.371	4.128	3.486	2.499	17.954

Fuente: Elaboración propia

CUADRO 7-18: TASAS DE RIEGO MENSUALES SITIOS EN ESTUDIO
SITUACIÓN CON PROYECTO - DISTRITO AGROCLIMÁTICO 7-8-5 LINARES

Rubro	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	TOTAL
Arándano	0	0	0	0	0	0	396	1.302	2.071	2.299	1.577	839	8.484
Avellano Europeo	441	0	0	0	0	0	514	1.349	2.070	2.432	2.259	1.620	10.685
Cerezo	529	0	0	0	0	0	258	1.265	2.207	2.919	2.711	2.179	12.068
Espárrago	170	0	0	0	0	0	437	1.030	2.484	2.919	2.573	1.590	11.203
Frambuesa	128	0	0	0	0	0	597	1.391	1.759	2.189	1.930	1.192	9.186
Maíz	0	0	0	0	0	0	795	2.087	2.950	3.612	2.583	1.258	13.285
Nogal	0	0	0	0	0	0	527	1.619	2.345	2.773	2.157	1.473	10.894
Poroto	0	0	0	0	0	0	79	1.148	1.874	3.357	2.019	647	9.124
Remolacha	797	0	0	0	0	0	895	1.953	2.950	3.612	3.050	2.318	15.575
Sandía	0	0	0	0	0	0	0	1.148	1.930	2.627	2.711	2.061	10.477
Tomate	0	0	0	0	0	0	79	1.148	1.874	3.357	2.019	647	9.124
Alfalfa	910	0	0	0	0	0	1.253	2.535	3.550	4.316	3.665	2.499	18.728
Trigo	0	0	0	0	0	0	177	2.583	4.217	7.553	4.543	1.457	20.530
Trebol - Ballica	796	0	0	0	0	0	1.139	2.535	3.371	4.128	3.486	2.499	17.954

Fuente: Elaboración propia

El Anexo 7-4 presenta un cálculo de **demandas brutas** máximas asociadas a las superficies que preliminarmente manifestaron los agricultores como potencialmente regable.

7.4.4.2. Tasas de Riego Ponderada y Demanda Bruta

La superficie de riego beneficiada se calculó según lo indicado en los manuales técnicos de los concursos en el marco de la Ley 18.450. Se contrastó el volumen acumulado anual en cada sitio de microtranque y se dividió por la tasa de riego anual descrita anteriormente. Los resultados, de tasas de riego ponderadas y demandas brutas totales se presentan en los Cuadro 4-9 y 4-10.

CUADRO 7-19: TASA DE RIEGO PONDERADA
SITUACIÓN CON PROYECTO

N°	Proyecto	Tasa de Riego Ponderada (m3/ha/mes)													Prom. Dic-Feb	
		Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Total	m3/ha/mes	L/s/ha
1	LON-01	587	0	0	0	0	99	667	1.588	2.453	2.965	2.576	1.803	12.738	2.665	1,028
2	LON-04	131	0	0	0	0	0	515	1.533	2.266	2.758	2.192	1.388	10.783	2.405	0,928
3	LON-05	129	0	0	0	0	0	519	1.500	2.174	2.811	2.081	1.114	10.327	2.355	0,909
4	LON-08	283	0	0	0	0	0	524	1.584	2.343	3.037	2.451	1.581	11.804	2.611	1,007
5	LON-09	339	0	0	0	0	0	637	1.700	2.493	3.186	2.514	1.570	12.440	2.731	1,054
6	LON-10	684	0	0	0	0	0	1.045	2.297	3.134	3.808	3.193	2.202	16.362	3.378	1,303
7	LON-13	99	0	0	0	0	0	371	1.190	2.039	2.822	2.174	1.143	9.838	2.345	0,905
8	LON-14	339	0	0	0	0	0	637	1.700	2.493	3.186	2.514	1.570	12.440	2.731	1,054
9	LON-19	13	0	0	0	0	0	407	1.900	2.908	4.470	2.892	1.147	13.736	3.423	1,321
10	LON-20	115	0	0	0	0	45	413	1.380	2.082	2.878	2.194	1.180	10.288	2.385	0,920
11	LON-22	0	0	0	0	0	56	721	2.176	3.292	5.022	3.258	1.255	15.779	3.857	1,488
12	LON-23	0	0	0	0	0	51	366	1.606	2.440	3.117	2.779	1.817	12.175	2.779	1,072
13	LON-26	535	0	0	0	0	0	885	2.090	2.981	3.618	3.041	2.084	15.234	3.214	1,240
14	LON-29	587	0	0	0	0	99	667	1.588	2.453	2.965	2.576	1.803	12.738	2.665	1,028

CUADRO 7-19: TASA DE RIEGO PONDERADA
SITUACIÓN CON PROYECTO

N°	Proyecto	Tasa de Riego Ponderada (m3/ha/mes)													Prom. Dic-Feb	
		Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Total	m3/ha/mes	L/s/ha
15	PAR-01	599	0	0	0	0	0	846	2.039	2.960	3.830	3.090	1.994	15.358	3.293	1,271
16	PAR-02	481	0	0	0	0	0	833	1.921	2.728	3.391	2.736	1.720	13.810	2.952	1,139
17	PAR-03	106	0	0	0	0	0	368	1.295	2.098	2.423	1.804	1.107	9.201	2.108	0,813
18	PAR-04	614	0	0	0	0	0	910	2.134	3.031	3.885	3.091	1.963	15.628	3.336	1,287
19	PAR-06	96	0	0	0	0	0	547	1.369	1.837	2.217	1.842	1.104	9.011	1.965	0,758
20	PAR-07	427	0	0	0	0	0	862	2.077	2.903	3.498	2.866	1.986	14.618	3.089	1,192
21	RET-01	221	0	0	0	0	0	521	1.484	2.208	2.603	2.208	1.547	10.790	2.339	0,903
22	RET-02	997	0	0	0	0	312	1.182	2.345	3.279	4.076	3.416	2.251	17.858	3.590	1,385
23	RET-05	188	0	0	0	0	0	589	1.532	2.526	2.977	2.421	1.567	11.800	2.642	1,019
24	RET-07	377	0	0	0	0	0	722	1.837	2.647	3.401	2.652	1.627	13.262	2.900	1,119
25	RET-08	853	0	0	0	0	0	1.196	2.535	3.461	4.222	3.576	2.499	18.341	3.753	1,448
26	RET-11	191	0	0	0	0	93	553	1.578	2.300	2.707	2.355	1.565	11.341	2.454	0,947
27	RET-15	158	0	0	0	0	47	1.714	2.584	3.270	3.786	3.081	1.676	16.317	3.379	1,304
28	RET-16	432	0	0	0	0	0	690	1.771	2.651	3.378	2.586	1.594	13.103	2.872	1,108
29	RET-19	266	0	0	0	0	64	550	1.630	2.471	3.181	2.604	1.654	12.420	2.752	1,062
30	RET-20	702	0	0	0	0	53	610	1.516	2.374	2.866	2.571	1.943	12.635	2.604	1,005

Fuente: Elaboración propia.

CUADRO 7-20: DEMANDAS BRUTAS TOTALES SUPERFICIE RIEGO SEGURO
SITUACIÓN CON PROYECTO

N°	Proyecto	Sup. Regada (ha)	Demandas Brutas (m3/mes)												
			Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Total
1	LON-01	194,6	114.265	0	0	0	0	19.211	129.836	309.102	477.399	577.115	501.457	350.940	2.479.326
2	LON-04	3,4	442	0	0	0	0	0	1.731	5.156	7.623	9.278	7.372	4.669	36.272
3	LON-05	15,4	1.988	0	0	0	0	0	7.965	23.038	33.393	43.176	31.963	17.119	158.642
4	LON-08	51,1	14.444	0	0	0	0	0	26.769	80.951	119.741	155.213	125.236	80.811	603.164
5	LON-09	112,4	38.137	0	0	0	0	0	71.573	191.029	280.123	357.965	282.404	176.440	1.397.670
6	LON-10	3,5	2.369	0	0	0	0	0	3.619	7.959	10.856	13.191	11.063	7.630	56.687
7	LON-13	1,9	185	0	0	0	0	0	691	2.215	3.798	5.255	4.049	2.129	18.322
8	LON-14	237,9	80.766	0	0	0	0	0	151.575	404.558	593.239	758.091	598.069	373.662	2.959.963
9	LON-19	4,4	57	0	0	0	0	0	1.810	8.453	12.938	19.887	12.869	5.103	61.118
10	LON-20	6,5	745	0	0	0	0	294	2.676	8.951	13.506	18.665	14.233	7.656	66.727
11	LON-22	8,6	0	0	0	0	0	482	6.195	18.700	28.292	43.162	28.003	10.788	135.622
12	LON-23	6,6	0	0	0	0	0	335	2.404	10.558	16.041	20.486	18.268	11.941	80.033
13	LON-26	3,2	1.728	0	0	0	0	0	2.863	6.757	9.639	11.698	9.833	6.738	49.255
14	LON-29	149,1	87.505	0	0	0	0	14.712	99.429	236.712	365.596	441.958	384.019	268.752	1.898.684
15	PAR-01	5,3	3.153	0	0	0	0	0	4.455	10.736	15.585	20.167	16.268	10.499	80.863
16	PAR-02	4,0	1.933	0	0	0	0	0	3.351	7.728	10.977	13.644	11.006	6.921	55.561
17	PAR-03	2,7	288	0	0	0	0	0	1.001	3.519	5.704	6.587	4.903	3.009	25.012
18	PAR-04	3,8	2.333	0	0	0	0	0	3.456	8.108	11.514	14.758	11.743	7.455	59.366
19	PAR-06	4,9	473	0	0	0	0	0	2.694	6.743	9.050	10.920	9.074	5.438	44.391
20	PAR-07	1,1	464	0	0	0	0	0	936	2.257	3.155	3.801	3.115	2.158	15.887

CUADRO 7-20: DEMANDAS BRUTAS TOTALES SUPERFICIE RIEGO SEGURO SITUACIÓN CON PROYECTO

N°	Proyecto	Sup. Regada (ha)	Demandas Brutas (m3/mes)												
			Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Total
21	RET-01	63,0	13.883	0	0	0	0	0	32.772	93.437	138.991	163.861	139.022	97.372	679.339
22	RET-02	28,2	28.167	0	0	0	0	8.817	33.395	66.221	92.600	115.130	96.467	63.561	504.359
23	RET-05	264,2	49.544	0	0	0	0	0	155.701	404.850	667.554	786.671	639.716	414.032	3.118.068
24	RET-07	9,0	3.407	0	0	0	0	0	6.527	16.610	23.936	30.758	23.982	14.711	119.930
25	RET-08	3,4	2.935	0	0	0	0	0	4.115	8.723	11.907	14.527	12.303	8.599	63.109
26	RET-11	10,7	2.048	0	0	0	0	992	5.918	16.896	24.629	28.988	25.219	16.755	121.445
27	RET-15	31,3	4.937	0	0	0	0	1.470	53.629	80.841	102.310	118.453	96.403	52.447	510.490
28	RET-16	0,3	135	0	0	0	0	0	215	551	825	1.051	805	496	4.077
29	RET-19	58,0	15.420	0	0	0	0	3.725	31.931	94.551	143.364	184.566	151.057	95.944	720.558
30	RET-20	293,8	206.263	0	0	0	0	15.543	179.320	445.493	697.621	842.211	755.269	570.808	3.712.528

Fuente: Elaboración propia.

8. ANTECEDENTES LEGALES Y ADMINISTRATIVOS

8.1. Introducción

El trabajo desarrollado en este Estudio, tuvo como finalidad generar perfiles de proyecto que posteriormente puedan ser postulados a financiamiento a través de la Ley 18.450, por lo cual, el análisis de antecedentes legales se realizó teniendo como base la información detallada en el documento oficial emitido por la CNR con fecha 8 de octubre de 2019 "Manual Legal – Administrativo de los concursos de la Ley N° 18.450 de Fomento a la Inversión Privada en obras de riego y drenaje" vigente a la fecha (de aquí en adelante, el Manual), para cada tipo de proyecto y/o tipo de usuario.

Según lo que se presenta en el Manual[14], es posible diferenciar entre dos tipos de antecedentes documentales que cada beneficiario debe presentar al momento de postular a un concurso de la Ley 18.450, los que se pueden clasificar como: documentos legales (requisitos que el usuario debe cumplir como base para la postulación) y antecedentes propios de la postulación (formularios, declaraciones y otros documentos elaborados específicamente para el momento de la postulación).

En el presente apartado, se presenta el trabajo realizado para la revisión y recopilación de ambos tipos de antecedentes para los proyectos seleccionados.

8.2. Metodología General

Para determinar los sitios seleccionados, se solicitaron los antecedentes relacionados con la propiedad del terreno en donde se ubicaría el proyecto y de los derechos de aprovechamiento de agua que se utilizarán para abastecer el proyecto. Dependiendo de si el proyecto es individual o comunitario la solicitud de documentos realizada fue:

- Proyectos Individuales:
- Copia del documento en que se acredite la propiedad del terreno.
- Documento en que se acredite la inscripción de aguas. A partir de este documento se obtendrá posteriormente el documento vigente del CBR que corresponda.

[14] "Manual Legal – Administrativo de los concursos de la Ley N° 18.450 de Fomento a la Inversión Privada en obras de riego y drenaje" documento oficial emitido por la CNR con fecha 8 de octubre de 2019.

- Proyectos OUA:
- Copia del documento en que se acredite la propiedad del terreno.
- Comunidades de Agua: Copia de la inscripción de la comunidad de aguas, con el listado de beneficiarios y las acciones que cada uno de ellos posee y que forman parte del proyecto. En esta etapa (desarrollo de un perfil de proyecto) este documento se considera medio de verificación suficiente. Al momento de presentar el perfil a un concurso de la Ley 18.450, cada beneficiario deberá acreditar la posesión de sus derechos de agua.
- Proyectos Colectivos
- Copia del documento en que se acredite la propiedad del terreno.
- Grupos de personas: en estos casos se solicitó acreditar los derechos de agua de cada uno de los potenciales beneficiarios de la obra.
- Sucesiones: se solicita la posesión efectiva en que se acredite la tenencia de tierra y agua, la conformación de la sucesión y su representación legal.

Una vez obtenidos los antecedentes, fueron revisados siguiendo las indicaciones del Manual, y aquellos casos en que el nivel actual de regularización de la documentación permita la viabilidad futura de la ejecución de las obras, fueron indicados como sitios seleccionables.

En este apartado se presentan los avances y resultados de la revisión de antecedentes legales y recopilación de antecedentes administrativos de cada proyecto, los cuales forman parte de las carpetas entregadas a los beneficiarios y que se presentan en la Carpeta 3, denominada "Perfiles de Proyectos".

8.3. Solicitudes o traslados de derechos de agua

Según lo indicado en los Términos de Referencia (en el punto 7.6.4), en función de los antecedentes legales recopilados, se debiese proceder con la solicitud de derechos de agua o del traslado de los derechos existentes necesarios para abastecer los proyectos.

En cuanto a este punto, no existe necesidad de solicitar traslado de derechos de aprovechamiento ni solicitud de nuevos derechos, pero existen 5 casos en que se requiere realizar algún tipo de tramitación adicional. En uno de los casos, LON-14 se encuentra pendiente la inscripción de la comunidad de aguas en el CBR; en los sitios PAR-02 y PAR-07 se requiere realizar regularizaciones de los derechos según las disposiciones del artículo 2º transitorio del Código de Aguas y en los dos sitios

restantes, PAR-03 y RET-02 la regularización de los derechos sería al amparo del artículo 5° transitorio del Código de Aguas.

El **artículo 2° transitorio** del Código de Aguas contempla un tipo de regularización de derechos de aprovechamiento de aguas correspondiente a usos, de hecho, de las aguas, a contar desde cinco años antes de la entrada en vigencia del Código (octubre de 1981). Los requisitos de procedencia de este tipo de regularización son haber hecho un uso de las aguas sin clandestinidad (ocultamiento) ni violencia, y sin reconocer dominio ajeno, por ese lapso mínimo de cinco años.

La solicitud se presenta ante la DGA, iniciando una fase de procedimiento administrativo, con publicaciones, posibilidad de oposiciones de terceros, hasta llegar a una visita a terreno, tras la cual se emite un Informe Técnico y luego concluye con un Oficio Ordinario en que el Director Regional de Aguas remite todos los antecedentes al Juez Civil de la jurisdicción, ante el cual se sigue un juicio sumario de regularización de derecho de aprovechamiento de aguas. Así, se abre una fase o etapa judicial, en que se discutirá la procedencia o no de la regularización, sirviendo como antecedentes básicos el Oficio Ordinario del Director Regional de Aguas, pero con un período de prueba donde dicho informe, si es negativo, puede se rebatido, con testigos e informe de peritos, fundamentalmente.

El proceso concluye con la sentencia del Juez que, de ser favorable, se inscribe en el Registro de Propiedad de Aguas del Conservador de Bienes Raíces correspondiente.

Por otra parte, el **artículo 5° transitorio** Código de Aguas está destinado a la regularización de derechos de aprovechamiento de aguas que fueron parte del proceso de Reforma Agraria que vivió el país entre fines de los años 60 y principios de los 70.

Este procedimiento se estableció para la determinación e inscripción de derechos de aprovechamiento de aguas provenientes de predios expropiados total o parcialmente o adquiridos a cualquier título por aplicación de las Leyes números 15.020 y 16.640 (de Reforma Agraria). En este caso, el Servicio Agrícola y Ganadero determina, en forma proporcional a la extensión regada, los derechos de aprovechamiento que corresponden a cada predio asignado, a la reserva, a la parte del predio que se hubiere excluido de la expropiación y a la que se hubiere segregado por cualquier causa, cuando ello fuere procedente. Esta determinación de los derechos se efectúa por resolución exenta del Director del Servicio Agrícola y Ganadero, que se publica en extracto en el Diario Oficial y luego se inscribe en el Registro de Propiedad de Aguas del correspondiente Conservador.

Para llegar a la inscripción particular de los derechos de cada propietario, los titulares de los predios comprendidos en la resolución a la que se ha hecho referencia podrán inscribir a su nombre, en

el Registro de Propiedad de Aguas, los derechos de aprovechamiento establecidos para cada predio con la sola presentación de la inscripción de dominio, vigente, de su respectivo inmueble.

8.4. **Antecedentes Legales**

8.4.1. Documentación vigente

Para verificar la información entregada previamente por los postulantes. se realizaron las solicitudes de copias con vigencia, tanto de la propiedad de la tierra como de las inscripciones de derechos de agua, en los CBR correspondientes de Linares y Parral.

Para los sitios seleccionados, se solicitaron las inscripciones de propiedad con vigencia que se presentan en el Cuadro 8-1 y las correspondientes al registro de propiedad de aguas que se pueden revisar en el Cuadro 8-2.

Todos los documentos recibidos desde los correspondientes Conservadores de Bienes Raíces se presentan en el Anexo 8-3 y en las carpetas individuales de los beneficiarios (ubicadas en "3. Perfiles de Proyectos"), en la carpeta Legal - Administrativa.

Del total de inscripciones vigentes de derechos de aprovechamiento de aguas, solamente 3 se encuentran en el Catastro Público de la DGA, lo que significa que la mayor parte de los beneficiarios nunca terminaron el trámite de inscripción. En el documento que acompaña los antecedentes legales y administrativos, que se entrega a los beneficiarios, se incorpora la necesidad de realizar este trámite previo a la postulación a financiamiento.

CUADRO 8-1: ANTECEDENTES PROPIEDAD DE LA TIERRA

SITIO	COMUNA	TIPOLOGÍA	ORIGEN	BENEFICIARIO	PROPIETARIO	ROL	CBR	FOJA	NUMERO	AÑO
LON-01	Longaví	Comunitario	Ex - CORA	Comunidad de Aguas Canal Primera Abajo	Comunidad de Aguas Canal Primera Abajo	189-80	Linares	1617	1663	1981
LON-04	Longaví	Colectivo	Interés personal	Cipriano Cerda y Carmen Cerda	Cipriano Cerda Espinoza	202-87	Linares	146	148	1981
LON-05	Longaví	Individual	Interés personal	Rodolfo Batarce	Rodolfo Batarce	197-792	Linares	1964	2438	2004
LON-08 (*)	Longaví	Comunitario	Interés Comunitario	Compuerta Cartagena	Juan Aravena	197-183	Linares	1565	1565	1975
LON-09	Longaví	Comunitario	Interés Comunitario	Canal Meladito 2	Sebastián Urrutia	197-212	Linares	1583	1583	1975
					Rodolfo Araya		Linares	2514	3130	2005
LON-10	Longaví	Individual	Interés personal	Ãngel Yáñez	Ãngel Yáñez	202-286	Linares	3906v	6496	2018
LON-13	Longaví	Individual	Interés personal	Luis Espinoza	Luis Espinoza	306-784	Linares	3114v	5263	2016
						197-232	Linares	3115v	5264	2016
LON-14	Longaví	Comunitario	Ex - CORA	Comunidad Quinta Alto A	Comunidad Quinta Alto A	(**)	Linares	TRANQUE CORA		
LON-19	Longaví	Individual	Interés personal	Demesio Villalobos	Demesio Villalobos	189-258	Linares	2117v	2663	2004
							Linares	3430	1559	2004
LON-20	Longaví	Individual	Interés personal	Manuel Zenteno	Manuel Zenteno	189-82	Linares	383	462	1995
							Linares	139	187	1989
LON-22	Longaví	Colectivo	Interés personal	Regina Villalobos y Otros	Regina Villalobos y Otros	189-205	Linares	992	1529	2011
LON-23	Longaví	Colectivo	Interés personal	Sucesión Avaria Molina	Sucesión Avaria Molina	189-218	Linares	1673v	2851	2015
LON-26	Longaví	Individual	Interés personal	Sergio Hernández	Sergio Hernández	312-43	Linares	523v	846	2011
LON-29	Longaví	Comunitario	Ex - CORA	Comunidad de Aguas Canal Primera Abajo	Comunidad de Aguas Canal Primera Abajo	189-80	Linares	1617	1663	1981
PAR-01	Parral	Individual	Interés personal	Magda Fuentes	Magda Fuentes	732-235	Parral	1534	730	2017
PAR-02	Parral	Individual	Interés personal	Exequias Romero	Exequias Romero	731-59	Parral	450	280	2000
PAR-03	Parral	Individual	Interés personal	Sociedad Agrícola San Alberto	Luis Alcaino	419-487	Parral	2583	1469	2011
PAR-04	Parral	Individual	Interés personal	María Fuentes	María Fuentes	418-294	Parral	4499	1438	2005
PAR-06 (*)	Parral	Colectivo	Interés personal	Raquel Retamal y otros	Ãngel Iglesias	732-67	Parral	2261	384	1977
PAR-07	Parral	Individual	Interés personal	Patti English	Patti English	528-26	Parral	1033	678	1984
RET-01	Retiro	Individual	Interés personal	Gloria Pedreros	Gloria Pedreros	451-58	Parral	585	371	1998
RET-02	Retiro	Individual	Interés personal	Humberto Romero	Humberto Romero	460-300	Parral	2352	403	1977
RET-05	Retiro	Individual	Interés personal	Agrícola Araucaria Ltda.	Agrícola Araucaria Ltda.	499-279	Parral	87	59	2003
RET-07	Retiro	Individual	Interés personal	René López	René López	451-151	Parral	184	83	1994
RET-08	Retiro	Individual	Interés personal	Juan Escobar	Juan Escobar	421-364	Parral	6820	3135	2013
RET-11	Retiro	Colectivo	Interés personal	Sucesión Vallejos Aravena	Sucesión Vallejos Aravena	460-293	Parral	2128	1297	1999
								184	83	1994
RET-15	Retiro	Individual	Interés personal	Guillermo Ibáñez	Guillermo Ibáñez	491-19	Parral	1211	386	2016
RET-16 (*)	Retiro	Individual	Interés personal	Juana Jara	Juana Jara	423-512	Parral	2465	1318	2019
RET-19	Retiro	Colectivo	Interés personal	Nibaldo Corvalán y Exequiel Lillo	Nibaldo Corvalán	460-19	Parral	219	128	2017
RET-20	Retiro	Comunitario	Ex - CORA	Comunidad de Aguas Canal Maitenes	Comunidad de Aguas Canal El Carmen	(*)	Parral	TRANQUE CORA		

(*) En estos casos, durante el transcurso de la etapa, los beneficiarios desisten de continuar participando en el estudio. Como respaldo de esto, en ambos casos firmaron una carta de desistimiento que se presenta en la carpeta correspondiente a cada proyecto..

(**) Esto se detalla en la explicación de cada caso en el punto 8.4.2.

Fuente: Elaboración propia.

CUADRO 8-2: DERECHOS DE APROVECHAMIENTO ASOCIADOS A CADA PROYECTO.

SITIO	TIPOLOGÍA	ORIGEN INICIATIVA	TIPO DE OBRA	N° DE BENEF.	BENEFICIARIO (S)	PRESENTARÍA PROYECTO	DAA	INSCRIPCIÓN				DETALLE INSCRIPCIÓN
								CBR	FJS	N°	AÑO	
LON-01	Comunitario	Ex - CORA	Rehabilitación	400	Comunidad de Aguas Canal Primera Abajo	Comunidad de Aguas Canal Primera Abajo	1.058,27 acciones Del Río Longaví	Linares	91	187	2009	Inscripción en Registro de Propiedad de Aguas
LON-04	Colectivo	Interés personal	Construcción	3	Cipriano Cerda e hijos	Cipriano Cerda e hijos	Acciones de Cipriano Cerda 0,415. Acciones de Carmen y José Cerda, 3,761 acciones todas del Canal La Sexta o El Tránsito, Río Longaví.	Linares	424	811	1988	Inscripción en Registro de Propiedad de Aguas. Se presentan las transferencias indicadas en las notas marginales.
									1075	1922	2013	
LON-05	Individual	Interés personal	Construcción	1	Rodolfo Batarce	Rodolfo Batarce	6,816 acciones del río Longaví Canal La Tercera y 15 l/s del Canal Longaví derivado del río Melado	Linares	233v	334	2004	Inscripción en Registro de Propiedad de Aguas
LON-08 (*)	Comunitario	Interés comunitario	Construcción	70	Compuerta Cartagena	Asociación Canal Melado	6,014 (No Marcados) de 25,045 Regueros Total Compuerta 31 Cartagena	Linares	23v	5	1956	Considerando que el proyecto será presentado por la Asociación de Canalistas Canal Melado, la inscripción corresponde a dicha organización. Se presenta una copia y fue solicitada una copia vigente en el CBR correspondiente.
LON-09	Comunitario	Interés Comunitario	Rehabilitación	86	Canal Meladito 2	Asociación Canal Melado	13,833 regueros Total Compuerta 33 Canal Meladito N°2, Marcados en Lista 5,5762 regueros	Linares	23v	5	1956	Considerando que el proyecto será presentado por la Asociación de Canalistas Canal Melado, la inscripción corresponde a dicha organización. Se presenta una copia y fue solicitada una copia vigente en el CBR correspondiente.
LON-10	Individual	Interés personal	Construcción	1	Ãngel Yáñez	Ãngel Yáñez	5,44 acciones Canal Quinta Alto A. Rio Longaví	Linares	584v	1195	1988	Inscripción en Registro de Propiedad de Aguas
LON-13	Individual	Interés personal	Construcción	1	Luis Espinoza	Luis Espinoza	2,03 acciones Canal Quinta Alto B Longaví	Linares	762	1347	2016	Inscripción en Registro de Propiedad de Aguas
LON-14	Comunitario	Ex - CORA	Rehabilitación	70	Comunidad de Aguas Canal Quinta Alto A	Comunidad de Aguas Canal Quinta Alto A	1.224,201 acciones Canal Quinta Alto A					Esta comunidad no se encuentra inscrita en el CBR, se detalla situación en el punto 8.4.2.
LON-19	Individual	Interés personal	Construcción	1	Demesio Villalobos	Demesio Villalobos	7,080 acciones Canal Primera Abajo	Linares	256	369	2004	Inscripción en Registro de Propiedad de Aguas
LON-20	Individual	Interés personal	Construcción	1	Manuel Zenteno	Manuel Zenteno	7,19 acciones Canal Primera Abajo (acciones parcela)	Linares	383	462	1995	Inscripción en Registro de Propiedad de Aguas. Se presentan documentos de transferencia (se transfirió el sitio con tierra y agua)
LON-22	Individual	Interés personal	Construcción	1	Regina Villalobos y Otros	Regina Villalobos y Otros	15,41 acciones Canal Primera Abajo	Linares	192v	370	2011	Inscripción en Registro de Propiedad de Aguas
								Linares	192	369	2011	Inscripción en Registro de Propiedad de Aguas
LON-23	Colectivo	Interés personal	Construcción	6	Sucesión Avaria Molina	Sucesión Avaria Molina	8,49 acciones Canal Primera Abajo	Linares	321	633	2015	Inscripción en Registro de Propiedad de Aguas
LON-26	Individual	Interés personal	Construcción	6	Sergio Hernández Muñoz	Sergio Hernández	5,8375 (l/s) Canal La Cuarta o Chivato	Linares	112	223	2011	Inscripción en Registro de Propiedad de Aguas
LON-29	Comunitario	Ex - CORA	Rehabilitación	150	Comunidad de Aguas Canal Primera Abajo	Comunidad de Aguas Canal Primera Abajo	1.058,27 acciones Del Río Longaví	Linares	91	187	2009	Inscripción en Registro de Propiedad de Aguas
PAR-01	Individual	Interés personal	Construcción	1	Magda Fuentes	Magda Fuentes	8,06 acciones Canal Porvenir, Río Longaví	Parral	83	67	2007	Inscripción en Registro de Propiedad de Aguas
PAR-02	Individual	Interés personal	Construcción	1	Exequias Romero	Exequias Romero	5,52 (l/s) Canal Municipal, Río Longaví	Parral	En proceso de regularización			En proceso de regularización. Expediente DGA NR-0703-1752
PAR-03	Individual	Interés personal	Ampliación	1	Sociedad Agrícola San Alberto	Sociedad Agrícola San Alberto	21,46 acciones Canal Municipal Río Longaví	Parral	Repertorio 1646/2011 Notaría			Escritura de compraventa en que se incluye tierra y agua detallada. Pendiente trámite de inscripción en Registro de Propiedad de Aguas. se detalla situación en el punto 8.4.2.

CUADRO 8-2: DERECHOS DE APROVECHAMIENTO ASOCIADOS A CADA PROYECTO.

SITIO	TIPOLOGÍA	ORIGEN INICIATIVA	TIPO DE OBRA	N° DE BENEF.	BENEFICIARIO (S)	PRESENTARÍA PROYECTO	DAA	INSCRIPCIÓN				DETALLE INSCRIPCIÓN
								CBR	FJS	N°	AÑO	
PAR-04	Individual	Interés personal	Construcción	1	María Fuentes	María Fuentes	4,13 acciones Canal Villa Rosa y 1,76 acciones Canal Porvenir, ambos del Río Longaví.	Parral	222	119	1991	Inscripción en Registro de Propiedad de Aguas
PAR-06 (*)	Colectivo	Interés personal	Construcción	2	Ángel Iglesias y Raquel Retamal	Ángel Iglesias y Raquel Retamal	4,5 acciones Canal Porvenir Río Longaví	Parral	92	49	1991	Inscripción en Registro de Propiedad de Aguas
									14	10	2015	Se cuenta con vigencia de Inscripción en el Registro de Aguas de los derechos que arrienda la Sra. Raquel Retamal, ya se encuentran solicitados. El arriendo de estos derechos deberá ser inscrito en el CBR de Parral. Este caso se encuentra detenido, se detalla en el punto 8.4.2
PAR-07	Individual	Interés personal	Rehabilitación	1	Patti English	Patti English	15 acciones por Turno De 24 Horas cada 6 días	Parral	Pendiente regularización			No cuenta con inscripción individual de aguas, se iniciará proceso. Se detalla en el punto 8.4.2
RET-01	Individual	Interés personal	Rehabilitación	1	Gloria Pedreros	Gloria Pedreros	53,7 acciones Canal Maitenes, Río Longaví	Parral	97	67	1998	Inscripción en Registro de Propiedad de Aguas
RET-02	Individual	Interés personal	Rehabilitación	1	Humberto Romero	Humberto Romero	La parcela N°1 tiene asignadas 4,76 acciones del Canal Rosas 3,17 acciones del Canal Cuñao (ambas permanentes) y 14,29 (l/s) eventuales del Canal Cuñao	Parral	Pendiente Inscripción Asignación SAG			Este derecho está asociado a una asignación de aguas del SAG, el cual ha sido solicitado a dicha institución y será facilitado al beneficiario para que realice la correcta inscripción. Se detalla en el punto 8.4.2
RET-05	Individual	Interés personal	Rehabilitación	1	Agrícola Araucaria Ltda.	Agrícola Araucaria Ltda.	31,6775 acciones. Canal San Nicolás Y 18,16 Acciones Canal Remulcao.	Parral	636	421	2016	Inscripción en Registro de Propiedad de Aguas. En este título se presenta una transferencia parcial de 1 acción. Descontada del total y documentación incorporada.
									307	244	2004	Inscripción en Registro de Propiedad de Aguas
									217	178	2003	Inscripción en Registro de Propiedad de Aguas
									431	306	2009	Inscripción en Registro de Propiedad de Aguas
									638	422	2016	Inscripción en Registro de Propiedad de Aguas
									2160	757	2004	Inscripción en Registro de Propiedad de Aguas
RET-07	Individual	Interés personal	Construcción	1	René López	René López	18,285 l/s permanentes y continuos y 2,068 l/s eventuales y continuos Canal Retiro	Parral	188	99	1989	Inscripción en Registro de Propiedad de Aguas
RET-08	Individual	Interés personal	Construcción	1	Juan Escobar	Juan Escobar	6,002 acciones Canal Retiro Río Longaví; 0,850 l/s eventuales Canal Retiro.	Parral	870	632	2013	Inscripción en Registro de Propiedad de Aguas
RET-11	Colectivo	Interés personal	Construcción	9	Sucesión Vallejos Aravena	Sucesión Vallejos Aravena	5,71 acciones Canal Rosas, 3,81 acciones Canal Cuñao y 17,13 (l/s) Canal Cuñao.	Parral	322	205	1986	Inscripción en Registro de Propiedad de Aguas
RET-15	Individual	Interés personal	Construcción	1	Guillermo Ibáñez Vidal	Guillermo Ibáñez Vidal	149,5 acciones del Canal Digua.	Parral	88	59	2016	Inscripción en Registro de Propiedad de Aguas
RET-16 (*)	Individual	Interés personal	Construcción	1	Juana Jara	Juana Jara	0,397 acciones Canal Robles Nuevos, 0,315 Canal Quillaimo, 1,546 (l/s) derecho eventual canal Robles Nuevos (Todos del Río Longaví).	Parral	522	366	2019	Inscripción en Registro de Propiedad de Aguas
RET-19	Colectivo	Interés personal	Rehabilitación	4	Nibaldo Corvalán y Exequiel Lillo	Nibaldo Corvalán y Exequiel Lillo	29,83 acciones Canal El Carmen	Parral	40	24	2017	Inscripción en Registro de Propiedad de Aguas
									591	390	2016	Inscripción en Registro de Propiedad de Aguas
									120	96	2015	Inscripción en Registro de Propiedad de Aguas
									563	371	2016	Inscripción en Registro de Propiedad de Aguas
RET-20	Comunitario	CORA	Ampliación	25	Comunidad de Aguas Canal Maitenes	Comunidad de Aguas Canal El Carmen	87,36 acciones Canal El Carmen	Parral	774	507	2016	Inscripción en Registro de Propiedad de Aguas

(*) En estos casos, durante el transcurso de la etapa, los beneficiarios desisten de continuar participando en el estudio. Como respaldo de esto, en ambos casos firmaron una carta de desistimiento que se presenta en la carpeta correspondiente a cada proyecto.

Fuente: Elaboración propia.

8.4.2. Situación legal de cada sitio

Durante el proceso de elaboración del estudio, se han detectado detalles en algunos de los sitios, que tienen relación tanto con la obtención de los documentos solicitados en este tiempo como en lo que se refiere a una futura postulación a concurso de financiamiento de la Ley 18.450.

En los párrafos siguientes, se detalla la situación para cada uno de los sitios que tienen sus derechos de agua regularizados y posteriormente los casos que se encuentran en proceso de regularización.

- LON-01: en este caso, el beneficiario corresponde a la Comunidad de Aguas Primera Abajo, que cuenta con su correspondiente inscripción en el CBR y en los registros de la DGA. Respecto de la propiedad de la tierra, el tranque a mejorar corresponde a un tranque ex – CORA, por lo que – aunque se cuenta con un documento de dominio vigente – al momento de postular la comunidad deberá realizar la declaración respecto de la administración del tranque como lo señala el Manual.

- LON-04: corresponde a un proyecto colectivo, en que los beneficiarios son el Sr. Cipriano Cerda y dos hijos. Se cuenta con el dominio vigente del terreno donde se proponen las obras – de propiedad de don Cipriano – y de la propiedad de las aguas, que corresponden a don Cipriano y a sus dos hijos, a quienes les realizó una transferencia.

- LON-05: este proyecto beneficiaría al Sr. Rodolfo Batarce, único propietario del terreno, del que se cuenta con el certificado de dominio vigente, al igual que con las aguas que le pertenecen y que se utilizarían para el tranque propuesto.

- LON-08: este proyecto corresponde a una comunidad de aguas que no se encuentra constituida, la Comunidad de la Compuerta Cartagena, perteneciente a la Asociación de Canalistas Canal Melado, quienes aceptaron apoyar a la comunidad y presentar el proyecto por ellos al momento de la postulación, para lo cual han hecho llegar la documentación que corresponde a la inscripción de la organización en el CBR, y han informado que los estatutos se encuentran actualmente en modificación, aprobados por la DGA, registrados y en etapa de actualización del documento final, que será entregado una vez terminado el proceso. Además, entregaron el certificado de vigencia de la inscripción de la organización en la DGA. En cuanto al terreno donde se ubicarían las obras, este pertenece a un particular, que en primera instancia manifestó su voluntad de arrendar los terrenos a la comunidad, hecho del cual desistió durante el desarrollo de la

Etapa 5 el Estudio. En la carpeta administrativa correspondiente a este proyecto, se incluye la carta de desistimiento de arriendo firmada por el propietario del terreno.

- LON-09: este proyecto corresponde a una comunidad de aguas que no se encuentra constituida, la Comunidad del Canal Meladito 2, perteneciente a la Asociación de Canalistas Canal Melado, , quienes aceptaron apoyar a la comunidad y presentar el proyecto por ellos al momento de la postulación, para lo cual han hecho llegar la documentación que corresponde a la inscripción de la organización en el CBR, y han informado que los estatutos se encuentran actualmente en modificación, aprobados por la DGA, registrados y en etapa de actualización del documento final, que será entregado una vez terminado el proceso. Además, entregaron el certificado de vigencia de la inscripción de la organización en la DGA. En el caso del terreno en el que se proponen las obras pertenece a dos personas particulares, que ya conversó con los interesados la posibilidad de arrendar y puesto que la formalización de este arriendo debería realizarse al momento de postular a concurso, se presenta un compromiso de arrendamiento firmadas por cada uno de los propietarios.

- LON-10: el beneficiario de este proyecto es el Sr. Ángel Yáñez, quien es el propietario del terreno y las aguas involucradas en el proyecto, ambas cosas acreditadas con los correspondientes certificados de vigencia.

- LON-13: el beneficiario de este proyecto es el Sr. Luis Espinoza, quien es el propietario del terreno y las aguas involucradas en el proyecto, ambas cosas acreditadas con los correspondientes certificados de vigencia.

- LON-19: el beneficiario de este proyecto es el Sr. Demesio Villalobos, quien es el propietario del terreno y las aguas involucradas en el proyecto, ambas cosas acreditadas con los correspondientes certificados de vigencia.

- LON-20: el beneficiario de este proyecto es el Sr. Manuel Zenteno, quien es el propietario del terreno y las aguas involucradas en el proyecto, ambas cosas acreditadas con los correspondientes certificados de vigencia, además de los documentos que aclaran las transferencias realizadas.

- LON-22: este proyecto beneficiaría a la Sucesión Regina Villalobos y Otros, quienes han acreditado la propiedad de la tierra y las aguas involucradas en el proyecto. Se cuenta con los dominios vigentes en ambos casos.

- LON-23: este proyecto beneficiaría a la Sucesión Avaria Molina, quienes han acreditado la propiedad de la tierra y las aguas involucradas en el proyecto. Se cuenta con los dominios

vigentes en ambos casos. Durante los días previos a la entrega de este informe, la familia informó por parte del representante de la sucesión, del fallecimiento de una de sus hermanas (miembro de la sucesión). En este caso, sigue el interés por dar continuidad a este proceso, pero se requerirá más tiempo para poder actualizar la documentación, por lo que Se adjunta en la carpeta correspondiente al proyecto, una carta manifestando el compromiso de continuar con los trámites correspondientes.

- LON-26: el beneficiario de este proyecto es el Sr. Sergio Hernández, quien es el propietario del terreno y las aguas involucradas en el proyecto, ambas cosas acreditadas con los correspondientes certificados de vigencia. Originalmente esto correspondía a una postulación colectiva, del Sr. Hernández en conjunto con sus hermanas, sin embargo, por diferencias internas se decidió continuar como un proyecto individual, considerando que el Sr. Hernández es el dueño de la tierra donde se ubicarían las obras y sus derechos de agua son suficientes para abastecer el proyecto.

- LON-29: en este caso, el beneficiario corresponde a la Comunidad de Aguas Primera Abajo, que cuenta con su correspondiente inscripción en el CBR y en los registros de la DGA. Respecto de la propiedad de la tierra, el tranque a mejorar corresponde a un tranque ex – CORA, por lo que – aunque se cuenta con un documento de dominio vigente – al momento de postular la comunidad deberá realizar la declaración respecto de la administración del tranque como lo señala el Manual.

- PAR-01: la beneficiaria de este proyecto es doña Magda Fuentes, quien es propietaria del terreno y las aguas involucradas en el proyecto, ambas cosas acreditadas con los correspondientes certificados de vigencia.

- PAR-04: la beneficiaria de este proyecto es doña María Fuentes, quien es propietaria del terreno y las aguas involucradas en el proyecto, ambas cosas acreditadas con los correspondientes certificados de vigencia.

- PAR-06: en este caso el proyecto tiene dos beneficiarios, Ángel Iglesias y Raquel Retamal, siendo el Sr. Iglesias propietario del terreno y de una parte de las aguas que abastecerían el proyecto, ambas cosas acreditadas con los correspondientes certificados de vigencia. La segunda beneficiaria, la Sra. Raquel Retamal, se presentaba con un arriendo de aguas y tierra a la Sra. María Ortega (propietaria y con documentos vigentes), arriendo que se encontraba pendiente de ser inscrito en el CBR para que se encuentre en regla para la postulación a la Ley. Al contactar a la beneficiaria para proceder con el trámite pendiente, manifiesta problemas familiares que podrían impedir continuar. Frente a este escenario, el consultor buscando las vías necesarias para que los beneficiarios no desistan de participar en el estudio, realizó una visita a fin de conversar con la Sra. Raquel, quien

confirma que la situación familiar le impedirá continuar en el estudio, firmando una carta de desistimiento que se presenta en la carpeta correspondiente.

- RET-01 la beneficiaria de este proyecto es la Sra. Gloria Pedreros, quien es propietaria del terreno y las aguas involucradas en el proyecto, ambas cosas acreditadas con los correspondientes certificados de vigencia.

- RET-05: el beneficiario de este proyecto es la Agrícola Araucaria, representada por el Sr. Jorge Soto, se acreditó la propiedad de la tierra y las aguas involucradas en el proyecto, ambas cosas acreditadas con los correspondientes certificados de vigencia, además de los documentos que aclaran las transferencias realizadas.

- RET-07: el beneficiario de este proyecto es el Sr. René López, quien es el propietario del terreno y las aguas involucradas en el proyecto, ambas cosas acreditadas con los correspondientes certificados de vigencia.

- RET-08: el beneficiario de este proyecto es el Sr. Juan Escobar, quien es el propietario del terreno y las aguas involucradas en el proyecto, ambas cosas acreditadas con los correspondientes certificados de vigencia.

- RET-11: este proyecto beneficiaría a la Sucesión Vallejos Aravena, quienes han acreditado la propiedad de la tierra y las aguas involucradas en el proyecto. Se cuenta con los dominios vigentes en ambos casos.

- RET-15: el beneficiario de este proyecto es el Sr. Guillermo Ibáñez, propietario del terreno y las aguas involucradas en el proyecto, ambas cosas acreditadas con los correspondientes certificados de vigencia.

- RET-16: el beneficiario de este proyecto es la Sra. Juana Jara, propietaria del terreno y las aguas involucradas en el proyecto, ambas cosas acreditadas con los correspondientes certificados de vigencia. Se tomó contacto con la beneficiaria para solicitar los antecedentes administrativos, pero en esta instancia ella explica que, si bien se presenta como única titular del proyecto, tenía como objetivo del proyecto hacer uso de un futuro tranque en conjunto con cuatro de sus vecinos (ya que es la única que tiene toda la documentación en regla) y por eso decidió participar de la iniciativa, apoyada por ellos. A la fecha, sus vecinos desistieron de la idea y la Sra. Jara se encuentra indecisa respecto de continuar con su participación puesto que la obra excedería sus necesidades productivas, por ello no ha entregado documentación administrativa a la fecha de este informe. Se realizó una visita a la beneficiaria, quien confirmó su decisión de dejar de participar del

estudio, mediante la firma de una carta de desistimiento que se presenta en la carpeta del proyecto.

- RET-19: este proyecto es de carácter colectivo, teniendo 2 beneficiarios, el Sr. Nibaldo Corvalán, quien es el propietario del terreno donde se ubica el tranque a mejorar y de una parte de las aguas involucradas en el proyecto, y el Sr. Exequiel Lillo propietario del resto de las aguas. En ambos casos se cuenta con los dominios vigentes de propiedad tanto de tierra como de aguas.

- RET-20*:* Este proyecto beneficiaría a la Comunidad del Canal Los Maitenes; sin embargo, ésta no se encuentra constituida, sino que funciona como parte de la Comunidad de Aguas del Canal El Carmen (es un derivado de este), quienes aceptaron realizar la postulación. Se cuenta con la inscripción vigente de la comunidad en el CBR y respecto de la propiedad de la tierra, se informa por parte de los interesados que el tranque corresponde a un tranque CORA, lo que se verifica revisando los antecedentes del Estudio de Tranques CORA realizado por la CNR. Siendo esto así, la comunidad al momento de presentarse a concurso deberá presentar la declaración jurada según las especificaciones que se indican en el Manual.

En cuanto a los antecedentes legales, específicamente referidos a la acreditación de la propiedad del agua y la tierra, existen 5 casos que se encuentran en proceso de regularización de alguno de sus antecedentes, los que se proceden a detallar:

- LON-14: Este sitio corresponde a la Comunidad de Aguas Quinta Alto A, que se encuentra registrada y reconocida por la DGA, sin embargo, nunca realizaron el trámite de la inscripción en el CBR correspondiente. Como parte del interés de avanzar con el proyecto de mejoramiento de su tranque comunitarios, han iniciado el proceso necesario para poder actualizar su registro de regantes y proceder con la inscripción en el CBR. La comunidad hizo llegar una carta, para dar cuenta de esta situación, la cual se adjunta en la carpeta del proyecto. Con fecha 22 de diciembre de 2020, se toma contacto con la organización e informan que la solicitud de desarchivo de la causa está en el conservador de Linares y el expediente debería estar en el tribunal los próximos días, para solicitar la inscripción en el CBR.

- PAR-02: el beneficiario de este proyecto es don Exequias Romero, quien durante el estudio realizó la solicitud de regularización de sus derechos de aprovechamiento de aguas en conformidad al artículo 2º transitorio del Código de Aguas. El número de expediente en los registros de la DGA, que corresponde al NR-0703-1752., en el cual consta una oposición por parte de la Junta de Vigilancia del Río Longaví (que podría derivar en un

eventual rechazo por parte de la DGA) la cual fue respondida por el abogado con que está trabajando el Sr. Romero (Sr. Juan Vallejos). De la revisión de los antecedentes presentados, la solicitud presentaba errores de forma, asociados a la ubicación del punto de captación de los derechos, lo que derivó en el rechazo de la solicitud por parte de la DGA, notificada al Sr. Juez del Juzgado de Letras de Parral mediante el Ord. D.G.A. Maule N°2236 con fecha 10 de diciembre de 2020 que fue posteriormente a esta fecha cargada al expediente disponible para revisión en la web. Con fecha 22 de diciembre de 2020, el expediente se encuentra en estado "Informada sin sentencia". Se contacta telefónicamente al beneficiario, pero debido a dificultades en la comunicación, al momento de la visita de entrega de las carpetas se recomendará al beneficiario realizar una nueva solicitud, que considere los antecedentes entregados por la DGA para corregir los errores de la primera presentación.

- PAR-03: el beneficiario de este proyecto es la Agrícola San Alberto, representada por el Sr. Luis Alcaíno, quien ha presentado los antecedentes asociados a la compraventa de su propiedad, a partir de la cual inscribió la tierra en el Registro de Propiedad del CBR (a partir de lo cual se cuenta con un dominio vigente), pero no hizo lo correspondiente con el agua, que estaba correctamente detallada en la compraventa. Ya se tomó contacto con el beneficiario quien indicó que su abogado inició el proceso de inscripción de las aguas y que hará llegar dicha información a la brevedad posible. Se recibieron por parte del beneficiario los medios de verificación que se adjuntan en la carpeta administrativa del proyecto, no obstante, estos corresponden a documentos relativos a una solicitud a la DGA para la inscripción de las aguas. Se revisaron nuevamente los antecedentes y estos derechos adquiridos por la Sociedad Agrícola, tienen como origen una asignación del SAG, y en la escritura se indican los datos del registro en el CBR del estudio correspondiente, pero no se mencionan los datos de la inscripción por artículo 5° transitorio de los derechos a nombre de quien se los vendió a la Sociedad Agrícola. Teniendo esto en consideración, y dada la confusión generada por los documentos enviados por el beneficiario como verificación de la inscripción, se toma contacto y se envía vía correo electrónico la consulta, explicando además el proceso a seguir para inscribir esos derechos sin necesidad de hacer una solicitud a la DGA. En este caso, teniendo la inscripción original de los derechos, se podría actualizar o realizar un nuevo documento de compraventa en que quede claramente estipulado el detalle de la inscripción en el CBR de los derechos transados y hecho esto, el nuevo titular podría proceder con la inscripción del derecho de aprovechamiento, para lo cual basta exhibir al Conservador copia autorizada de la nueva escritura pública de compraventa. Con fecha 04/09 se recibe correo electrónico que se adjunta en la carpeta del perfil del proyecto, en que el beneficiario informa que seguirá la sugerencia respecto de la inscripción de sus derechos y que su abogado ha iniciado el

proceso. Con fecha 21 de diciembre de 2020 se intenta contactar telefónicamente al beneficiario para conocer los avances en las gestiones, y al no tener respuesta se envía correo electrónico.

- PAR-07: Los derechos de aprovechamiento asociados a este proyecto, forman parte de la sentencia judicial en que se reconocen los derechos de agua de los regantes que conforman la Comunidad de Aguas Compuerta Nº2 o Canal Las Lomas. En este caso, queda pendiente el paso de la inscripción individual de los derechos de aprovechamiento, por lo cual no se cuenta con una inscripción en el CBR. Se informa a la beneficiaria de que para regularizar estos derechos se requiere no solo la presentación, sino que es un proceso asociado a un juicio de regularización, que excede los plazos, alcance y apoyo que podría prestar este consultor en el proceso. Teniendo esto en consideración, se realizó una visita para conversar sobre una propuesta de acompañamiento en el proceso de regularización del derecho de aprovechamiento, en conformidad al artículo 2º transitorio del Código de Aguas, a lo que la beneficiaria respondió que le urge poder resolver el tema, por lo que cubrirá con recursos propios el proceso. Se tomó contacto con la abogada que asesora a la beneficiaria, Sra. María Paz Fuentes, quien informó que están trabajando con la Sra. English para presentar la solicitud de regularización, previo a lo cual se encuentran cerrando el proceso con la DGA respecto a la Comunidad de Aguas, para tener esto como antecedente. Con fecha 22 de diciembre de 2020, se contactó a la beneficiaria quien informa no haber tenido avances a la fecha.

- RET-02: en este caso, el beneficiario Sr. Humberto Romero, quien es propietario de la Parcela 1 y el Sitio 9 del proyecto de Parcelación Santa Luisa de la comuna de Retiro (CORA), proyecto en donde además el SAG realizó la asignación de derechos de aprovechamiento a cada parcela, correspondiendo 8,28 acciones del Río Longaví a los terrenos señalados y de los que es propietario el Sr. Romero. En este caso, se encuentra pendiente que se traspase la inscripción de las aguas "de parcelas/sitios al propietario de estos". En el año 2013, el beneficiario inició este proceso a través de un Bono Legal de Aguas de INDAP asociado a la Resolución INDAP Nº 84417, el cual según lo recabado no llegó a término. Se tomó contacto con el beneficiario para informar que se entregará el apoyo en el desarrollo del trámite, momento en que el Sr. Romero informó haber tomado contacto con un abogado para completar el proceso de regularización, de acuerdo a la disposición 5ª transitoria del Código de Aguas, de manera particular. Durante el desarrollo del estudio se tomó contacto con la abogada que asesoraba al Sr. Romero y se le ofreció la ayuda que necesitara para la obtención de antecedentes. Se conversó telefónicamente con la hija del beneficiario, Fabiola Romero, entregando la información y señalando lo importante de que se pueda realizar esta inscripción para poder postular a financiamiento. Ella comentó que están trabajando con un nuevo abogado quien recaba los antecedentes

necesarios para poder realizar la inscripción. En este contacto se le ofreció apoyo para la obtención de copias de inscripciones que pudieran requerirse. Con fecha 22 de diciembre de 2020, se toma contacto nuevamente con Fabiola Romero para consultar sobre los avances respecto del proceso, quien indica no tener información y que en cuanto se comunique con el abogado que los asesora informará al equipo consultor.

En todos estos casos, se realizó seguimiento hasta el cierre del estudio para ir identificando posibles avances o cambios en la situación particular de cada beneficiario.

8.5. Antecedentes Administrativos

8.5.1. Documentos a recopilar en el Estudio

Tal como se mencionó al inicio de este Capítulo, el Manual detalla tanto antecedentes legales como administrativos necesarios de presentar en los concursos de la Ley 18.450. A fin de esclarecer la documentación que corresponde a este estudio recopilar en conjunto con los beneficiarios, se llegó a consenso con el equipo CNR y el listado se presenta en el Cuadro 8-3.

CUADRO 8-3: DISTRIBUCIÓN DE GESTIONES RELACIONADAS CON LA RECOPILACIÓN DE ANTECEDENTES ASOCIADOS A FUTURA POSTULACIÓN LEY 18.450

DOCUMENTOS REQUERIDOS	GESTIONA / OBTIENE LA DOCUMENTACIÓN	
	ESTUDIO	CONSULTOR LEY DE RIEGO
PROYECTOS INDIVIDUALES		
Personas Naturales		
Copia simple cédula de identidad	X	
Acreditación propiedad tierra donde se ubica el proyecto	X	
Acreditación propiedad agua	X	
Acreditación tipo beneficiario: Certificado Indap o Avalúos detallados de todas las propiedades que posee, emitido por el SII. Estos documentos solamente pueden ser obtenidos por el beneficiario (*)	X	X
Carta de aporte FL-14		X
Certificado de inscripción o solicitud de trámite de registro de los derechos de agua en el CPA		X
Personas Jurídicas		
Copia simple RUT participantes	X	
Copia simple cédula de identidad representante legal	X	
Copia autorizada del documento en que consta poder representación (CBR)	X	
Copia autorizada Escritura de constitución	X	

CUADRO 8-3: DISTRIBUCIÓN DE GESTIONES RELACIONADAS CON LA RECOPILACIÓN DE ANTECEDENTES ASOCIADOS A FUTURA POSTULACIÓN LEY 18.450

DOCUMENTOS REQUERIDOS	GESTIONA / OBTIENE LA DOCUMENTACIÓN	
	ESTUDIO	CONSULTOR LEY DE RIEGO
Copia autorizada con vigencia del extracto de constitución (registro de comercio)	X	
Acreditación tipo beneficiario (Certificado Indap o Avalúos detallados de todas las propiedades que posee emitido SII. (*)	X	X
Acreditación propiedad tierra donde se ubica el proyecto	X	
Acreditación propiedad agua	X	
Carta de aporte FL-14		X
Certificado de inscripción o solicitud de trámite de registro de los derechos de agua en el CPA		X
PROYECTOS COLECTIVOS		
Mismos documentos por beneficiario que en proyectos individuales	X	X
Declaración jurada que designa representante (Notarial) AL-27		X
Declaración jurada de responsabilidad colectiva FL-12		X
Carta de aporte FL-14		X
Certificado de inscripción o solicitud de trámite de registro de los derechos de agua en el CPA		X
ORGANIZACIONES DE USUARIOS DE AGUAS		
Copia Simple RUT organización postulante	X	
Copia simple cédula de identidad representante designado en asamblea		X
Copia simple estatutos OUA y sus modificaciones	X	
Copia autorizada inscripción de la OUA en el CBR	X	
Certificado de inscripción en el Registro de OUA de la DGA	X	
Copia autorizada de la reducción a escritura pública del acta de asamblea de comuneros (Punto 7 apéndice 3 Manual Legal-Administrativo)		X
Listado de integrantes OUA beneficiarios directos del proyecto FL-07 (**)	X	X
Declaración jurada simple tipo de beneficiarios FL-06		X
Acreditación titularidad del predio en que se ubicarán las obras (***)	X	X
Tranques CORA, Declaración Jurada directorio de la OUA		X
Carta de aporte FL-14		X

Fuente: Elaboración propia.

El Cuadro 8-3 considera las siguientes salvedades:

- (*) Los documentos para acreditar el tipo de beneficiario solamente pueden ser obtenidos por ellos y en el Estudio se solicitó que lo hicieran, pero no se puede obligar a la obtención.

La calificación del tipo de beneficiario y a cuánto porcentaje de bonificación postulará en un concurso, deberá ser definido por el Consultor de la Ley 18.450, quien será encargado, por ejemplo, de otros antecedentes como solicitar declaraciones de renta a los beneficiarios.

- (**) El estudio entrega un listado de beneficiarios, pero será deber del Consultor de la Ley corroborarlo previo a la postulación.
- (***) En el caso de los terrenos que deberán arrendarse, no es posible protocolizar el arriendo durante el estudio y deberá ser resuelto por el Consultor de la Ley. Se presentan documentos de dominio vigente de los propietarios del terreno y declaración simple de intención de arrendar para la ejecución del proyecto.

8.5.2. Instructivo de documentación administrativa para los beneficiarios

Para poder, en un futuro realizar la postulación a financiamiento de las obras a través de la Ley 18.450, los beneficiarios necesitarán contar con una serie de documentos relacionados con la acreditación de la propiedad de la tierra y el agua, el tipo de beneficiario, inscripción de las comunidades de agua, etc.

Además, existen documentos propios de los concursos de la Ley (cartas de aporte, documentos protocolizados de asambleas, etc.) los cuales deberán ser obtenidos previo a la postulación por el consultor que realice el proceso.

En este estudio, se busca promover la obtención de la documentación de base necesaria para una postulación, parte de esta información puede ser recopilada por el consultor, pero hay documentos que solamente pueden ser obtenidos por los beneficiarios. Estos documentos se diferencian según el tipo de postulante, lo que se procede a detallar a continuación:

- Personas Naturales, postulación individual
  - Copia simple de la cédula de identidad
  - Documentos que acrediten el tipo de beneficiario: esto puede ser un certificado emitido por INDAP o a través del FL-09 para lo cual se requieren antecedentes del certificado de avalúo detallado del SII. Ambos documentos solamente pueden ser obtenidos por el propio beneficiario.
  - Documentos de tenencia de la tierra: Para el caso de los propietarios esto corresponde a una copia vigente de la inscripción en el CBR. Este documento está

siendo solicitado por el Consultor a los CBR correspondientes, no obstante, este documento perderá la vigencia, por lo que al momento de la postulación deberá ser solicitado nuevamente. Respecto de aquellos casos en que los terrenos en que se instalarán las obras corresponden a terrenos que serán arrendados en el momento de postular al financiamiento, hoy se propone a los usuarios la firma de un documento de compromiso de arriendo, pero al momento de materializarlo, estos arriendos deberán quedar inscritos en el CBR correspondiente.

  - Derechos de agua: Para el caso de los propietarios esto corresponde a una copia vigente de la inscripción en el CBR. Este documento está siendo solicitado por el Consultor a los CBR correspondientes. Respecto de aquellos casos en que se incorporan derechos en arriendo, estos arriendos deberán quedar inscritos en el CBR correspondiente, lo que se les hará saber a los beneficiarios que se encuentren en esta condición.

- Personas Jurídicas, postulación individual:
  - Copia simple del rut del representante legal
  - Copia vigente de la escritura de constitución y modificaciones, así como de los documentos de representación.
  - SII detallado de todos los predios beneficiados, para determinar el tipo de beneficiario. Al igual que otros antecedentes, esto solamente lo puede obtener el postulante.
  - Documentos de tenencia de la tierra: misma documentación que las personas naturales.
  - Derechos de agua: misma documentación que las personas naturales.
- Postulaciones colectivas:
  - Cada uno de los postulantes, deberá acreditar su tipo de usuario como si fuera una postulación individual (certificado INDAP o o a través del FL-09 para lo cual se requieren antecedentes del certificado de avalúo detallado del SII)
  - Documentos de tenencia de la tierra: documento que acredite la propiedad del terreno en donde se instalarán las obras, copia vigente de la inscripción en el CBR.

- Derechos de agua: cada uno de los beneficiarios del proyecto, deberá acreditar la propiedad de los derechos de agua.

- Organizaciones de usuarios de aguas
  - RUT representante OUA
  - RUT de la OUA
  - Copia de los estatutos
  - Copia vigente de la inscripción de la OUA en el CBR (Solicitada por el Consultor)
  - Certificado de inscripción en la DGA, con antigüedad no superior a dos años al momento de la postulación.
  - Titularidad de los predios, esto se puede acreditar de la misma forma que los usuarios individuales, tanto en el caso de propietarios como de arrendatarios.
  - En caso de tratarse rehabilitación, reparación, mejoramiento de un tranque CORA, no requieren acreditar la propiedad, sino que al momento de postular la organización deberá presentar una declaración jurada en que indique que tiene uso y goce del tranque sin limitaciones; que es dicha organización la responsable de operación, ejecución y mantención del tranque a bonificar; y que la organización asume solidariamente con los propietarios del predio en que se encuentra el tranque las obligaciones definidas por la ley 18.450 (el detalle específico se encuentra en el Manual).

Para todos los casos, los documentos de propiedad de la tierra y los derechos de agua de los beneficiarios (individuales, colectivos y comunitarios) han sido solicitadas las copias con vigencia a los CBR que corresponden por parte del Consultor. Los documentos restantes que deben ser presentados por el beneficiario, se informó a cada uno de ellos según el tipo de postulante al que corresponda: Personas Naturales (Individuales y Colectivos), Personas Jurídicas y Organizaciones de Usuarios de Aguas.

8.5.2.1. Solicitud de la información

Para informar a los beneficiarios respecto de los documentos administrativos requeridos para la postulación y solicitar que iniciaran la recopilación de estos como parte del estudio, que permitiría acompañarlos durante el proceso, aclarar dudas y entregar orientación, se realizó una visita entre los días 17 y 20 de abril de 2020, en que se visitó a los beneficiarios y se les hizo entrega de un listado con los documentos requeridos. Esta información fue entregada a todos los beneficiarios, de

forma personal o electrónica (Sitios LON-08 y LON-09), previo al acuerdo realizado con la CNR. Los documentos tipo entregados se presentan en el Anexo 8-1, letra "A". En el mismo anexo, en la carpeta "B" se presentan dichos documentos firmados por los beneficiarios como comprobante de recepción y compromiso de recopilar los antecedentes.

8.5.2.2. Documentación administrativa recibida

Al final de la Etapa 4 del estudio, se realizó una campaña de terreno con el objetivo de recopilar los antecedentes anteriormente solicitados a los beneficiarios. Con anterioridad se realizó seguimiento de forma telefónica para conocer si los beneficiarios tenían dudas o consultas respecto de la documentación solicitada.

Para documentar este proceso, se elaboró una ficha de recepción de documentos, para los diferentes tipos de proyectos, en la cual se registran los documentos entregados y se presenta la posibilidad de escribir, en caso de ser necesario, las causas por las cuales quedan pendientes de entrega cierta documentación. En la Figura 8-1. se presenta como ejemplo la ficha utilizada en el caso de los proyectos individuales, y en el Anexo 8-2, en la carpeta "A" se incorpora esta ficha y las restantes utilizadas. En el mismo anexo, carpeta "B", se presentan dichos documentos firmados por los beneficiarios al momento de hacer entrega de la documentación al equipo de terreno.

ENTREGA DOCUMENTOS PROYECTO INDIVIDUAL

Mediante la presente, yo .....

como representante del sitio .....hago entrega al representante de Arrau Ingeniería SpA, de los siguientes documentos:

Personas Naturales	**Marcar entregado con "X"**
Copia simple cédula de identidad	
Certificado Usuario Indap	
Avalúos detallados de todas las propiedades emitido SII	
Copia última declaración renta.	
Personas Jurídicas	
Copia simple RUT empresa	
Copia simple cédula de identidad representante legal	
Copia autorizada del documento en que consta poder representación (CBR)	
Copia autorizada Escritura de constitución	
Copia autorizada con vigencia del extracto de constitución (registro de comercio)	
Certificado Usuario Indap	
Avalúos detallados de todas las propiedades emitido SII	
Copia última declaración renta.	

En cuanto a los documentos pendientes:

.....

.....

.....

.....

Beneficiario o Representante

Equipo Consultor

Fecha: .....

Arrau Ingeniería SpA – Teléfono de contacto: 223414800, Correo Electrónico: oficina@arrauing.cl

FIGURA 8-1: EJEMPLO FICHA ENTREGA DE DOCUMENTOS AL EQUIPO CONSULTOR.

Fuente: Elaboración propia

La recopilación de antecedentes por parte de los beneficiarios tuvo algunas demoras, en general atribuidas a la situación de emergencia sanitaria COVID-19 que afecta al País, que ha incide en los horarios de atención de servicios a los que deben recurrir para obtener la documentación solicitada. No obstante, se realizó seguimiento y recepción de antecedentes hasta el cierre del estudio. En cada caso en que quedaron pendientes documentos por entregar, esto fue anotado en la ficha en el área destinada para ello.

Cabe señalar que en algunos de los casos de los usuarios que son beneficiarios de INDAP, al momento de concurrir a solicitar un certificado que los acredita como tal, la institución les entregó un informe de las deudas que mantienen vigentes. Este documento se aceptó como válido, siguiendo la lógica de que, si una persona tiene créditos vigentes con INDAP, es porque tiene la categoría de usuario.

Considerando que los documentos solicitados dependen del tipo de beneficiario, el resumen de la información recopilada a la fecha se presenta de forma separada dicha clasificación en cuadros independientes, Cuadro 8-4 Proyectos Individuales, Cuadro 8-5 Proyectos Colectivos y Cuadro 8-6 Proyectos Comunitarios. Los antecedentes recibidos se presentan en el Anexo 8-3 y en la Carpeta "3. Perfiles de Proyectos", contenidos en la carpeta "Antecedentes Administrativos" para cada uno de los proyectos.

CUADRO 8-4: ANTECEDENTES ADMINISTRATIVOS PROYECTOS INDIVIDUALES

Sitio	Tipo	Origen Iniciativa	Beneficiario	Persona Natural (PN) o Jurídica (PJ)	Fotocopia RUT Beneficiarios	Fotocopia RUT Representante Legal	Fotocopia RUT empresa	Copia autorizada Escritura de constitución	Copia Vigente extracto de constitución	Copia autorizada poder de representación	Certificado Indap	Avalúo detallado	Observaciones
LON-05	Individual	Interés personal	Rodolfo Batarce	PN	X	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	X	Adjunta además declaración de renta.
LON-10	Individual	Interés personal	Ãngel Yáñez	PN	X	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	X	Adjunta además declaración de renta.
LON-13	Individual	Interés personal	Luis Rodolfo Espinoza Agurto	PN	X	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	X	n/a	-
LON-19	Individual	Interés personal	Demesio Villalobos Hormazábal	PN	X	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	X	n/a	-
LON-20	Individual	Interés personal	Manuel Zenteno Arenas	PN	X	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	X	n/a	-
LON-26	Individual	Interés personal	Sergio Hernández Muñoz	PN	X	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	X	n/a	-
PAR-01	Individual	Interés personal	Magda Fuentes Tejo	PN	X	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	X	-
PAR-02	Individual	Interés personal	Exequias Romero	PN	X	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	X	n/a	-
PAR-03	Individual	Interés personal	Sociedad Agrícola San Alberto	PJ	n/a	X	X	Envía copia simple	X	Envía copia simple	n/a	X	Adjunta además declaración de renta. Se indicará al beneficiario la necesidad de copias autorizadas al momento de presentar el proyecto a concurso.
PAR-04	Individual	Interés personal	María Fuentes Tejo	PN	X	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	X	Adjunta además declaración de renta.
PAR-07	Individual	Interés personal	Patti English	PN	X	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	X	Adjunta además declaración de renta.
RET-01	Individual	Interés personal	Gloria Pedreros Hurtado	PN	X	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	X	Adjunta además declaración de renta.
RET-02	Individual	Interés personal	Humberto Romero	PN	X	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	X	n/a	-
RET-05	Individual	Interés personal	Agrícola Araucaria Ltda.	PJ	n/a	X	X	X	X	X	n/a	X	Adjunta además declaración de renta y otros antecedentes de la empresa.
RET-07	Individual	Interés personal	René López	PN	X	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	X	n/a	-
RET-08	Individual	Interés personal	Juan Escobar	PN	X	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	X	n/a	-
RET-15	Individual	Interés personal	Guillermo Ibáñez Vidal	PN	X	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	X	Adjunta además declaración de renta.
RET-16 (*)	Individual	Interés personal	Juana Luisa Jara Lillo	PN	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	Desiste de participar en el Estudio.

Nota. n/a: no aplica

(*) En estos casos, durante el transcurso del estudio los beneficiarios desisten de continuar participando en el estudio. Como respaldo de esto, en ambos casos firmaron una carta de desistimiento que se presenta en la carpeta correspondiente a cada proyecto..

Fuente: Elaboración propia

CUADRO 8-5: ANTECEDENTES ADMINISTRATIVOS PROYECTOS COLECTIVOS

Sitio	Tipo	Origen Iniciativa	Beneficiarios	Detalle Beneficiarios	Persona Natural (PN) o Jurídica (PJ)	Fotocopia RUT Beneficiarios	Fotocopia RUT empresa	Copia doc. Representación	Certificado Indap	Avalúo detallado	Observaciones
LON-04	Colectivo	Interés personal	Cipriano Cerda e Hijos	Cipriano Cerda	PN	X	n/a	n/a	X	X	-
				Carmen Cerda	PN	X	n/a	n/a	n/a	X	
				José Cerda	PN	X	n/a	n/a	n/a	n/a	
LON-22	Colectivo	Interés personal	Sucesión Regina Villalobos y Otros	Regina Villalobos	PN	X	n/a	X	n/a	X	Se está a la espera del envío del os antecedentes pendientes, informan telefónicamente que están avanzando en su obtención.
				Jaime Contreras	PN	X	n/a	X	n/a	X	
				Silvia Contreras	PN	X	n/a	X	n/a	X	
				Alex Contreras	PN	X	n/a	X	Pendiente	Pendiente	
				Aurelia Contreras	PN	X	n/a	X	Pendiente	Pendiente	
				Gustavo Contreras	PN	X	n/a	X	Pendiente	Pendiente	
				Gloria Contreras	PN	X	n/a	X	Pendiente	Pendiente	
				Oscar Contreras	PN	X	n/a	X	n/a	X	
				Sonia Contreras	PN	X	n/a	X	Pendiente	Pendiente	
				Norma Contreras	PN	X	n/a	X	n/a	X	
				Rosa Contreras	PN	X	n/a	X	Pendiente	Pendiente	
LON-23	Colectivo	Interés personal	Sucesión Avaria Molina	Jorge Avaria Molina	PN	X	n/a	n/a	Pendiente	Pendiente	Documentos pendientes, solo se entrega fotocopia rut de algunos miembros de la sucesión, se detalla la situación en los párrafos posteriores al cuadro. Se continua con el seguimiento y solicitud de antecedentes.
				Olga Avaria Molina	PN	Pendiente	n/a	n/a	Pendiente	Pendiente	
				Gustavo Avaria Molina	PN	X	n/a	n/a	Pendiente	Pendiente	
				Olinda Avaria Molina	PN	X	n/a	n/a	Pendiente	Pendiente	
				Rodrigo Avaria Molina	PN	X	n/a	n/a	Pendiente	Pendiente	
				Marisol Avaria Molina	PN	X	n/a	n/a	Pendiente	Pendiente	
PAR-06 (*)	Colectivo	Interés personal	Ángel Iglesias y Raquel Retamal González	Ángel Iglesias	PN	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	Desisten de participar en el Estudio.
				Raquel Retamal	PN	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	
RET-11	Colectivo	Interés personal	Sucesión Vallejos Aravena	Lucía Vallejos Aravena	PN	X	n/a	n/a	X	n/a	Se encuentran pendientes documentos de miembros de la sucesión. Se continua con el seguimiento y solicitud de antecedentes.
				Luis Vallejos Aravena	PN	X	n/a	n/a	X	n/a	
				Ramona Vallejos Aravena	PN	X	n/a	n/a	X	n/a	
				Tomás Vallejos Aravena	PN	X	n/a	n/a	Pendiente	Pendiente	
				Juan Vallejos Aravena	PN	X	n/a	n/a	Pendiente	Pendiente	
				Manuel Vallejos Aravena	PN	X	n/a	n/a	Pendiente	Pendiente	
				Julio Vallejos Aravena	PN	Pendiente	n/a	n/a	Pendiente	Pendiente	
				José Vallejos Aravena	PN	Pendiente	n/a	n/a	Pendiente	Pendiente	
				Roberto Vallejos Aravena	PN	Pendiente	n/a	n/a	Pendiente	Pendiente	
				Gladys Vallejos Aravena	PN	Pendiente	n/a	n/a	Pendiente	Pendiente	
				Raúl Vallejos Aravena	PN	Pendiente	n/a	n/a	Pendiente	Pendiente	
				Hugo Vallejos Aravena	PN	Pendiente	n/a	n/a	Pendiente	Pendiente	
				Aníbal Vallejos Aravena	PN	Pendiente	n/a	n/a	Pendiente	Pendiente	
				María Vallejos Aravena	PN	Pendiente	n/a	n/a	Pendiente	Pendiente	
				Ersa Aravena Arévalo	PN	Pendiente	n/a	n/a	Pendiente	Pendiente	
RET-19	Colectivo	Interés personal	Nibaldo Corvalán y Exequiel Lillo	Nibaldo Corvalán	PN	X	n/a	n/a	n/a	X	-
				Exequiel Lillo	PN	X	n/a	n/a	X	n/a	

Nota. n/a: no aplica

(*) En estos casos, durante el transcurso de la etapa, los beneficiarios desisten de continuar participando en el estudio. Como respaldo de esto, en ambos casos firmaron una carta de desistimiento que se presenta en la carpeta correspondiente a cada proyecto..

Fuente: Elaboración propia.

CUADRO 8-6: ANTECEDENTES ADMINISTRATIVOS PROYECTOS COMUNITARIOS

Sitio	Tipo	Origen Iniciativa	Beneficiario	Fotocopia RUT Representante	Copia RUT OUA	Copia Insc. Comunidad de Aguas CBR	Copia Estatutos	Cert. Insc. DGA	Listado Beneficiarios	Observaciones
LON-01	Comunitario	Ex - CORA	Comunidad de Aguas Canal Primera Abajo	X	X	X	X	X	X	
LON-08 (*)	Comunitario	Interés Comunitario	Asociación de Canalistas Canal Melado, por Compuerta Cartagena	n/a	X	X	n/a	X	X	Dejan de participar en el estudio, como se expuso en el punto 8.4.2.
LON-09	Comunitario	Interés Comunitario	Asociación de Canalistas Canal Melado, por Canal Meladito 2	Pendiente	X	X	Pendiente	X	X	En este caso, telefónicamente el secretario de la OUA informa que los estatutos se encuentran en proceso de modificación, aprobados por la DGA, pero pendientes de elaborar el documento final por parte de la OUA que estará disponible para la próxima asamblea de la organización, la cual se encuentra actualmente suspendida hasta el año siguiente por la situación sanitaria.
LON-14	Comunitario	Ex - CORA	Comunidad de Aguas Quinta Alto A	X	X	Pendiente	X	Requiere Actualizar	X	Quedan documentos pendientes de envío por parte de la OUA. Respecto de la inscripción en el CBR esta no existe a la fecha, pero como se explicó en el punto 8.4.2 la organización está trabajando para iniciar el trámite. En la carpeta correspondiente al proyecto se presentan documentos de respaldo
LON-29	Comunitario	Ex - CORA	Comunidad de Aguas Canal Primera Abajo	X	X	X	X	X	X	
RET-20	Comunitario	Ex - CORA	Comunidad de Aguas Canal El Carmen (Por Canal Maitenes)	X	X	X	X	Requiere Actualizar	X	En el caso de la Comunidad El Carmen los estatutos no fueron aprobados y en la inscripción se indica que se regirá por las disposiciones del párrafo primero del libro segundo, título tercero del Código de Aguas.

(*) En estos casos, durante el transcurso de la etapa, los beneficiarios desisten de continuar participando en el estudio. Como respaldo de esto, en ambos casos firmaron una carta de desistimiento que se presenta en la carpeta correspondiente a cada proyecto..

Fuente: Elaboración propia.

Respecto de los antecedentes administrativos indicados en los cuadros precedentes, en los proyectos individuales, los beneficiarios entregaron todos los antecedentes solicitados y ya se encuentran incorporados en las carpetas de cada proyecto. Los casos en que no se recibieron antecedentes de tipo administrativo o fueron recibidos en parte y no serán completados, fueron los proyectos LON-08, PAR-06 y RET-16, por lo cual en reemplazo de dichos antecedentes se presenta la carta de desistimiento.

Para caso de los proyectos colectivos, a la fecha tienen pendiente completar los antecedentes administrativos los siguientes sitios:

- LON-22, proyecto correspondiente a la Sucesión Regina Villalobos y Otros. Esta sucesión está conformada por 11 personas, de las cuales se han acreditado parcialmente los datos durante la elaboración de este estudio, se ha hecho seguimiento mediante llamadas telefónicas y correos electrónicos.

- LON-23. Este proyecto beneficiaría a la Sucesión Avaria Molina, quienes han acreditado la propiedad de la tierra y las aguas involucradas en el proyecto. Se cuenta con los dominios vigentes en ambos casos. Durante los días previos a la entrega de este informe, la familia informó por parte del representante de la sucesión, del fallecimiento de una de sus hermanas (miembro de la sucesión). En este caso, sigue el interés por dar continuidad a este proceso, pero se requerirá más tiempo para poder actualizar la documentación. Se ha insistido en la solicitud de los antecedentes de los beneficiarios por vía telefónica, se dará continuidad a esta tarea mientras dure el Estudio.

- RET-11, proyecto correspondiente a la Sucesión Vallejos Aravena, la cual está conformada por 15 personas, de las cuales se han acreditado parcialmente los datos durante la elaboración de este estudio, por lo que se requerirá que los antecedentes sean completados previo a la presentación a concurso. Han informado que es probable que solamente 3 de los 6 miembros de la sucesión que han acreditado sus antecedentes quieran participar del proyecto, deberán presentar la autorización de los restantes. Se ha insistido en la solicitud de los antecedentes de los beneficiarios por vía telefónica, se dará continuidad a esta tarea mientras dure el Estudio.

Finalmente, en el caso de los proyectos cuyos beneficiarios corresponden a organizaciones de usuarios de aguas, los proyectos tienen pendiente algún tipo de documentación son:

- LON-09: este proyecto será presentado por la Asociación Canal Melado, respecto a los antecedentes administrativos se encuentra pendiente la copia del rut del representante legal, la cual podrá ser actualizada previo a la presentación a concurso en función de la

asamblea. Además, se encuentra pendiente la entrega de copia de los estatutos, los que según lo informado se encuentran aún en proceso de elaboración del documento final que incorporará las modificaciones aprobadas por la DGA e inscritas en el CBR, esta nueva versión estará lista para la próxima asamblea de la organización, proceso que se ha dilatado por la situación sanitaria actual. La asamblea se encuentra suspendida producto de la situación sanitaria actual, y aunque la DGA ha autorizado la realización de las asambleas por videoconferencia, esta organización no tomará esa vía debido a las dificultades que presentan sus usuarios con los medios digitales tanto por la edad de la mayor parte de ellos y de los problemas de conectividad en algunos sectores.

- LON-14: la Comunidad de Aguas Quinta Alto A presenta un certificado de inscripción en el Registro de OUA de la DGA del año 2011, se le informó a la directiva que se requiere un certificado actualizado para la presentación a concurso. Se mantiene el del año 2011 como referencia, pero se informa que se debe solicitar un documento actualizado.

- RET-20, en este caso la Comunidad de Aguas Canal El Carmen presenta un certificado de la DGA de marzo 2018, se informa que se requiere un certificado actualizado para la presentación a concurso.

8.6. Presentación de la Carpetas de Antecedentes Legales y Administrativos

Para cada uno de los proyectos, junto con la Carpeta Técnica se incorpora una carpeta de Antecedentes Legales y Administrativos, esta última contiene un documento resumen de los antecedentes recopilados, la situación del proyecto a este respecto e indicaciones sobre pasos a seguir para la postulación a concurso.

Los documentos legales y administrativos se presentan en cada carpeta, según la estructura solicitada por la contraparte CNR, que si bien presenta documentos que no fueron solicitados en este estudio, se conservan para mantener el orden, a saber:

1. Formulario de postulación: este documento para el caso del proyecto no aplica, pero en todos los casos se indica que deberá ser elaborado al momento de la postulación.
2. Declaración postulante – cónyuge: no aplica en los casos del estudio.
3. Certificado de matrimonio: no aplica en los casos del estudio.
4. Cédula de identidad del cónyuge: no aplica en los casos del estudio.
5. Cédula de Identidad / RUT solicitante (s)
6. Cédula de Identidad representante legal: Personas Jurídicas.
7. Poder de representación.
8. Certificado Indap.

9. Acreditación Propiedad de la tierra.
10. Listado beneficiarios directos, aplica para OUA.
11. Certificado avalúo detallado: Además del avalúo detallado se incorpora la planilla FL-09 para acreditar el tipo de beneficiario
12. Autorización notarial arrendatarios: no se incorpora en esta etapa, se deja informado que deberá realizarse al momento de firmar el arriendo previo a la postulación a concurso.
13. Declaración sucesión: En los casos que corresponde, se deja incorporado que deberá materializarse previo a la postulación a concurso.
14. Acreditación tenencia de aguas / Inscripción OUA en CBR.
15. Servidumbres (No aplica en los proyectos seleccionados).
16. Permiso Sectorial. (No aplica en los casos del estudio).
17. Certificado vigente registro OUA de la DGA
18. Copia Estatutos OUA

9. ESTUDIO GEOTÉCNICO

9.1. Generalidades

Anterior a la realización de las calicatas se realizó una visita a los sectores de estudio, tanto en lugares donde se proyectan obras nuevas, como también en aquellos lugares donde se considera la rehabilitación de tranques comunitarios e individuales.

En total se excavaron 20 calicatas en el sector Longaví, 6 calicatas en el sector de Parral y 16 calicatas en el sector de Retiro. La profundidad máxima alcanzada en las calicatas ejecutadas fue de 3,0 m de profundidad respecto de la superficie actual de terreno. En la Figura 9-1 se muestra la ubicación de las calicatas por sector individualizado:

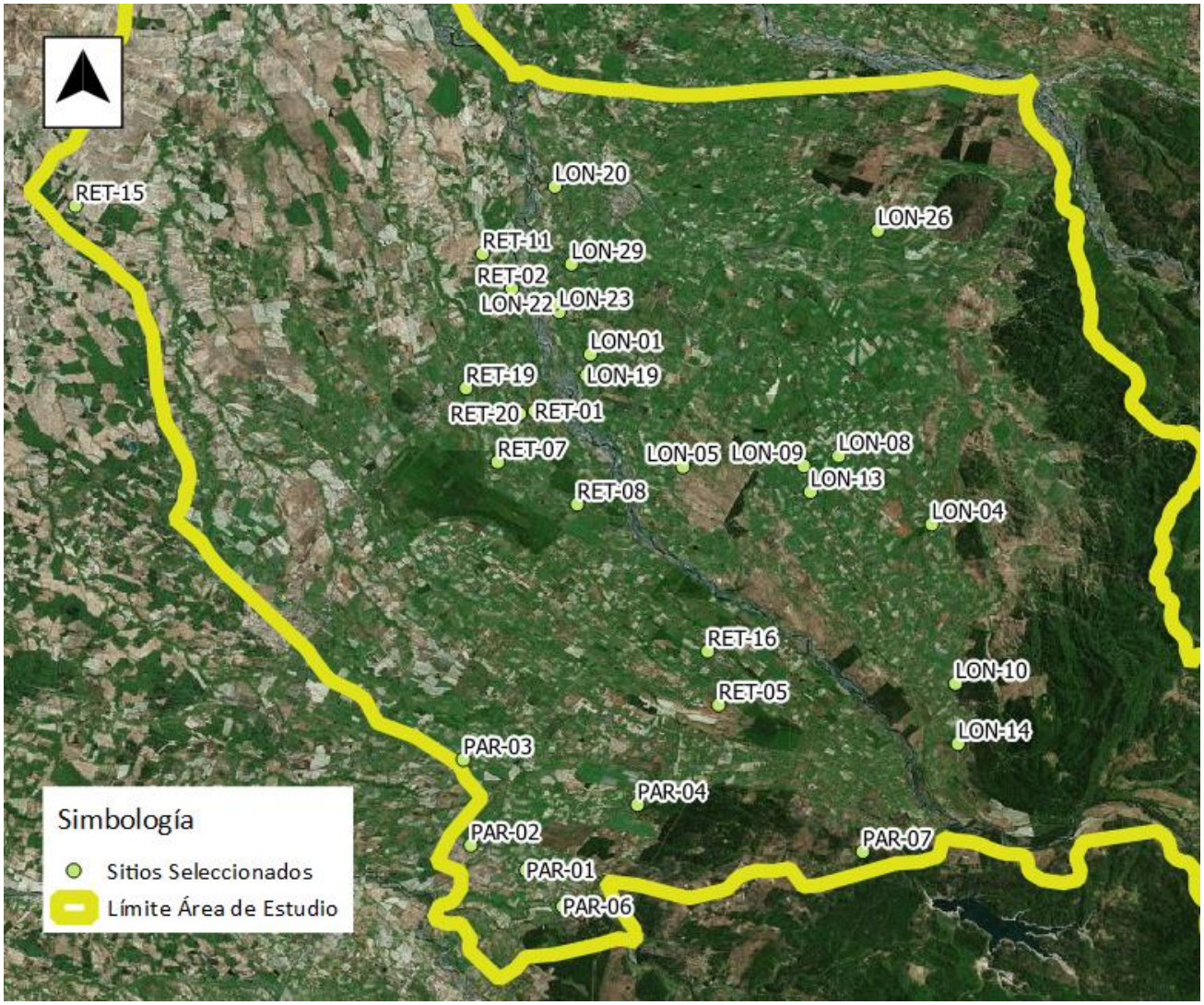


FIGURA 9-1: DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE CALICATAS DE EXPLORACIÓN

Fuente: Elaboración Propia a partir de Google Earth.

De acuerdo con los lineamientos del contrato y acuerdos consensuados con la CNR, la cantidad de calicatas preliminares definidas por sitio fue en función de dos casos:

- **Caso 1:** Para los sitios proyectados con un volumen de acumulación inferior o igual a 6.000 m³ se contempló una calicata de 3 m de profundidad ubicada al centro del tranque.

- **Caso 2:** Para los tranques proyectados con un volumen de acumulación superior a 6.000 m³ se contempló la realización 2 calicatas de 3 m y 2 m de profundidad. La calicata de 3 m se ubica cercana al eje del muro y la otra en la zona de proyección del desarenador.

En cuanto a los ensayos de infiltración, estos se realizaron solo en el segundo caso, dado que en las obras de acumulación de pequeño volumen se considera la impermeabilización.

En el Cuadro 9-1 se resumen las calicatas efectivamente realizadas y el volumen para la discretización de cada caso, se observa que se cumple con el criterio de cantidad de calicatas por sitio adoptado.

CUADRO 9-1: RESUMEN CALICATAS EJECUTADAS

Sitio	Volumen Útil (m³)	Profundidad Máxima Incluye Excavación (m)	Altura Máxima de Muro de Relleno (m)	Caso	Calicata 1		Calicata 2		Ensayos			Observación
					Prof. (m)	Prof. Napa (m)	Prof. (m)	Prof. Napa (m)	Por-chet	Den-sidad Húme-dad	Proc-tor Mod	
LON-01	43.085	2,0	2,0	2	2,0	1,3	2,0	1,2		XX	X	
LON-04	2.528	2,5	1,5	1	3,0	s/p				X		Excavado*
LON-05	11.477	4,9	1,3	1	2,0	s/p			X	X	X	
LON-08	Desiste de Participación				2,0	1,2				X		Excavado*
LON-09	9.768	2,8	2,2	2	2,5	1,2	1,5	1,1		X	X	
LON-10	2.829	1,7	1,4	1	1,2	0,9	0,8	s/p		XX	X	Suelo Duro
LON-13	1.608	2,5	0,8	1	3,0	s/p				X		Excavado*
LON-14	27.181	3,2	2,6	2	1,2	0,8	1,5	0,8		XX	X	Napa superficial para efectos del porchet
LON-19	3.352	1,7	0,5	1	2,0	1,6						Excavado*
LON-20	6.313	2,0	1,0	1	2,5	2,0						Excavado*
LON-22	3.048	1,7	0,8	1	2,0	1,7						Excavado*
LON-23	4.033	2,2	1,4	1	2,5	2,1	2,0	2,0	X			Excavado*
LON-26	2.746	1,9	1,1	1	1,8	1,8						Excavado*
LON-29	24.914	2,0	1,0	2	2,0	s/p	2,0	s/p		X	X	rehabilitación

CUADRO 9-1: RESUMEN CALICATAS EJECUTADAS

Sitio	Volumen Útil (m^3)	Profundidad Máxima Incluye Excavación (m)	Altura Máxima de Muro de Relleno (m)	Caso	Calicata 1		Calicata 2		Ensayos			Observación
					Prof. (m)	Prof. Napa (m)	Prof. (m)	Prof. Napa (m)	Por-chet	Den-sidad Húme-dad	Proc-tor Mod	
PAR-01	4.331	3,2	0,8	1	3,0	s/p				X		Excavado*
PAR-02	3.549	3,0	0,5	1	3,0	s/p				X		Excavado*
PAR-03	1.921	3,0	0,5	1	3,0	s/p				X		Excavado*
PAR-04	5.776	2,4	1,2	1	3,0	s/p				X		Excavado*
PAR-06	Desiste de Participación				3,0	s/p				X		Excavado*
PAR-07	1.910	1,9	1,6	1	3,0	s/p				X		Excavado*
RET-01	3.898	1,2	1,0	1	1,5	1,3				X		Excavado*
RET-02	2.320	1,8	0,4	1	1,0	s/p				X		Suelo Duro Excavado*
RET-05	17.221	2,9	0,6	2	2,5	1,9	2,0	1,9	X	X	X	
RET-07	8.485	3,1	0,7	2	2,0	s/p	3,0	s/p	X	XX		Excavado*
RET-08	2.638	1,4	0,4	1	1,2	0,9						Excavado*
RET-11	1.610	1,4	1,0	1	2,0	1,4				X		Excavado*
RET-15	6.053	1,0	0,4	2	2.0	s/p	0,9	s/p	X	X	X	Suelo Duro
RET-16	Desiste de Participación				2.0	s/p				X		Suelo Duro Excavado*
RET-19	4.024	1,2	1,1	1	3.0	2,2				X		Excavado*
RET-20	35.611	1,5	1,2	2	2.0	1,8	2,0	1,0		X	X	rehabilitación

Nota: Se realizaron dos calicatas más en el sitio RET-06 el cual fue descartado con posterioridad. "X" indica que el ensayo se hizo en una calicata y "XX" que se realizó en las dos calicatas; (*) Los sitios fueron concebidos inicialmente como tranques de regulación corta, totalmente enterrados, por lo tanto, no se consideró la realización del ensayo proctor el cual se utiliza para la construcción de los rellenos. Una vez que fueron ejecutados los proyectos se dio el caso de que en algunos sitios en sectores puntuales fue necesario confeccionar un muro de altura menor a 1,5 m. Excepción de dicha condición fue el sitio PAR-07 con una altura de relleno máxima de 1,6 m.

Fuente: Elaboración Propia

Como resultado del trabajo realizado, se cuenta con los modelos estratigráficos y de propiedades mecánicas del suelo de fundación, utilizados en la zonificación de las áreas de proyecto y recomendaciones de cálculo, diseño y de construcción especificaciones para este estudio.

La densidad in situ y proctor modificado son utilizados para conocer compacidad (densidad suelos granulares) o consistencia (densidad suelos finos), ello más la clasificación del suelo según sistema USCS, permiten poder estimar de manera conservadora las propiedades de resistencia al corte y esfuerzo deformación, para el suelo natural y los rellenos compactados controlados. El origen geológico común de los suelos residuales del área de estudio permite correlacionar los resultados de un

punto a otros, ya que no corresponde a área geológica compleja. (Ver acápite 5.4). Cabe indicar que, la presencia de suelos saturados o la presencia de napa impide la realización del ensayo.

9.2. Contenidos

Los contenidos del presente estudio geotécnico son los siguientes:

- Revisión de antecedentes geológicos y geomorfológicos del sector, incluye conclusiones de visita realizada a terreno;
- Análisis de los resultados de los ensayos de laboratorio para los Sectores de Longaví, Retiro y Parral;
- Planteamiento y elaboración de un modelo geomecánico de análisis utilizando la información de la exploración, topografía disponible;
- Recomendaciones de construcción y excavaciones en taludes;
- Estimación de las características de esfuerzo deformación y resistencia al corte del suelo de fundación;
- Definición de la cota de sello de fundación y capacidad de soporte;
- Recomendaciones mínimas de construcción fundaciones superficiales de modo que se cumplan en el mediano y largo plazo las hipótesis de diseño;

9.3. Antecedentes

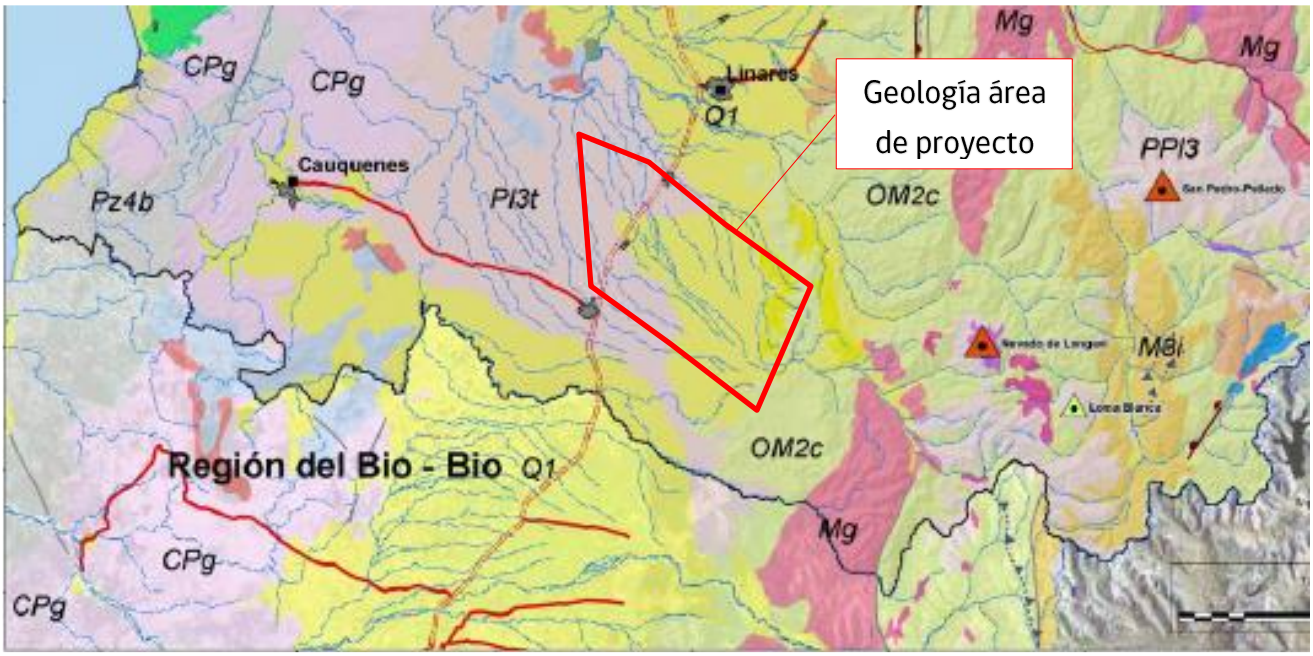
- Estratigrafía de las calicatas de exploración (Anexo 9-1);
- Resultados ensayes de laboratorio, incluye resultados de las densidades in situ e infiltración según el método porchet (Anexo 9-2);
- J.E. Bowles, "Foundation Analysis and Design". Ed. Mc. Graw Hill, 1977;
- Design Manual, Soil Mechanics, Foundations, and Earth Structures, NAVFAC DM-7, March 1971;
- Norma Chilena NCh 1508 Of 2014 “Geotecnia -Estudio de Mecánica de Suelos”;
- Design Manual, Soil Mechanics, Foundations, and Earth Structures, NAVFAC DM-7, March 1971;

- Gobierno de Chile, Ministerio de obras Públicas, Dirección de Vialidad, Manual de Carreteras Volumen N°3 "Instrucciones y Criterios de Diseño", junio de 2002,

9.4. Geología

En el cauce actual de los ríos y esteros se encuentran depósitos fluviales, torrenciales, donde se mezclan bloques, gravas, arenas y arcillas. Estos depósitos, aunque tienen buen desarrollo sólo en los ríos principales, se encuentran también en cada uno de los cauces menores.

Principalmente, los depósitos de relleno cuaternario del valle central (Pleistoceno – Holoceno), se caracterizan por la heterogeneidad litológica y de tamaño de los fragmentos constituyentes. En su mayor parte y en los mayores espesores, corresponden a depósitos de avalancha volcánica, que pueden intercalar episodios laháricos, en los que el transporte se produjo con presencia de agua. Presentan clastos y bloques muy heterométricos, de tamaños centimétricos a métricos, y composición predominantemente andesítica, en una matriz muy variable, de limo, arcilla y arena, en algunos casos de aspecto cinerítico o tobáceo. Generalmente la matriz presenta cierto grado de cementación, siempre muy irregular, que en ocasiones puede alcanzar la resistencia de una roca blanda de tipo conglomerática. Llegan a acumularse con espesores que llegan a superar los 150 m, particularmente en el entorno del valle del Río Blanco, y se extienden con gran amplitud por el valle del Longaví, tanto hacia aguas arriba como aguas abajo de la confluencia del río Blanco, con depósitos aterrazados de variable entidad en ambas márgenes del valle.



Q1
Pleistoceno-Holoceno
Depósitos aluviales, coluviales y de remoción en masa; en menor proporción fluvioglaciales, deltaicos, litorales o indiferenciados. En la Depresión Central, regiones Metropolitana a IX: abanicos mixtos de depósitos aluviales y fluvioglaciales con intercalación de depósitos volcanoclásticos.

OM2c
Oligoceno-Mioceno
Secuencias volcanosedimentarias: lavas basálticas a dacíticas, rocas epiclásticas y piroclásticas. En la Cordillera Principal, regiones I a IX: formaciones Lupica, Escabroso, Abanico, Coya-Machalí, Cura-Mallín (inferior).

Pl3t
Pleistoceno
Depósitos piroclásticos principalmente riolíticos, asociados a calderas de colapso. En la Depresión Central y valles de la Cordillera Principal, regiones V a VII: Ignimbrita Pudahuel y Toba Loma Seca.

FIGURA 9-2: GEOLOGÍA DEL ÁREA DE PROYECTO

Fuente: SERNAGEOMIN ESC.1:1.000.000

9.5. Sector Longaví

9.5.1. Suelo Fundación

A partir de los antecedentes revisados, de la visita realizada a la obra, estratigrafías de las calicatas de exploración (Anexo 9-1), resultados de los ensayos de laboratorio, densidades in situ y ensayos de infiltración método de porchet (Anexo 9-2), se han obtenido las siguientes conclusiones respecto de la capacidad de soporte, excavaciones en talud y recomendaciones generales de construcción para las obras proyectadas. Las obras consideradas son canales de acceso, desarenadores, vertederos muros laterales de obras de entrega.

9.5.2. Exploración y Resultados Laboratorio

En resumen, en el Anexo 9-1, se entrega el registro y descripción estratigráfica de las calicatas de exploración excavadas.

CUADRO 9-2: CALICATAS SECTOR LONGAVÍ

N°	Sitio	Designación	Coordenadas Norte	Coordenadas Este	Profundidad (m)
1	LON-01	LON-01-C1	6.009.389	256.876	2,00
2		LON-01-C2	6.009.334	256.936	2,00
3	LON-04	LON-04-C1	6.001.712	270.014	3,00
4	LON-05	LON-05-C1	6.004.145	260.538	2,00
5	LON-08*	LON-08-C1	6.004.798	266.440	2,00
6	LON-09	LON-09-C1	6.004.300	265.183	2,50
7		LON-09-C2	6.004.264	265.198	1,50
8	LON-10	LON-10-C1	5.994.285	271.137	1,20
9		LON-10-C2	5.994.286	271.070	0,80
10	LON-13	LON-13-C1	6.003.030	265.331	3,00
11	LON-14	LON-14-C1	5.991.619	271.110	1,20
12		LON-14-C2	5.991.467	271.300	1,50
13	LON-19	LON-19-C1	6.008.335	256.806	2,00
14	LON-20	LON-20-C1	6.017.130	255.337	2,50
15	LON-22	LON-22-C1	6.011.636	255.473	2,00
16	LON-23	LON-23-C1	6.011.225	255.784	2,50
17		LON-23-C2	6.011.182	255.794	2,00
18	LON-26	LON-26-C1	6.015.401	267.630	1,80
19	LON-29	LON-29-C1	6.013.395	256.174	2,00
20		LON-29-C2	6.013.638	256.152	3,00

(*): Los interesados desisten de la participación

Fuente: Elaboración Propia

En el Anexo 9-2, se entregan los resultados de los ensayos de laboratorio ejecutados. En el Cuadro 9-2, se entrega la ubicación y profundidad de las calicatas de exploración, en el Cuadro 9-3 un resumen de los ensayos de laboratorio ejecutados y en el Cuadro 9-4 una síntesis con los resultados de los ensayos de infiltración (porchet) realizados:

CUADRO 9-3: RESULTADOS DE LABORATORIO SECTOR LONGAVÍ

Dato	LON-01-C1	LON-01-C2	LON-04-C1	LON-08-C1*	LON-09-C1	LON-09-C2
Horizonte	2	2	2	2	3	3
Cota	0,60-1,50	0,50-1,80	1,50-3,00	0,70-2,00	0,50-1,20	1,10-1,50
% finos bajo 0,08 mm	46	47	51	69	44	23
Dens. de Part. Sólidas	2,64	2,66	2,62	2,48	2,60	2,72
Límite Líquido	26,6	30,0	37,2	41,9	36,7	51,1
Límite Plástico	23,3	23,0	30,6	34,4	-	43,2
Índice plasticidad	3,3	7,0	6,6	7,5	NP	7,9
Clasificación USCS	SM	SM-SC	ML	ML	SM	GM
DENSIDAD HUMEDA	0,953	1,348	2,146	1,523	0,762	-
% DE HUMEDAD	35,5	34,4	42,7	46,0	37,9	62,4
DENSIDAD SECA	0,703	1,003	1,504	1,040	0,553	-
D.M.C.S. (PM)	1,607	-	-	-	1,450	-
% DE COMPACTACIÓN	43,7	-	-	-	38,1	-

Dato	LON-10-C1	LON-10-C2	LON-13-C1	LON-14-C1	LON-14-C2	LON-19-C1
Horizonte	3	2	3	1	1	4
Cota	0,30-0,80	0,30-0,80	1,70-3,00	0,00-1,20	0,00-1,50	1,60-2,00
% finos bajo 0,08 mm	83	33	33	76	74	4
Dens. de Part. Sólidas	2,34	2,68	2,68	2,36	2,34	2,73
Límite Líquido	96,2	34,9	31,4	97,7	98,1	-
Límite Plástico	73,7	-	29,4	-	-	-
Índice plasticidad	22,5	NP	2,0	NP	NP	NP
Clasificación USCS	MH	SM	SM	MH	MH	GW
DENSIDAD HUIMEDA	1,194	1,868	1,745	1,299	1,385	-
% DE HUMEDAD	58,4	17,5	19,3	125,1	130,1	16,4
DENSIDAD SECA	0,754	1,589	1,463	0,577	0,602	-
D.M.C.S. (PM)	1,273	-	-	1,255	-	-
% DE COMPACTACIÓN	58,9	-	-	45,9	-	-

CUADRO 9-3: RESULTADOS DE LABORATORIO SECTOR LONGAVÍ

Dato	LON-20-C1	LON-22-C1	LON-23-C1	LON-23-C2	LON-26-C1	LON-29-C1
Horizonte	4	3	2	2	3	3
Cota	1,60-2,50	0,80-2,00	0,60-2,50	0,40-2,00	0,80-1,30	1,60-2,00
% finos bajo 0,08 mm	76	3	2	3	3	61
Dens. de Part. Sólidas	2,68	2,73	2,74	2,72	2,73	2,52
Límite Líquido	39,4	-	-	-	-	37,4
Límite Plástico	22,1	-	-	-	-	27,1
Índice plasticidad	17,3	NP	NP	NP	NP	10,8
Clasificación USCS	CL	GP	GP	GW	GP	ML
DENSIDAD HUIMEDA	2,027	-	-	-	-	1,734
% DE HUMEDAD	39,3	8.5	-	-	-	32,6
DENSIDAD SECA	-	-	-	-	-	1,308
D.M.C.S. (PM)	-	-	-	-	-	-
% DE COMPACTACIÓN	-	-	-	-	-	-

Dato	LON-29-C2	LON 05-C1				
Horizonte	3	4				
Cota	1,90-3,00	0,8-2,00				
% finos bajo 0,08 mm	86	13				
Dens. de Part. Sólidas	2,68	2,74				
Límite Líquido	47,1	18,9				
Límite Plástico	27,0	-				
Indice plasticidad	20,1	NP				
Clasificación USCS	CL-ML	GM				
DENSIDAD HUIMEDA	1,781	2,160				
% DE HUMEDAD	39,7	1,6				
DENSIDAD SECA	1,218	2,126				
D.M.C.S. (PM)	1,888					
% DE COMPACTACIÓN	67,7	79,1				

(*): Los interesados desisten de la participación

Fuente: Resultados ensayos Labsai

CUADRO 9-4: RESULTADOS ENSAYOS DE INFILTRACIÓN MÉTODO PORCHET

Pozo Nº	Estrato (H-)	Profundidad (m)	Infiltración (mm/hora)	Permeabilidad (cm/seg)
LON 05-C1	4	1,00 - 1,50	203	0,0056
LON 23-C1	2	1,40 - 1,80	580	0,0161

Fuente: Resultados ensayos Labsai

CUADRO 9-5: ESTRATIGRAFÍAS SIMPLIFICADAS CALICATAS DE EXPLORACIÓN

Calicata Nº	Sitio	Cota/descripción						Cota Napa (m)
		Cota (m)	Unidad	Color	Humedad	Compacidad	Consistencia	
1	LON-01	0,00 - 0,50	Limo	café	Media/ alta	---	semidura	1,20 -
2		0,50 - 1,80	Arena Limosa	Café/Gris	Alta	Baja	---	
		1,80 - 2,00	Grava Arenosa	Gris	Saturada	Semidensa	---	
3	LON-04	0,00 - 0,40	Limo	Café	Media	---	Baja	Sin presencia
		0,40 - 1,50	Limo	Café/Amarillo	Alta	---	Media	
		1,50 - 3,00	Limo	Amarillo	Alta	Alta	---	
4	LON-05	0,00 - 0,25	Vegetal	---	---	---	---	Sin presencia
		0,25 - 0,60	Grava Arenosa	Café	Baja	Media	---	
		0,60 - 0,80	Arena Fina	Café	Baja	Baja	---	
		0,80 - 7,00	Grava limosa	Café	Baja	Alta	---	
5	LON-08*	0,00 - 0,70	Limo	Café	Baja	Baja	---	---
		0,70 - 2,00	Limo	Café	Saturada	---	Baja	
6	LON-09	0,00 - 0,20	Vegetal	---	---	---	---	1.20
		0,20 - 0,50	Limo	Café	Media	---	Media	
7		0,50 - 1,20	Arena Limosa	Negro	Alta	---	Baja	
		1,20 - 2,50	Grava Limosa	Café/ gris	Saturada	Media		
8	LON - 10	0,00 - 0,30	Limo	Café	Alta	---	Baja	0.90
		0,30 - 0,80	Limo	Negro	Saturada	---	Baja	
9		0,80 - 1,20	Grava Limosa	Café	Saturada	Media		
10	LON-13	0,00 - 0,50	Limo	Café	Baja	---	Baja	---
		0,50 - 1,70	Limo	Café Amarillento	Baja		Alta	
		1,70 - 3,00	Arena Limosa	Café/gris	Media	Alta	---	
11	LON-14	0,00 - 1,50	Limo orgánico	Negro	Alta a saturada	---	Baja	0.80
12								
13	LON-19	0,00 - 1,10	Limo Arenoso	Café	Alta	---	Baja	1.60
		1,10 - 1,60	Arena	Gris	Alta	Baja		
		1,60 - 2,00	Grava Arenosa	Gris	saturada	Media		
14	LON-20	0,00 - 1,30	Limo	Café	Media	---	Media	---
		1,30 - 1,60	Arena	Gris	Alta	Media - Alta	---	
		1,60 - 2,50	Arcilla	Café	Saturada	---	Media	
15	LON-22	0,00 -0,20	Vegetal	---	---	---	---	1.70
		0,20 - 0,80	Grava Limosa	Café	Media	Baja	---	
		0,80 - 2,00	Grava Arenosa	Gris	Media a saturada	Media	---	
16	LON-23	0,00 - 0,60	Limo	Café	Media	---	Baja	2.10

CUADRO 9-5: ESTRATIGRAFÍAS SIMPLIFICADAS CALICATAS DE EXPLORACIÓN

Calicata Nº	Sitio	Cota/descripción						Cota Napa (m)
		Cota (m)	Unidad	Color	Humedad	Compacidad	Consistencia	
17		0,60 - 2,50	Grava Limosa	Gris	Media a Saturada	Media	---	
18	LON-26	0,00 - 0,80	Grava Limosa	Café	Baja	Media	---	1.60
		0,80 - 1,80	Grava Arenosa	gris	Saturada	Media	---	
19	LON-29	0,00 - 0,60	Arcilla	Café	Baja	---	Media	---
20		0,60 - 3,00	Arcilla Limosa	Café	Alta	---	Media	

(*): Los interesados desisten de la participación

Fuente: Resultados ensayos Labsai

9.5.3. Modelo Estratigráfico

Para fines de diseño de fundaciones, recomendaciones para los microtranques, determinación de la capacidad de soporte, cálculo de asentamientos y recomendaciones de construcción se puede adoptar los siguientes modelos estratigráficos simplificados:

CUADRO 9-6 (A): MODELO ESTRATIGRÁFICO GENERAL (SECTOR 1)

Horizonte	Profundidad (m)	Descripción
H-1	0,00 - 0,30	Capa Vegetal
H-2	0,30 - 1,00	Limo algo arenoso, color café claro, humedad media, consistencia baja a media, finos de mediana a alta plasticidad. Presencia de raíces y raicillas dispersas
H-3	1,00 - 3,00	Arena limosa compacta, color café a gris claro, grano fino, humedad baja, compacidad media a alta. Finos de baja plasticidad, gravas tamaño máximo 8" cantos subredondeados a subangulosos

Producto de la presencia de mayor porcentaje de material fino en los sectores, detectado en las calicatas de exploración y ensayos de laboratorio, LON-20 y LON-29, para fines de diseño de fundaciones, recomendaciones para los microtranques, determinación de la capacidad de soporte, cálculo de asentamientos y recomendaciones de construcción se puede adoptar el siguiente modelo estratigráfico particular para estos sectores:

CUADRO 9-7 (B): MODELO ESTRATIGRÁFICO PARTICULAR (SECTOR 2) - (LON 20 - LON 29)

Horizonte	Profundidad (m)	Descripción
H-1	0,00 - 0,30	Capa Vegetal
H-2	0,30 - 1,00	Arcilla de color café, humedad baja, plasticidad media a alta, estructura homogénea, consistencia media a alta, se observan raíces y raicillas dispersas.
H-3	1,00 - 3,00	Arcilla limosa de color café grisácea, humedad alta, plasticidad media, estructura homogénea, consistencia media.

Puntualmente, para la zona asociada al punto LON 14, se ha detectado suelo fino limoso de una alta plasticidad, que clasificó en el sistema USCS como MH, por lo que para este sector se propone el siguiente modelo estratigráfico:

CUADRO 9-8 (C): MODELO ESTRATIGRÃFICO PARTICULAR (SECTOR 3) – (LON 14)

Horizonte	Profundidad (m)	Descripción
H-1	0,00 - 0,30	Capa Vegetal
H-2	0,30 - 1,50	Limo orgánico de color negro, humedad alta a saturada, plasticidad alta, estructura homogénea, consistencia baja, se observa abundante presencia de raicillas.

9.5.4. Parámetros de diseño.

A partir de antecedentes revisados, resultados de los ensayos de laboratorio y de propiedades de suelos de similares características granulométricas y origen geológico se definen conservadoramente, dada la homogeneidad de la matriz de los materiales encontrados las siguientes propiedades mecánicas de resistencia al corte y esfuerzo deformación para el suelo de fundación (SECTOR 1):

SUELO DE FUNDACIÓN – SECTOR 1

+1,00 (Estrato H-2) – Suelo Natural

Limo arenoso a arena limosa (ML a SM)

	= 25°	; ángulo de fricción interna;
c	= 15,00 kPa	; cohesión;
	= 1,65 (gr/cm³)	; peso unitario natural húmedo;
´	= 0,90 (gr/cm³)	; peso unitario natural boyante caso temporal
E	= 400+400z	; módulo de elasticidad estático (ton/m²)
Ed	= 3E	; módulo de elasticidad caso sísmico
	= 0,40	; razón de poisson

RELLENO COMPACTADO CONTROLADO

95% D.M.C.S NCh1534/2.Of79

Grava arenosa (GP-GW)

	= 36°	; ángulo de fricción interna
c	= 0,00 kPa	; cohesión
	= 2,00 (gr/cm³)	; peso unitario húmedo
´	= 1,00 (gr/cm³)	; peso unitario natural boyante caso temporal
E	= 2500$\sqrt{z}$	; módulo de elasticidad estático (ton/m²)
Ed	= 3E	; módulo de elasticidad caso sísmico
	= 0,30	; razón de poisson

Particularmente, dada la presencia de material más fino, detectada en la estratigrafía de las calicatas de exploración y a partir de la clasificación USCS del material detectado, se definen conservadoramente las siguientes propiedades mecánicas para los sectores LON 14, LON 20 y LON 29 (SECTOR 2 y SECTOR 3):

SUELO DE FUNDACIÓN – SECTOR 2

+1,00 (Estrato H-2) – Suelo Natural

Arcilla arenosa a limo arenoso (CL a ML)

	= 20°	; ángulo de fricción interna;
c	= 10,00 kPa	; cohesión;
	= 1,65 (gr/cm³)	; peso unitario natural húmedo;
´	= 0,90 (gr/cm³)	; peso unitario natural boyante caso temporal
E	= 350+350z	; módulo de elasticidad estático (ton/m²)
Ed	= 3E	; módulo de elasticidad caso sísmico
	= 0,45	; razón de poisson

SUELO DE FUNDACIÓN – SECTOR 3

+1,00 (Estrato H-2) – Suelo Natural

Limo Alta Plasticidad (MH)

	= 13°	; ángulo de fricción interna;
c	= 15,00 kPa	; cohesión;
	= 1,50 (gr/cm³)	; peso unitario natural húmedo;
	= 0,70 (gr/cm³)	; peso unitario natural boyante caso temporal
E	= 250+250z	; módulo de elasticidad estático (ton/m²)
Ed	= 3E	; módulo de elasticidad caso sísmico
	= 0,45	; razón de poisson

9.5.5. Capacidad de soporte admisible zapatas

A continuación, se entrega la capacidad de soporte admisible para el diseño de fundaciones de obras de hormigón armado apoyadas sobre suelo natural no removido o relleno compactado controlado con un sobreancho de a lo menos 1,0 m respecto de los bordes de la fundación. Las obras consideradas son canales de acceso, desarenadores, vertederos, muros laterales y obras de entrega.

Los tipos de fundaciones más económicos y apropiados, para el suelo existente en el sitio son cimiento corrido bajo muros y zapatas aisladas bajo pilares.

Cualquier sobreexcavación que se produzca bajo fundaciones se rellenará a lo menos con hormigón pobre de 85 kg (2 bolsas) de cemento por metro cúbico de mezcla. No se aceptará rellenos compactados bajo fundaciones, salvo que se trate de rellenos estructurales compactados y controlados al 95% de la D.M.C.S. de Contención (NCh1534/2. Of79) y un sobreancho de a lo menos 1,0 m.

La presión de contacto estática de las fundaciones, con su sello a 1,20 m de profundidad mínimo respecto de la superficie actual de terreno y 0,60 m respecto del sello de radier del estanque de acumulación adyacente a la estructura, con su apoyo en suelo natural no removido, relleno compactado controlados o roca, no deberá ser superior a la presión máxima admisible q_{ad}.

Para el cálculo de la capacidad de soporte permanente para las estructuras proyectadas, se ha utilizado conservadoramente la expresión de Hansen 1970:

$$q_{ult} = cN_c s_c d_c i_c g_c b_c + \bar{q} N_q s_q d_q i_q g_q b_q + 0.5\gamma B' N_\gamma s_\gamma d_\gamma i_\gamma g_\gamma b_\gamma$$

N_c = igual que Meyerhof. $N_c = (N_q - 1)\cot \emptyset$

$N_q = igual\ que\ Meyerhof.\ N_q = e^{\pi tan\emptyset} tan^2\left(45 + \frac{\emptyset}{2}\right)$

N_γ = igual que Meyerhof. $N_\gamma = (N_q - 1)\tan(1{,}4\ \emptyset)$

Factores de Forma y área efectiva (B' y L')

$s_c = 1{,}0 + \frac{N_q}{N_c} \cdot \frac{B'}{L'}$

$s_q = 1{,}0 + \frac{B'}{L'}\sin \emptyset$

$s_\gamma = 1{,}0 - 0{,}4\ \frac{B'}{L'} \geq 0{,}6$

Factores de profundidad del sello

$d_c = 1{,}0 + 0{,}4k$

$d_q = 1 + 2tan\emptyset\ (1 - sin\ \emptyset\ )^2 k$

$= \frac{D}{B} para \frac{D}{B} \leq 1$

$= tan^{-1}\left(\frac{D}{B}\right) para \frac{D}{B} > 1$

en radianes

$d_\gamma = 1{,}00$ para todo

Factores de Inclinación de la carga

$i_c = i_q - \frac{1 - i_q}{N_q - 1}$

$i_q = \left[1 - \frac{0{,}5\ H_i}{V + A_f c_a \cot \emptyset}\right]^{\propto 1}$

$2 \leq \alpha_1 \leq 5$

$i_\gamma = [1 - \frac{0{,}7 H_i}{V + A_f c_a \cot \emptyset}]^{\alpha 2}$

$i_\gamma = \left[1 - \frac{(0{,}7 - n^\circ/450^\circ)\ H_i}{V + A_f c_a\ cot\emptyset}\right]^{\alpha 2}$

$2 \leq \alpha_2 \leq 5$

Factores de Inclinación de la superficie

$g_c = 1{,}0 - \frac{\beta^\circ}{147^\circ}$

$g_q = g_\gamma = (1 - 0{,}5 \tan \beta)^5$

$\beta° = 0 \Rightarrow g_c = g_q = g_\gamma = 1{,}0$

Factores de Inclinación del sello de fundación

$b_c = 1 - \frac{n^\circ}{147^\circ} \quad (\emptyset > 0)$

$b_q = \exp(-2n \tan \emptyset)$

$b_\gamma = \exp(-2{,}7\, n \tan \emptyset)$

$n \; en \; radianes$

$\eta^\circ = 0 \Rightarrow b_c = b_q = b_\gamma = 1{,}0$

Al aplicar las condiciones de apoyo encontradas y los parámetros de resistencia al corte asignados al suelo de fundación definidos, se obtienen las siguientes expresiones para el cálculo de la capacidad de soporte:

CUADRO 9-9: CAPACIDAD DE SOPORTE POR RESISTENCIA AL CORTE

Condición	Unidad	Capacidad de soporte q_u (ton/m²)	Máximo admisible q_{ad} (ton/m²)
I. SECTOR 1 LON-01; LON-04; LON-05; LON-08*; LON-09; LON-10; LON-13; LON-19; LON-22; LON-23; LON-26	Suelo Natural Arena Limosa a Limo arenoso	$q_{ad} = (14 + '4D)(1 + \frac{0{,}49B}{L}) + B\left(1 - \frac{0{,}4B}{L}\right)$	25
II. SECTOR 2 LON 20 - LON 29	Suelo Natural Arcilla a Arcilla Limosa	$q_{ad} = (6.9 + 1.7D)(1 + \frac{0{,}39B}{L}) + 0.3B\left(1 - \frac{0{,}4B}{L}\right)$	15
III. SECTOR 3 LON 14	Suelo Natural Limo alta Plasticidad	$q_{ad} = (5.0 + 1.0D)(1 + \frac{0{,}20B}{L}) + 0.1B\left(1 - \frac{0{,}4B}{L}\right)$	10
IV. Relleno compactado controlado		$q_{ad} = (15D)(1 + \frac{0{,}70B}{L}) + 6B\left(1 - \frac{0{,}4B}{L}\right)$	25

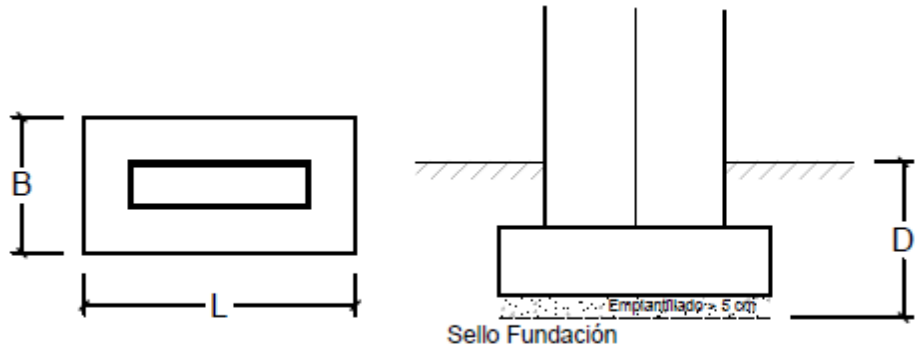
Donde:

D: Profundidad sello de fundación respecto al sello de radier del estanque en m. Considerar D = 0,60 m y emplantillado de a lo menos 5 cm;

B: Ancho fundación en m;

L: Largo fundación en m;

(*): Los interesados desisten de la participación



Nota:

- Para las estructuras, la resultante de las cargas para solicitaciones normales deberá quedar ubicada dentro del tercio central de la fundación. En el caso de cargas normales más eventuales (sismo, vientos, etc.), se admitirá como mínimo un 80% del área en compresión a nivel de sello de fundación. **En cualquier caso, ninguna fundación podrá tener una presión de contacto, para el caso estático, mayor que la señalada en el** Cuadro **9-9.** Se deberá verificar también el asentamiento máximo admisible según lo expuesto en el acápite.

- Condiciones de diseño I, II y III, corresponden a zapatas apoyadas en suelo natural no removido ni recompactado

- Para considerar en el diseño de fundaciones la condición "IV" será necesario verificar que los rellenos compactados controlados se ejecuten sobre suelo natural no removido, que estos tengan un espesor bajo sello a lo menos igual al ancho de la fundación "B" y un sobreancho de 1,0 m medidos desde el borde la fundación

El valor determinado de la expresión anterior es válido para cargas permanentes. Para los efectos de combinación de carga estática permanente más eventual (sísmica) el valor de q_{ad} podrá aumentarse en un 50%; ya que el factor de seguridad pasa de 3,0 a 2,0. Esta consideración se aplica a todas las obras de hormigón analizadas en este estudio.

El asentamiento máximo admisible considerado en todas las obras de hormigón (desarenadores, vertederos, entregas u otros) es de 1,5 cm para cargas permanentes. Lo anterior se establece de modo de garantizar que la curva carga-deformación estará en el rango elástico.

9.5.6. Constante de balasto

La constante de balasto para el modo de deformación por asentamientos verticales de las fundaciones, se podrá calcular de las expresiones dadas para los asentamientos, distinguiéndose las mismas circunstancias de velocidad de aplicación de las cargas. En general las constantes de balasto se podrán calcular de las siguientes expresiones:

- Fundaciones en arena limosa a limo arenoso (SECTOR 1)

$K_s = \frac{450+450z}{B}$ ton/m³, para cargas permanentes

$K_d = \frac{1200+1200z}{B}$ ton/m³, para cargas eventuales

Fundaciones en Arcilla a Arcilla Limosa (SECTOR 2)

$K_s = \frac{400+400z}{B}$ ton/m³, para cargas permanentes

$K_d = \frac{1200+1200z}{B}$ ton/m³, para cargas eventuales

Fundaciones en Limo Alta Plasticidad (SECTOR 3)

$K_s = \frac{250+250z}{B}$ ton/m³, para cargas permanentes

$K_d = \frac{700+700z}{B}$ ton/m³, para cargas eventuales

- Fundaciones en Relleno compactado controlado

$K_s = \frac{2500\sqrt{z}}{B}$ ton/m³, para cargas permanentes

$K_d = \frac{7000\sqrt{z}}{B}$ ton/m³, para cargas eventuales

Con z, profundidad de sello de fundación y B ancho de fundación en metros (m).

9.6. **Sector Parral**

9.6.1. Suelo Fundación

A partir de los antecedentes revisados, de la visita realizada a la obra, estratigrafías de las calicatas de exploración (Anexo 9-1), resultados de los ensayos de laboratorio y densidades in situ (Anexo 9-2), se han obtenido las siguientes conclusiones respecto de la capacidad de soporte, excavaciones en

talud y recomendaciones generales de construcción para las obras proyectadas. Las obras consideradas son canales de acceso, desarenadores, vertederos, muros laterales y obras de entrega.

9.6.2. Exploración y Resultados Laboratorio

En el Anexo 9-1, se entrega el registro y descripción estratigráfica de las calicatas de exploración ejecutados. En el Anexo 9-2, se entregan los resultados de los ensayos de laboratorio. En la Cuadro , se entrega un resumen de las calicatas excavadas y en el Cuadro 9-10 un resumen de los ensayos realizados en este sector.

CUADRO 9-10: CALICATAS SECTOR PARRAL

N°	Sitio	Designación	Coordenadas Norte (m)	Coordenadas Este (m)	Profundidad (m)
1	PAR-01	PAR-01-C1	5.985.054	255.171	3,0
2	PAR-02	PAR-02-C1	5.986.258	253.010	3,0
3	PAR-03	PAR-03-C1	5.990.245	252.709	3,0
4	PAR-04	PAR-04-C1	5.988.272	259.286	3,0
6	PAR-06*	PAR-06-C1	5.983.460	256.598	3,0
7	PAR-07	PAR-07-C1	5.986.275	267.768	3,0

(*): Los interesados desisten de la participación

Fuente: Elaboración Propia

CUADRO 9-11: RESULTADOS DE LABORATORIO SECTOR PARRAL

Dato	PAR-01-C1	PAR-02-C1	PAR-03-C1	PAR-04-C1	PAR-06-C1*	PAR-07-C1
Horizonte	3	3	2	4	4	3
Cota	1,70-3,00	2,50-3,00	0,60-2,70	2,00-2,50	1,70-2,50	2,50-3,00
% finos bajo 0,08 mm	61	54	74	77	63	96
Densidad de Part. Sólidas	2.60	2.62	2.55	2.56	2.58	2.66
Límite Líquido	47,1	30,3	66,4	112,2	55,5	49,4
Límite Plástico	42,3	24,5	55,0	85,9	-	39,5
Indice plasticidad	4,8	5,8	11,4	26,3	NP	9,9
Clasificación USCS	ML	ML	MH	MH	MH	ML-MH
DENSIDAD HUIMEDA	1,385	1,388	1,250	1,262	1,565	1,670
% DE HUMEDAD	38.8	30.6	35.3	80.0	51.2	46.0
DENSIDAD SECA	0.998	1,063	0.924	0.701	1,035	1,144
D.M.C.S. (PM)	-	-	-	-	-	-
% DE COMPACTACIÓN	-	-	-	-	-	-

(*): Los interesados desisten de la participación. Fuente: Resultados ensayos Labsai

Fuente: Elaboración Propia

CUADRO 9-12: ESTRATIGRAFÍAS SIMPLIFICADAS CALICATAS DE EXPLORACIÓN

Calicata Nº	Sitio	Cota / descripción						Cota Napa (m)
		Cota (m)	Unidad	Color	Humedad	Compacidad	Consistencia	
1	PAR-01	0.00 - 0.40	VEGETAL	---	---	---	---	--- -
		0.40 - 1.60	Arena Limosa	Café anaranjado	Media	---	Baja-	
		1.60 - 3.00	Grava Arenosa	Café Amarillento	Media	---	Media	
2	PAR-02	0.00 - 1.30	Arcilla	Café	Baja	---	Alta	---
		º1.30 - 2.50	Grava Limosa	Café	Media	Firme	---	
		2.50 - 3.00	Limo	gris	Saturado	---	Media	
3	PAR-03	0.00 - 0.60	Arcilla	Café	Baja	--	Alta	---
		0.60 - 2.60	Limo	Café Amarillento	Baja	---	Media	
		2.60 -3.00	Arena Limosa	Gris	Media	Alta	---	
4	PAR-04	0.00 - 0.70	Limo	Negro	Baja	---	Baja	---
		0.70 - 2.50	Limo	Café	Media		Media	
		2.50 -3.00	Grava	Café/Gris	Media	Alta	---	
5	PAR-06*	0.00 - 0.45	Limo	Negro	Media	---	Baja	---
		0.45 - 1.30	Limo	Café	Alta	---	Baja	
		1.30 - 1.70	Grava	Gris	Media	Media	---	
		1.70 - 2.50	Limo	Café	Alta	---	Alta	
		2.50 - 3.00	Arena	Gris	Media	Alta	---	
6	PAR-07	0.00 - 0.40	Relleno	Café	---	---	---	---
		0.40 - 2.10	Limo	Café Amarillento	Baja		Firme	
		2.10 - 3.00	Limo	Amarillento	Alta	Firme		

(*): Los interesados desisten de la participación

Fuente: Resultados ensayos Labsai

9.6.3. Modelo Estratigráfico

Para fines de diseño de fundaciones, recomendaciones para ejecución de microtranques, determinación de la capacidad de soporte, cálculo de asentamientos y recomendaciones de construcción se puede adoptar el siguiente modelo estratigráfico:

CUADRO 9-13: MODELO ESTRATIGRÁFICO

Horizonte	Profundidad (m)	Descripción
H-1	0,00 - 0,40	Capa Vegetal a relleno artificial no controlado
H-2	0,40 - 3,00	Limo arcillo gravoso a arena limosa de color café amarillento humedad baja en aumento con la profundidad, plasticidad media a alta, estructura homogénea, consistencia firme, se observan gravas altamente descompuestas, algunas raíces y bolones aislados de tamaño máximo 7".

Cabe destacar que, de acuerdo con los resultados de los ensayos de laboratorio, el suelo de fundación clasifica con ML y MH principalmente, pudiéndose detectar materiales distintos como gravas y arenas, pero ellos en cualquier caso tendrán una matriz limosa principalmente, por lo que aplica de manera conservadora el modelo adoptado.

9.6.4. Parámetros de diseño.

A partir de los antecedentes revisados, resultados de los ensayos de laboratorio y de propiedades de suelos de similares características granulométricas y origen geológico, se definen dada la homogeneidad de los materiales encontrados, las siguientes propiedades mecánicas de resistencia al corte y esfuerzo de deformación para el suelo de fundación:

SUELO DE FUNDACION (Condición I)

+1.00 (Estrato H-2) - Suelo Natural

Limo arcilloso (ML)

	= 25°	; ángulo de fricción interna;
c	= 15,00 kPa	; cohesión;
	= 1,65 (gr/cm³)	; peso unitario natural húmedo;
´	= 0,90 (gr/cm³)	; peso unitario natural boyante caso temporal
E	= 400+400z	; módulo de elasticidad estático (ton/m²)
Ed	= 3E	; módulo de elasticidad caso sísmico
	= 0,40	; razón de poisson

RELLENO COMPACTADO CONTROLADO (Condición II)

95% D.M.C.S NCh1534/2.Of79

Grava arenosa (GP-GW)

	= 36°	; ángulo de fricción interna
c	= 0,00 kPa	; cohesión
	= 2,00 (gr/cm³)	; peso unitario húmedo
´	= 1,00 (gr/cm³)	; peso unitario natural boyante caso temporal
E	= $2500\sqrt{z}$	; modulo de elasticidad estático (ton/m²)
Ed	= 3E	; módulo de elasticidad caso sísmico
	= 0,30	; razón de poisson

9.6.5. Capacidad de soporte admisible zapatas

A continuación, se entrega la capacidad de soporte admisible para el diseño de fundaciones de obras de hormigón armado apoyadas sobre suelo natural no removido o relleno compactado controlado con un sobreancho de a lo menos 1,0 m respecto de los bordes de la fundación. En terreno se verificará que el suelo de apoyo corresponda a un material tipo ML, en caso de que corresponda a MH (Trumao, ceniza volcánica), será necesario efectuar los análisis que correspondan de modo de verificar que este material no sea expansivo y que en efecto corresponda a la ceniza volcánica señalada. Ante la falta de certeza se analizará in situ la posibilidad de profundizar el sello de fundación. Las obras consideradas son canales de acceso, desarenadores, vertederos, muros laterales y obras de entrega.

Los tipos de fundaciones más económicos y apropiados, para el suelo existente en el sitio son cimiento corrido bajo muros y zapatas aisladas bajo pilares.

Cualquier sobreexcavación que se produzca bajo fundaciones se rellenará a lo menos con hormigón pobre de 85 kg (2 bolsas) de cemento por metro cúbico de mezcla. No se aceptará rellenos compactados bajo fundaciones, salvo que se trate de rellenos estructurales compactados y controlados al 95% de la D.M.C.S. de Contención (NCh1534/2.Of79) y un sobreancho de a lo menos 1,0 m.

La presión de contacto estática de las fundaciones, con su sello a 1,20 m de profundidad mínimo respecto de la superficie actual de terreno y 0,60 m respecto del sello de radier del estanque adyacente a la estructura, con su apoyo en suelo natural no removido, relleno compactado controlados o roca, no deberá ser superior a la presión máxima admisible q_{ad}.

Para el cálculo de la capacidad de soporte permanente para las estructuras proyectadas, se ha utilizado conservadoramente la expresión de Hansen 1970:

$$q_{ult} = cN_c s_c d_c i_c g_c b_c + \bar{q} N_q s_q d_q i_q g_q b_q + 0.5\gamma B' N_\gamma s_\gamma d_\gamma i_\gamma g_\gamma b_\gamma$$

N_c = igual que Meyerhof. $N_c = (N_q - 1)\cot \emptyset$

$N_q = igual\ que\ Meyerhof.\ N_q = e^{\pi tan\emptyset} tan^2\left(45 + \frac{\emptyset}{2}\right)$

N_γ = igual que Meyerhof. $N_\gamma = (N_q - 1)\tan(1{,}4\ \emptyset)$

Factores de Forma y área efectiva (B' y L')

$s_c = 1{,}0 + \frac{N_q}{N_c} \cdot \frac{B'}{L'}$

$s_q = 1{,}0 + \frac{B'}{L'} \sin \emptyset$

$s_\gamma = 1{,}0 - 0{,}4\ \frac{B'}{L'} \geq 0{,}6$

Factores de profundidad del sello

d_c = $1{,}0 + 0{,}4k$

$d_q = 1 + 2tan\emptyset\ (1 - sin\ \emptyset)^2 k$

$= \frac{D}{B} para \frac{D}{B} \leq 1$

$= tan^{-1}\left(\frac{D}{B}\right) para \frac{D}{B} > 1$

en radianes

$d_\gamma = 1{,}00$ para todo

Factores de Inclinación de la carga

$i_c = i_q - \frac{1 - i_q}{N_q - 1}$

$i_q = \left[1 - \frac{0{,}5\ H_i}{V + A_f c_a \cot \emptyset}\right]^{\propto 1}$

$2 \leq \alpha_1 \leq 5$

$i_\gamma = [1 - \frac{0.7 H_i}{V + A_f c_a \cot \emptyset}]^{\alpha 2}$

$i_\gamma = \left[1 - \frac{(0{,}7 - n^\circ/450^\circ)\ H_i}{V + A_f c_a\ cot\emptyset}\right]^{\alpha 2}$

$2 \leq \alpha_2 \leq 5$

Factores de Inclinación de la superficie

$$g_c = 1{,}0 - \frac{\beta^\circ}{147^\circ}$$
$$g_q = g_\gamma = (1 - 0{,}5 \tan\beta)^5$$
$$\beta^\circ = 0 \Rightarrow g_c = g_q = g_\gamma = 1.0$$

Factores de Inclinación del sello de fundación

$$b_c = 1 - \frac{n^\circ}{147^\circ} \qquad (\emptyset > 0)$$
$$b_q = \exp(-2n \tan\emptyset)$$
$$b_\gamma = \exp(-2.7\, n \tan\emptyset)$$
$$n \text{ en radianes}$$
$$\eta^\circ = 0 \Rightarrow \quad b_c = b_q = b_\gamma = 1.0$$

Al aplicar las condiciones de apoyo encontradas y los parámetros de resistencia al corte asignados al suelo de fundación definidos, se obtienen las siguientes expresiones para el cálculo de la capacidad de soporte:

CUADRO 9-14: CAPACIDAD DE SOPORTE POR RESISTENCIA AL CORTE

Condición	Unidad	Capacidad de soporte q_u (ton/m²)	Máximo admisible q_{ad} (ton/m²)
I	Suelo Natural Limo arcillo arenoso	$q_{ad} = (13{,}8 + 2{,}5D)(1 + \frac{0{,}39B}{L}) + 0{,}4B\left(1 - \frac{0{,}4B}{L}\right)$	25
II	Relleno compactado controlado	$q_{ad} = (15D)(1 + \frac{0{,}70B}{L}) + 6B\left(1 - \frac{0{,}4B}{L}\right)$	25

Donde:

D : Profundidad sello de fundación respecto al sello de radier del estanque en m. Considerar D = 0,60 m;

B : Ancho fundación en m;

L : largo fundación en m;

Nota:

- Para las estructuras, la resultante de las cargas para solicitaciones normales deberá quedar ubicada dentro del tercio central de la fundación. En el caso de cargas normales más eventuales (sismo, vientos, etc.), se admitirá como mínimo un 80% del área en compresión a nivel de sello de fundación. En cualquier caso, ninguna fundación podrá tener una presión de contacto, para el caso estático, mayor que la señalada en el Cuadro 9-14. Se deberá verificar también el asentamiento máximo admisible según lo expuesto en el acápite.

- La condición I, fundación apoyada en suelo natural no removido, se puede aplicar para todo el sector, excepto si se quieren realizar rellenos compactados controlados, caso en el cual aplicaría la condición II.
- Para considerar en el diseño de fundaciones la condición "II" será necesario verificar que los rellenos compactados controlados se ejecuten sobre suelo natural no removido, que estos tengan un espesor bajo sello a lo menos igual al ancho de la fundación "B" y un sobreancho de 1,0 m medidos desde el borde la fundación.

El valor determinado de la expresión anterior es válido para cargas permanentes. Para los efectos de combinación de carga estática permanente más eventual (sísmica) el valor de q_{ad} podrá aumentarse en un 50%; ya que el factor de seguridad pasa de 3,0 a 2,0. Esta consideración se aplica a todas las obras de hormigón analizadas en este estudio.

El asentamiento máximo admisible considerado en todas las obras de hormigón (desarenadores, vertederos, entregas u otros) es de 1,5 cm para cargas permanentes. Lo anterior se establece de modo de garantizar que la curva carga- deformación estará en el rango elástico.

9.6.6. Constante de balasto

La constante de balasto para el modo de deformación por asentamientos verticales de las fundaciones se podrá calcular de las expresiones dadas para los asentamientos, distinguiéndose las mismas circunstancias de velocidad de aplicación de las cargas. En general las constantes de balasto se podrán calcular de las siguientes expresiones:

- Fundaciones en arena limosa a limo arenoso

$$K_s = \frac{400+400z}{B} \quad \text{ton/m}^3\text{, para cargas permanentes}$$

$$K_d = \frac{1200+1200z}{B} \quad \text{ton/m}^3\text{, para cargas eventuales}$$

- Fundaciones en Relleno compactado controlado

$$K_s = \frac{2500\sqrt{z}}{B} \quad \text{ton/m}^3\text{, para cargas permanentes}$$

$$K_d = \frac{7000\sqrt{z}}{B} \quad \text{ton/m}^3\text{, para cargas eventuales}$$

Con z, profundidad de sello de fundación y B ancho de fundación en metros (m).

9.7. Sector Retiro

9.7.1. Suelo Fundación

A partir de los antecedentes revisados, de la visita realizada a la obra, estratigrafías de las calicatas de exploración (Anexo 9-1), resultados de los ensayos de laboratorio, densidades in situ y ensayos de infiltración método de porchet (Anexo 9-2), se han obtenido las siguientes conclusiones respecto de la capacidad de soporte, excavaciones en talud y recomendaciones generales de construcción para las obras proyectadas. Las obras consideradas son canales de acceso, desarenadores, vertederos, muros laterales y obras de entrega.

9.7.2. Exploración y Resultados Laboratorio

En el Anexo 9-1, se entrega el registro y descripción estratigráfica de las calicatas de exploración ejecutados. En el Anexo 9-2, se entregan los resultados de los ensayos de laboratorio. En el Cuadro 9-15 se entrega un resumen de las calicatas excavadas y en el Cuadro 9-16 y Cuadro 9-17, un resumen de los ensayos realizados. En el Cuadro 9-18 un resumen de la estratigrafía de las calicatas realizadas.

CUADRO 9-15: CALICATAS SECTOR RETIRO

N°	Sitio	Designación	Coordenadas Norte	Coordenadas Este	Profundidad (m)
1	RET-01	RET-01-C1	6.006.603	254.886	1,5
2	RET-02	RET-02-C1	6.012.338	253.858	1,0
3	RET-05	RET-05-C1	6.001.712	270.014	0,4
4		RET-05-C1A	5.992.981	262.462	2,5
5		RET-05-C2	5.992.947	262.432	2,0
6	RET-06	RET-06-C1	6.004.906	246.108	2,0
7		RET-06-C2	6.004.906	246.108	3,0
8	RET-07	RET-07-C1	6.004.226	253.617	2,0
9		RET-07-C2	6.004.275	253.596	3,0
10	RET-08	RET-08-C1	6.002.306	256.643	1,2
11	RET-11	RET-11-C1	6.013.949	252.728	2,0
12	RET-15	RET-15-C1	6.015.229	237.655	2,0
13		RET-15-C2	6.015.885	237.235	1,0
14	RET-16*	RET-16-C1	5.995.445	261.878	2,0
15	RET-19	RET-19-C1	6.007.717	252.309	3,0
16	RET-20	RET-20-C1	6.006.557	254.159	2,0
17		RET-20-C2	6.006.644	254.221	2,0

(*): Los interesados desisten de la participación

Fuente: Elaboración Propia

CUADRO 9-16: RESULTADOS DE LABORATORIO SECTOR RETIRO

Dato	RET-01-C1	RET-02-C1	RET-05-C1A	RET-05-C2	RET-06-C1**	RET-06-C2**
Horizonte	3	2	2	3	3	2
Cota	0,70-1,50	0,40-1,00	0,05-1,90	1,00-2,00	1,20-2,00	0,40-1,10
% finos bajo 0.08 mm	65	64	80	34	39	58
Densidad de Part. Sólidas	2,68	2,70	2,50	2,71	2,64	2,68
Límite Líquido	40,9	35,0	62,2	46,0	34,5	31,5
Límite Plástico	24,2	15,6	45,3	44,0	-	20,8
Índice plasticidad	16,7	19,4	16,9	2,0	NP	10,7
Clasificación USCS	CL	CL	MH	GM	SM	CL
DENSIDAD HUIMEDA	1,678	2,035	1,560	-	1,865	1,753
% DE HUMEDAD	28,5	12,3	42,7	-	23,7	18,4
DENSIDAD SECA	1,306	1,812	1,093	-	1,508	1,481
D.M.C.S. (PM)	-	-	1,593	-	-	1,900
% DE COMPACTACIÓN	-	-	68,6	-	-	77,9

Dato	RET-07-C1	RET-07-C2	RET-08-C1	RET-11-C1	RET-15-C1	RET-15-C2
Horizonte	3	2	3	1	1	4
Cota	0,30-0,80	0,30-0,80	1,70-3,00	0,00-1,20	0,00-1,50	1,60-2,00
% finos bajo 0.08 mm	41	41	11	64	73	92
Densidad de Part. Sólidas	2,66	2,66	2,72	2,68	2,62	2,68
Límite Líquido	36,0	29,5	36,3	29,1	36,4	46,7
Límite Plástico	-	-	18,9	18,2	25,7	19,7
Índice plasticidad	NP	NP	17,4	10,9	10,7	27,0
Clasificación USCS	SM	SM	GP-GC	CL	ML	CL
DENSIDAD HUIMEDA	1,870	1,918	-	1,995	1,701	1,905
% DE HUMEDAD	26,0	26,1	-	24,4	25,3	12,3
DENSIDAD SECA	1,484	1,521	-	1,604	1,358	1,696
D.M.C.S. (PM)	-	-	-	-	-	1,855
% DE COMPACTACIÓN	-	-	-	-	-	91,6

Dato	RET-16-C1*	RET-19-C1	RET-20-C1	RET-20-C2		
Horizonte	3	4	2	2		
Cota	0,30-2,00	2,20-3,00	1,10-1,80	0,05-1,10		
% finos bajo 0.08 mm	28	52	64	83		
Densidad de Part. Sólidas	2,66	2,68	2,55	2,64		
Límite Líquido	36,0	27,9	54	45		
Límite Plástico	-	21,4	44,8	27,8		
Índice plasticidad	NP	6,5	9,0	18		
Clasificación USCS	SM	CL-ML	MH	ML		
DENSIDAD HUIMEDA	1,753	2,032	1,612	1,684		
% DE HUMEDAD	25,1	36,4	41,3	25,4		
DENSIDAD SECA	1,401	1,490	1,141	1,343		
D.M.C.S . (PM)	-	-	-	1,667		
% DE COMPACTACIÓN	-	-	-	80,6		

(*): Los interesados desisten de la participación (**) sitio quedó seleccionado entre los 30, pero se cayó después de los primeros trabajos en terreno, por lo cual fue reemplazado por el sitio LON-05. Fuente: Resultados ensayos Labsai

CUADRO 9-17: RESULTADOS ENSAYOS DE INFILTRACIÓN MÉTODO PORCHET

Pozo Nº	Estrato (H-)	Profundidad (m)	Infiltración (mm/hora)	Permeabilidad (cm/seg)
RET 05-C-1A	2	1,00 - 1,40	359	9,97E-03
RET 06-C-2**	4	2,60 - 3,00	62	1,72E-03
RET 07-C-2	3	2,60 - 3,00	20	5,55E-04
RET 15-C-2	3	1,00 - 1,40	517	1,41E-02

(**) sitio quedó seleccionado entre los 30, pero se cayó después de los primeros trabajos en terreno, por lo cual fue reemplazado por el sitio LON-05.

Fuente: Resultados ensayos Labsai

CUADRO 9-18: ESTRATIGRAFÍAS SIMPLIFICADAS CALICATAS DE EXPLORACIÓN

Calicata Nº	Sitio	Cota / descripción						Cota Napa (m)
		Cota (m)	Unidad	Color	Humedad	Compacidad	Consistencia	
1	RET-01	0,00 - 1,50	Arcilla	Café	Media a saturada	---	Media	1,30 -
2	RET-02	0,00 - 0,40	Limo	Café	Baja	---	Alta	---
		0,40 - 1,00	Acilla	Café	Baja	---	Muy Alta	
3	RET -05	0,00 - 0,45	Limo	Café Oscuro	Baja	---	Media	1,90
4		0,45 - 1,00	Limo	Café	Media		Media	
5		1,00 -2,00	Grava	Café/Gris	Alta a Saturada	Alta	---	

CUADRO 9-18: ESTRATIGRAFÍAS SIMPLIFICADAS CALICATAS DE EXPLORACIÓN

Calicata Nº	Sitio	Cota / descripción						Cota Napa (m)
		Cota (m)	Unidad	Color	Humedad	Compacidad	Consistencia	
6	RET -06	0,00 - 0,50	Relleno	Café	Baja-	---	Alta	---
7		0,50 - 2,10	Limo	Café	Media		Media	
		2,10 - 3,00	Arena Limosa	Gris	Alta	Densa		
8	RET -07	º0,00 - 0,70	Limo	Café Oscuro	Baja		Media	
		0,70 - 1,60	Limo	Café	Media		Media	
9		1,60 - 3,00	Arena Limosa / Limo Arenoso	Café Blanquizco	Alta	Media		
10	RET -08	0,00 - 0,50	Limo	Café	Baja		Baja	
		0,50 - 0,90	Arena Arcillosa	Café Grisáceo	Saturada	Alta		
		0,90 - 1,20	Grava Arenosa	Café	Alta	Cementado		
11	RET -11	0,00 - 2,00	Arcilla	café	Media a Saturada	---	Media a Alta	1,40
12	RET -15	0,00 - 0,60	Limo	Gris	Baja	---	Firme	
		0,60 - 1,20	Arcilla	Café negruzco	Media	---	Media	
13		1,20 - 2,00	Limo	Gris	Baja	Alta	---	
14	RET -16*	0,00 - 0,80	Limo	Café Amarillento	Baja	---	Alta	
		0,80 - 2,00	Arena Limosa	Café Blanquizco	Baja	---	Muy Alta	
15	RET - 19	0,00 - 0,50	Limo	Negruzco	Media	---	Media	
		0,50 - 1,40	Limo	Café Grisáceo	Media	---	Media	
		1,40 - 2,20	Grava Limosa	Gris	Alta	Alta	---	
		2,20 - 3,00	Arcilla	Café Grisáceo	Saturada	---	Media	
16	RET - 20	0,00 - 1,10	Limo	Café	Media		Media	1,00
17		1,10 - 2,00	Grava Arcillosa	Café	Alta a Saturada	Media		

(*): Los interesados desisten de la participación

9.7.3. Modelo Estratigráfico

Para fines de diseño de fundaciones, recomendaciones ejecución microtranques, determinación de la capacidad de soporte, cálculo de asentamientos y recomendaciones de construcción se puede adoptar el siguiente modelo estratigráfico:

CUADRO 9-19: (A): MODELO ESTRATIGRÁFICO (RET 05; RET 06; RET 07; RET 08; RET 16 Y RET 19) (SECTOR 1)

Horizonte	Profundidad (m)	Descripción
H-1	0,00 - 0,50	Capa Vegetal a relleno artificial no controlado
H-2	0,50 - 1,50	Limo arcilloso de color café grisáceo a amarillento, humedad media, plasticidad baja, estructura homogénea, consistencia media, se observan gravas dispersas en descomposición.
H-3	1,50 - 2,00	Arena limosa algo arcillosa a arcilla algo arenosa de color gris verdoso, humedad alta, plasticidad baja, estructura homogénea, compacidad media a alta.
H-4	2,00 - 3,00	Grava limosa de color café claro, humedad alta a saturada, plasticidad baja, estructura homogénea, compacidad media a alta, gravas de cantos angulares y sub angulares, de tamaño máximo 9"

CUADRO 9-20 (B): MODELO ESTRATIGRÁFICO (RET 01; RET 02; RET 11; RET 15) (SECTOR 2)

Horizonte	Profundidad (m)	Descripción
H-1	0,00 - 0,40	Capa Vegetal a relleno artificial no controlado
H-2	0,40 - 0,60	Limo arcilloso a arcilla limosa de color café grisáceo a amarillento, humedad media, plasticidad baja, estructura homogénea, consistencia media, se observan gravas dispersas en descomposición.
H-3	0,60 - 2,00	Arcilla de color café, humedad alta a saturada, plasticidad media, estructura homogénea, consistencia media, se observan filtraciones

9.7.4. Parámetros de diseño.

A partir de antecedentes revisados, resultados de los ensayos de laboratorio y de propiedades de suelos de similares características granulométricas y origen geológico se definen dada la homogeneidad de los materiales encontrados las siguientes propiedades mecánicas de resistencia al corte y esfuerzo deformación para el suelo de fundación, en la condición saturada no drenada:

SUELO DE FUNDACIÓN – SECTOR 1

+1.00 (Estrato H-2) – Suelo Natural

Limo arenoso a arena limosas (ML SM)

Arcilla arenosa (CL)

	= 25°	; ángulo de fricción interna;
c	= 15 ,00 kPa	; cohesión;
	= 1,65 (gr/cm³)	; peso unitario natural húmedo;
	= 0,90 (gr/cm³)	; peso unitario natural boyante caso temporal

E	= 400+400z	; módulo de elasticidad estático (ton/m²)
Ed	= 3E	; módulo de elasticidad caso sísmico
	= 0,40	; razón de poisson

SUELO DE FUNDACIÓN – SECTOR 2

+1,00 (Estrato H-2) – Suelo Natural

Arcilla a Arcilla limosa (CL a ML)

	= 20°	; ángulo de fricción interna;
c	= 10,00 kPa	; cohesión;
	= 1,65 (gr/cm³)	; peso unitario natural húmedo;
´	= 0,90 (gr/cm³)	; peso unitario natural boyante caso temporal
E	= 350+350z	; módulo de elasticidad estático (ton/m²)
Ed	= 3E	; módulo de elasticidad caso sísmico
	= 0,45	; razón de poisson

RELLENO COMPACTADO CONTROLADO

95% D.M.C.S NCh1534/2.Of79

Grava arenosa (GP-GW)

	= 36°	; ángulo de fricción interna
c	= 0,00 kPa	; cohesión
	= 2,00 (gr/cm³)	; peso unitario húmedo
´	= 1,00 (gr/cm³)	; peso unitario natural boyante caso temporal
E	= 2500$\sqrt{z}$	; modulo de elasticidad estático (ton/m²)
Ed	= 3E	; módulo de elasticidad caso sísmico
	= 0,30	; razón de poisson

9.7.5. Capacidad de soporte admisible zapatas

A continuación, se entrega la capacidad de soporte admisible para el diseño de fundaciones de obras de hormigón armado apoyadas sobre suelo natural no removido o relleno compactado controlado con un sobreancho de a lo menos 1,0 m respecto de los bordes de la fundación. Las obras consideradas son canales de acceso, desarenadores, vertederos, muros laterales y obras de entrega.

Los tipos de fundaciones más económicos y apropiados, para el suelo existente en el sitio son cimiento corrido bajo muros y zapatas aisladas bajo pilares.

Cualquier sobreexcavación que se produzca bajo fundaciones se rellenará a lo menos con hormigón pobre de 85 kg (2 bolsas) de cemento por metro cúbico de mezcla. No se aceptará rellenos compactados bajo fundaciones, salvo que se trate de rellenos estructurales compactados y controlados al 95% de la D.M.C.S. de Contención (NCh1534/2.0f79) y un sobreancho de a lo menos 1,0 m.

La presión de contacto estática de las fundaciones, con su sello a 1,20 m de profundidad mínimo respecto de la superficie actual de terreno y 0,60 m respecto del sello de radier del estanque (microtranque) adyacente a la estructura, con su apoyo en suelo natural no removido o relleno compactado controlado, no deberá ser superior a la presión máxima admisible q_{ad}.

Para el cálculo de la capacidad de soporte permanente para las estructuras proyectadas, se ha utilizado conservadoramente la expresión de Hansen 1970:

$$q_{ult} = cN_c s_c d_c i_c g_c b_c + \bar{q} N_q s_q d_q i_q g_q b_q + 0.5\gamma B' N_\gamma s_\gamma d_\gamma i_\gamma g_\gamma b_\gamma$$

N_c = igual que Meyerhof. $N_c = (N_q - 1)\cot \emptyset$

$N_q = igual\ que\ Meyerhof.$ $N_q = e^{\pi tan\emptyset} tan^2\left(45 + \frac{\emptyset}{2}\right)$

N_γ = igual que Meyerhof. $N_\gamma = (N_q - 1)\tan(1{,}4\,\emptyset)$

Factores de Forma y área efectiva (B' y L')

$s_c = 1{,}0 + \frac{N_q}{N_c} \cdot \frac{B'}{L'}$

$s_q = 1{,}0 + \frac{B'}{L'} \sin \emptyset$

$s_\gamma = 1{,}0 - 0{,}4\,\frac{B'}{L'} \geq 0.6$

Factores de profundidad del sello

$d_c = 1{,}0 + 0{,}4k$

$d_q = 1 + 2tan\emptyset\,(1 - sin\ \emptyset)^2 k$

$= \frac{D}{B} para \frac{D}{B} \leq 1$

$= tan^{-1}\left(\frac{D}{B}\right) para \frac{D}{B} > 1$

en radianes

$d_\gamma = 1{,}00$ para todo

Factores de Inclinación de la carga

$$i_c = i_q - \frac{1 - i_q}{N_q - 1}$$

$$i_q = \left[1 - \frac{0{,}5\, H_i}{V + A_f c_a \cot \emptyset}\right]^{\propto 1}$$

$$2 \leq \alpha_1 \leq 5$$

$$i_\gamma = \left[1 - \frac{0{,}7 H_i}{V + A_f c_a \cot \emptyset}\right]^{\alpha 2}$$

$$i_\gamma = \left[1 - \frac{(0{,}7 - n^\circ/450^\circ)\, H_i}{V + A_f c_a \cot \emptyset}\right]^{\alpha 2}$$

$$2 \leq \alpha_2 \leq 5$$

Factores de Inclinación de la superficie

$$g_c = 1{,}0 - \frac{\beta^\circ}{147^\circ}$$

$$g_q = g_\gamma = (1 - 0{,}5 \tan \beta)^5$$

$$\beta^\circ = 0 \Rightarrow g_c = g_q = g_\gamma = 1{,}0$$

Factores de Inclinación del sello de fundación

$$b_c = 1 - \frac{n^\circ}{147^\circ} \quad (\emptyset > 0)$$

$$b_q = \exp(-2n \tan \emptyset)$$

$$b_\gamma = \exp(-2{,}7\, n \tan \emptyset)$$

$$n \text{ en radianes}$$

$$\eta^\circ = 0 \Rightarrow b_c = b_q = b_\gamma = 1{,}0$$

Al aplicar las condiciones de apoyo encontradas y los parámetros de resistencia al corte asignados al suelo de fundación definidos, se obtienen las siguientes expresiones para el cálculo de la capacidad de soporte:

CUADRO 9-21: CAPACIDAD DE SOPORTE POR RESISTENCIA AL CORTE

Condición	Unidad	Capacidad de soporte q_u (ton/m²)	Máximo admisible q_{ad} (ton/m²)
I. SECTOR 1 RET 05; RET 06; RET 07; RET 08; RET 16* Y RET 19	Suelo Natural Arena Limosa a Limo arenoso	$q_{ad} = (14 + 4D)(1 + \frac{0{,}49B}{L}) + B\left(1 - \frac{0{,}4B}{L}\right)$	25
II SECTOR 2 RET 01; RET 02; RET 11; RET 15	Suelo Natural Arcilla a Arcilla Limosa	$q_{ad} = (6.9 + 1.7D)(1 + \frac{0{,}39B}{L}) + 0.3B\left(1 - \frac{0{,}4B}{L}\right)$	15
III. Relleno compactado controlado		$q_{ad} = (15D)(1 + \frac{0{,}70B}{L}) + 6B\left(1 - \frac{0{,}4B}{L}\right)$	25

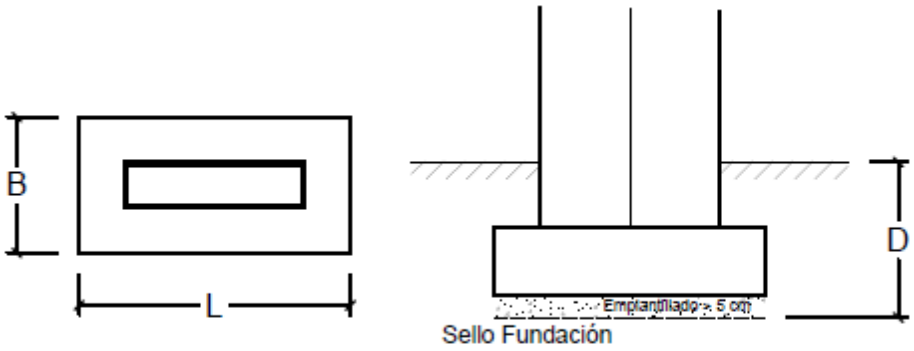
Donde:

D: Profundidad sello de fundación respecto al sello de radier del estanque en m. Considerar D = 0,60 m y emplantillado de a lo menos 5 cm;

B: Ancho fundación en m;

L: Largo fundación en m;

(*): Los interesados desisten de la participación



Nota:

- Para las estructuras, la resultante de las cargas para solicitaciones normales deberá quedar ubicada dentro del tercio central de la fundación. En el caso de cargas normales más eventuales (sismo, vientos, etc.), se admitirá como mínimo un 80% del área en compresión a nivel de sello de fundación. En cualquier caso, ninguna fundación podrá tener una presión de contacto, para el caso estático, mayor que la señalada en el Cuadro 9-21. Se deberá verificar también que el asentamiento máximo admisible sea como máximo de 1,5 cm.

- Condición I y II, corresponde a fundaciones apoyadas sobre suelo natural no removido.

- Para considerar en el diseño de fundaciones la condición "II" será necesario verificar que los rellenos compactados controlados se ejecuten sobre suelo natural no removido, que estos tengas un espesor bajo sello a lo menos igual al ancho de la fundación "B" y un sobreancho de 1,0 m medidos desde el borde la fundación.

El valor determinado de la expresión anterior es válido para cargas permanentes. Para los efectos de combinación de carga estática permanente más eventual (sísmica) el valor de q_{ad} podrá aumentarse en un 50%; ya que el factor de seguridad pasa de 3,0 a 2,0. Esta consideración se aplica a todas las obras de hormigón analizadas en este estudio.

El asentamiento máximo admisible considerado en todas las obras de hormigón (desarenadores, vertederos, entregas u otros) es de 1,5 cm para cargas permanentes. Lo anterior se establece de modo de garantizar que la curva carga deformación estará en el rango elástico.

9.7.6. Constante de balasto

La constante de balasto para el modo de deformación por asentamientos verticales de las fundaciones se podrá calcular de las expresiones dadas para los asentamientos, distinguiéndose las mismas circunstancias de velocidad de aplicación de las cargas. En general las constantes de balasto se podrán calcular de las siguientes expresiones:

Fundaciones en arena limosa a limo arenoso (SECTOR 1)

$K_s = \frac{450+450z}{B}$ ton/m³, para cargas permanentes

$K_d = \frac{1200+1200z}{B}$ ton/m³, para cargas eventuales

Fundaciones en Arcilla a Arcilla Limosa (SECTOR 2)

$K_s = \frac{400+400z}{B}$ ton/m³, para cargas permanentes

$K_d = \frac{1200+1200z}{B}$ ton/m³, para cargas eventuales

- Fundaciones en Relleno compactado controlado

$K_s = \frac{2500\sqrt{z}}{B}$ ton/m³, para cargas permanentes

$K_d = \frac{7000\sqrt{z}}{B}$ ton/m³, para cargas eventuales

Con z, profundidad de sello de fundación y B ancho de fundación en metros (m).

9.8. Conclusiones Generales Exploración

De la visita realizada a la obra, los resultados de la exploración y ensayos de laboratorio ejecutados, se concluye lo siguiente:

- De los resultados de los trabajos ejecutados, resultados de los ensayos de mecánica de suelos y considerando los datos geológicos y geomorfológicos del sector, se puede señalar que el suelo natural no removido presente en el área en estudio es adecuado para la fundación de la nueva estructura y obras de hormigón anexas al proyecto tales como obras de acceso, desarenadores, vertederos, muros laterales y obras de entrega.

- Es necesario tener presente, que dada la matriz de los materiales detectados (SM – ML), es necesario considerar que el suelo natural detectado es altamente erosionable por lo que los taludes de excavación permanente en cualquier caso serán protegidos mediante el uso de geosintéticos o vegetación;

- Dados los suelos presentes en los diferentes territorios, se considera la impermeabilización de aquellos tranques de regulación corta de menor tamaño (volumen menor a los 15.000 m^3), ya que el costo de impermeabilización para tranques mayores los hace inviables. Excepción de la regla es el sitio RET-15 que cuenta con un volumen útil de 7.127 m^3, sin embargo, su superficie de 11.900 m^2 por lo que se decidió no impermeabilizar. Lo anterior es coherente con los resultados obtenidos de los ensayos porchet realizados.

- En general, para el revestimiento de los microtranques proyectados la solución estará dada para la estanqueidad/impermeabilización con geomembranas de HDPE o PVC resistentes a la radiación UV (Anexo 9-3);

- Si se requiriese puntualmente, para estanques de hormigón enterrados (microtranques), se recomienda que estos sean excavados con paredes inclinadas y una pendiente de 45-50° respecto de la horizontal hasta alcanzar la cota de sello de excavación proyectada. El fondo de la excavación será protegido a lo menos con geomembrana tal como se señala en el acápite 9.9;

- Durante la ejecución de los trabajos y desarrollo de las excavaciones se deberá contar con un encargado de seguridad permanente en obra;

- Para el manejo del nivel de aguas subterráneas se debe realizar el drenaje superficial temporal, agotamiento mediante zanjas de drenaje desde donde el agua será bombeada hacia afuera del área de proyecto, esto es, devolviéndola hacia el canal colindante. Es necesario prever que éstas zanjas de drenaje se ubique a lo menos a 2.0 m por fuera del área de trabajo y el número puntos de bombeo se definirá a partir de la capacidad de las bombas disponibles y su profundidad a partir del requerimiento del nivel freático de modo que no interfiera con el desarrollo de las obras. Cabe destacar que el fondo del tranque se proyecta a una cota similar a la detectada en las calicatas desarrolladas entre enero y marzo.

- Respecto a la impermeabilización de los tranques proyectados, se definió inicialmente con CNR que, para volúmenes menores a 6.000 m^3 se consideraba la impermeabilización total del tranque y por ende no necesitaban un ensayo para medir infiltraciones. Finalmente, la impermeabilización se consideró para tranques de

mayor volumen y, de forma parcial, para aquellos de gran envergadura, en general, tranques ex CORA.

- El análisis de estabilidad de las formas dimensionadas tanto de muros de tierra como de las obras de hormigón se verificará para una condición de tranque seco (condición más desfavorable) y empujes de suelo saturado o napa somera.

9.9. Estanques Enterrados y Semienterrados

En el Cuadro 9-22 se presentan los volumen y alturas características de cada sitio acompañado por las características del suelo existente. En virtud de las alturas se puede separar aquellos sitios con una altura de muro mayor a 1,5 metros de relleno, los cuales son LON-01, LON-04, LON-09, LON-14 y PAR-07. En estos sitios se realizó el análisis de estabilidad de los muros en función de los requerimientos de la Ley de riego.

CUADRO 9-22: RESUMEN ALTURA DE MUROS

Sitio	Volumen útil (m^3)	Profundidad Máxima Incluye Excavación (m)	Altura Máxima de Muro de Relleno (m)	Tipología	Calicata 1			Calicata 2		
					USCS	Índice de Plasticidad	% Finos bajo 0,08 mm	USCS	Índice de Plasticidad	% Finos bajo 0,08 mm
LON-01	43.085	2,0	2,0	Rehabilitación	SM	3	46	SM-SC	7.00	48
LON-04	2.528	2,5	1,5	Construcción	ML	7	51			
LON-05	11.477	4,9	1,3	Construcción	GM	NP	13			
LON-08	Interesados desisten del proyecto			Construcción	ML	8	69			
LON-09	9.768	2,8	2,2	Construcción	SM	NP	44	GM	8.00	23.00
LON-10	2.829	1,7	1,4	Construcción	MH	23	83	SM	NP	33.00
LON-13	1.608	2,5	0,8	Construcción	SM	2	33			
LON-14	27.181	3,2	2,6	Rehabilitación	MH	NP	76	MH	NP	74.00
LON-19	3.352	1,7	0,5	Construcción	GW	NP	4			
LON-20	6.313	2,0	1,0	Construcción	CL	17	76			
LON-22	3.048	1,7	0,8	Construcción	GP	NP	3			
LON-23	4.033	2,2	1,4	Construcción	GP	NP	2	GW	NP	3
LON-26	2.746	1,9	1,1	Construcción	GP	NP	3			
LON-29	24.914	2,0	1,0	Rehabilitación	ML	10	3	CL-ML	20	3
PAR-01	4.331	3,2	0,8	Construcción	ML	5	61			
PAR-02	3.549	3,0	0,5	Construcción	ML	6	54			
PAR-03	1.921	3,0	0,5	Rehabilitación	MH	11	74			
PAR-04	5.776	2,4	1,2	Construcción	MH	26	77			
PAR-06	Interesados desisten del proyecto			Construcción	MH	NP	63			
PAR-07	1.910	1,9	1,6	Rehabilitación	ML-MH	10	96			
RET-01	3.898	1,2	1,0	Rehabilitación	CL	17	65			
RET-02	2.320	1,8	0,4	Rehabilitación	CL	19	64			
RET-05	17.221	2,9	0,6	Rehabilitación	MH	17	80	GM	2	34
RET-07	8.485	3,1	0,7	Construcción	SM	NP	41	SM	NP	41
RET-08	2.638	1,4	0,4	Construcción	GP-GC	17	11			
RET-11	1.610	1,4	1,0	Construcción	CL	11	64			
RET-15	6.053	1,0	0,4	Rehabilitación	ML	11	73	CL	27	92
RET-16	Interesados desisten del proyecto			Construcción	SM	NP	28			

CUADRO 9-22: RESUMEN ALTURA DE MUROS

Sitio	Volumen útil (m^3)	Profundidad Máxima Incluye Excavación (m)	Altura Máxima de Muro de Relleno (m)	Tipología	Calicata 1			Calicata 2		
					USCS	Índice de Plasticidad	% Finos bajo 0,08 mm	USCS	Índice de Plasticidad	% Finos bajo 0,08 mm
RET-19	4.024	1,2	1,1	Rehabilitación	CL-ML	7	52			
RET-20	35.611	1,5	1,2	Rehabilitación	MH	9	64	ML	18	83

Fuente: Elaboración Propia

A partir de los análisis de estabilidad efectuados para la excavación de los embalses de regulación corta, detallados en el Anexo 9-6, se entregan a continuación las siguientes recomendaciones generales de construcción y diseño:

- En la ejecución de las excavaciones se recomienda considerar las siguientes pendientes máximas respecto de la horizontal:

CUADRO 9-23: PENDIENTE DE TALUDES EN CORTE

Altura de la Excavación H (m)	Inclinación máxima de la Excavación (°) Respecto de la Horizontal	Pendiente (H:V)
0,00 - 4,00	55	1,0 : 1,5
4,00 - 8,00	50	1,0 : 1,2
2,50 - 3,00	34 (LON 14)	1,0 : 1,0

Fuente: Recomendación Especialista. Análisis GeoSlope/W

- En el fondo se ejecutará un relleno de 5 a 10 cm de espesor para el apoyo de la geomembrana tipo PVC/HDPE y con ello evitar daños durante la instalación y puesta en marcha; para geomembrana bituminosa ver Anexos 9-3.

- Se recomienda descartar la utilización de limo de alta plasticidad (MH) en la ejecución de los pretiles, dadas las dificultades que se presentarán durante la compactación de los rellenos controlados, de modo de alcanzar una densidad de a lo menos el 92% de la densidad máxima compactada seca, dada por el ensayo Proctor Modificado (NCh1534/II Of.79)

- El Análisis pseudoestático se realizó para el caso en que el factor de seguridad Estático presentaba el menor factor de seguridad

  En caso pseudoestático *se ha considerado un factor de seguridad F.S. > 1,00, el que está asociado a un coeficiente de aceleración horizontal de a lo menos de kh = 0,20 = A_o/2, situación que se cumple para ambos taludes con holgura, considerando el*

embalse vacío, escenario más desfavorable y respetando además la magnitud máxima para el sismo de diseño (Ao = 0,40g, zonificación sísmica NCh2369).

- El talud de aguas abajo de los pretiles antes señalados, será protegido con abundante vegetación;
- La geomembrana quedará anclada a los pies y por sobre el coronamiento de los taludes, mediante zanjas continuas de anclaje de 40 cm de ancho y 40 cm de profundidad. La separación máxima entre estas zanjas será de 10 m y el material de relleno de estas zanjas corresponderá a una arena limosa o limo arenosa, libre de gravas o gravillas o bien hormigón H5;
- Se utilizarán sacos de lastre, de 10 kg cada uno, para evitar el levante de la geomembrana con el viento;

9.10. **Materiales para rellenos y su colocación**

Los materiales para la ejecución de rellenos controlados en los embalses de regulación corta (microtranques) si se requiriese, deberán corresponder o a una arena limosa (SM), limo arenosa (ML), Grava areno Limosa (GP – GM) y excepcionalmente a una arcilla areno limosa (CL) (dadas las dificultades en la ejecución de los trabajos con este material), con un contenido de finos bajo 0,080 mm inferior al 40%, límite líquido inferior a 30%, limpia de materia orgánica y/o basuras y escombros:

- Antes de la ejecución de cualquier relleno estructural compactado controlado, será necesario realizar un escarpe de a lo menos 30 a 50 cm de espesor salvo se indique lo contrario por el especialista geotécnico en terreno;
- Se retirarán los materiales orgánicos o de alta plasticidad que pudieran existir en los sitios de proyecto;
- La clasificación USCS del material a utilizar de relleno en los estanques debe corresponder a SC, SM, ML y GP – GM. El material de contacto con la geomembrana o geotextil está libre de gravas, gravillas o arena gruesa;
- Se ejecutarán los rellenos que se requiriesen respetando una altura máxima de 0,25 m de cada capa suelta colocada, la que posteriormente será compactada según lo que se señala;
- El sobre ancho de compactación será retirado junto con el perfilado final de las obras, de modo que los materiales efectivamente materializados queden con a lo menos el 92% del proctor modificado.

- En general, el equipo compactador se pasará un mínimo de 6 veces por cada punto de cada capa, para lograr una densidad seca equivalente al 92% de la densidad máxima seca dada por el ensaye Proctor Modificado (NCh 1534/2 Of.79). La humedad de compactación será cercana a la óptima en $\pm$ 3 puntos porcentuales. La diferencia de cota entre sectores que se estén compactando deberá ser inferior a 50 cm (aproximadamente 2 capas). En sectores estrechos, entorno y sobre los ductos hasta una altura mínima de 2,0 m, se usará equipo de menor tamaño y se disminuirá el espesor de capa de manera de conseguir rellenar todos los espacios adecuadamente. Los rellenos se colocarán de manera de cumplir con las líneas y niveles indicados en los planos.

En función de los materiales encontrados en cada sitio, se detectó que el sitio LON-14 requiere materiales de relleno de otro sector. Respecto a ello, el sitio LON-05 corresponde a un punto de disponibilidad de empréstitos, ya que los registros de la estratigrafía muestran suelos tipo GW entre los 0,8 y 7 metros de profundidad, apropiados para la construcción del muro.

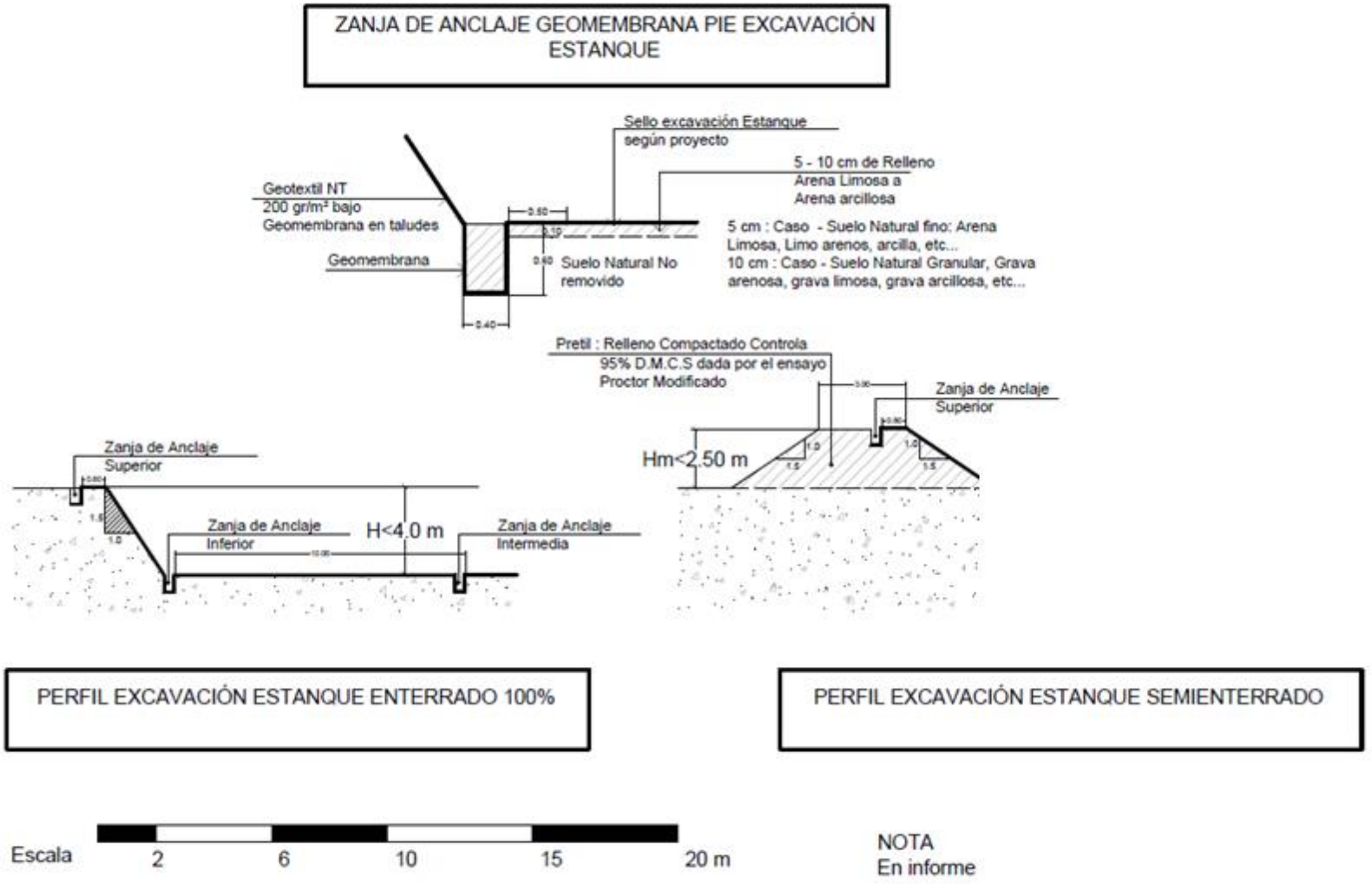


FIGURA 9-3: PERFIL DE DISEÑO ESTANQUES (MICROTRANQUES) ENTERRADOS Y SEMIENTERRADOS HM ≤ 3,0 M Y H<3,0 M

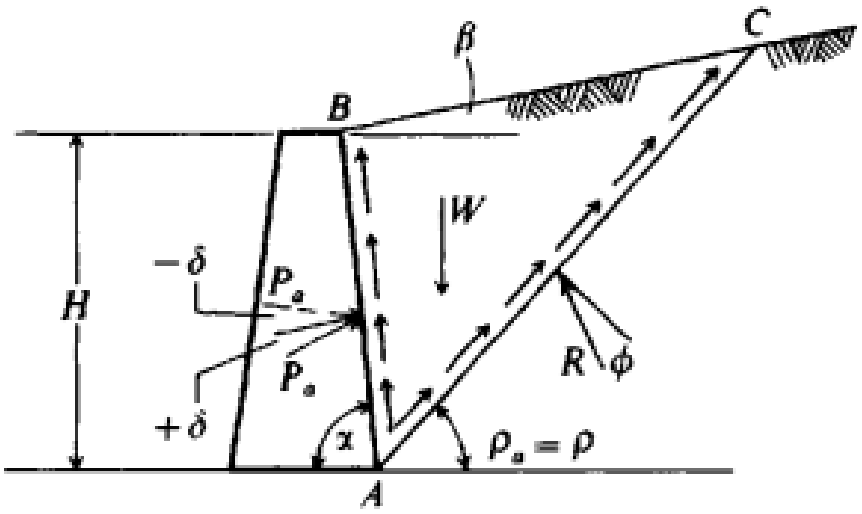
9.11. Muros de Contención

Para el cálculo de la estabilidad se debe considerar la condición de muro saturado (napa superficial) y tranque seco, la cual corresponde a la situación más desfavorable.

9.11.1. Empuje activo

El empuje de suelo que actúa horizontalmente sobre muros de contención o estanques, verticales en condición vacía, podrá calcularse utilizando un coeficiente de empuje activo igual a 0,29 y un peso unitario del relleno de 2,00 t/m^3, considerando que el material detrás del muro será una grava arenosa, grava limosa o grava arcillosa, tamaño máximo 4" (materiales disponibles en más del 50% de los sitios de proyecto). El material de relleno será compactado en capas de 25 cm sueltos, mediante a lo menos 6 pasadas de placa por punto, peso estático mínimo 150 kg.

- ángulo de fricción interna= 33°
- Relleno:
    - Grava areno limosa DR>75% o mayor al 92% DMCS (GP-GW-GM-GC)
    - Grava arenosa (GP-GW), DR>75% o mayor al 92% DMCS
    - Grava Limosa (GM), DR>75% o mayor al 92% DMCS
- sin cohesión c = 0,0 ton/m^2
- peso unitario saturado = 2,0 t/m^3 ;
- peso unitario boyante = 1,2 ton/m^3;
- aceleración sísmica Máxima efectiva Ao = 0,30g;
- Coeficiente de roce interfase suelo-hormigón = 0
- Paramento interior del muro Vertical = 90°;
- Superficie del terreno Trasdós horizontal = 0



(a) Assumed conditions for failure

FIGURA 9–4: ESQUEMA EMPUJE ACTIVO

$$K_a = \frac{sin^2(\alpha + \phi)}{sin^2\alpha \cdot \sin(\alpha - \delta)\left[1 + \sqrt{\frac{\sin(\phi+\delta)\cdot\sin(\phi-\beta)}{\sin(\alpha-\delta)\cdot\sin(\alpha+\beta)}}\right]^2}$$

Los valores anteriores conducen a los siguientes coeficientes de empujes:

$$\sigma_h = 0{,}59z + 0{,}29\ q_S$$

σ_h = presión horizontal sobre el muro en t/m^2.

z = profundidad a la cual se desea determinar σ_h, en m.

q_s = sobrecarga que podría existir a nivel del terreno, en t/m^2

9.11.2. Empuje sísmico

En la eventualidad de la ocurrencia de un sismo, se deberá agregar a la presión estática permanente del caso activo, un aumento sísmico de acuerdo con la ley de triángulo invertido. El incremento del empuje total en el caso sísmico (presión activa más sísmica) queda dado por la expresión (Mononobe y Okabe):

$$K_{ae} = \frac{sin^2(\alpha + \theta - \phi)}{\cos\theta \cdot sin^2\alpha \cdot \sin(\alpha + \theta + \delta)\left[1 + \sqrt{\frac{\sin(\phi+\delta)\cdot\sin(\phi-\beta-\theta)}{\sin(\alpha+\theta+\delta)\cdot\sin(\alpha-\beta)}}\right]^2}$$

$$\tan^{-1}\theta = \frac{F_h}{F_v} = \frac{k_h}{1 \pm k_v}$$

k_h = Ao/2g (desplazamiento controlado k_h = 0,20);

k_v = 0,00;

K_{ae}= coeficiente de empuje total sísmico (0,30)

$$\Delta\sigma_h = (Kae - Ka)\gamma(H - z)$$

$$\Delta\sigma_h = 0{,}20(H - z)$$

donde:

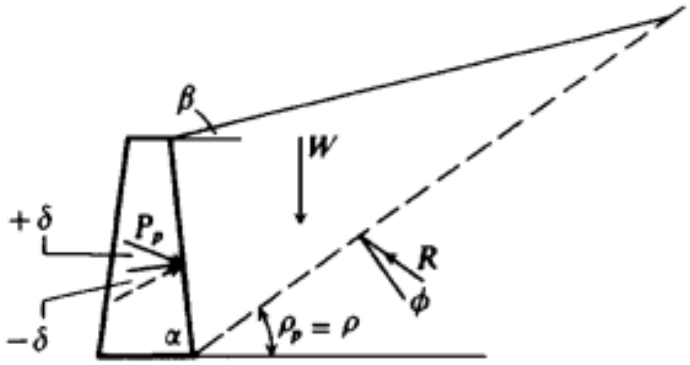
σ_{sis}= Incremento del empuje total en el caso sísmico, en t/m^2.

H = altura del muro en m

Z = profundidad medida desde la superficie del terreno hasta el punto donde se desea evaluarσ_{sis}, en m;

9.11.3. Empuje pasivo

Para el cálculo del empuje pasivos sobre la fundación del muro de contención, se podrán utilizar las expresiones siguientes, dependiendo de la ubicación del nivel freático:



(*a*) Failure wedge and forces acting on it for passive earth pressure

FIGURA 9–5: ESQUEMA EMPUJE PASIVO

$$K_p = \frac{sin^2(\alpha - \phi)}{sin^2\alpha \cdot \sin(\alpha + \delta)\left[1 - \sqrt{\frac{\sin(\phi+\delta)\cdot\sin(\phi+\beta)}{\sin(\alpha+\delta)\cdot\sin(\alpha+\beta)}}\right]^2}$$

= 20º (Suelo natural por el frente del pie del muro, caso más conservador)

= 90º

= 0

Para el peso unitario del suelo se adoptó 0,90 ton/m^3 (boyante) considerando el caso más desfavorable. Lo anterior se puede expresar a través de la siguiente relación:

$$\sigma_{hp} = 2{,}00 z_p$$

donde:

σ_{hp}= presión horizontal pasiva sobre el muro en t/m^2.

z_p = profundidad a la cual se desea determinar σ_{hp}, en m.

El factor de seguridad mínimo del muro de contención será de 1,5, tanto para volcamiento como para deslizamiento. Se considerará un coeficiente de roce en la base del muro igual a tg(14°).

Todos los muros de contención llevarán barbacanas para evitar el empuje de agua sobre ellos. Estas barbacanas serán tubos de 2" ubicados en un reticulado de 1,5 m de lado. En el extremo interior de cada tubo se colocará un trozo de geotextil TAA < 0,30 mm o similar, para evitar el escape de finos (200 gr/m²).

En el caso de utilizar muros de gaviones, antes de su colocación, en la parte posterior del muro y en su sello de fundación se colocará un geotextil NT de TAA < 0,30 mm (gramaje = 200 gr/m^2) ó similar y equivalente.

Los sellos de fundaciones de estructuras de hormigón y gaviones (muros gravitacionales) deberán ser recibidos por un profesional responsable. En el caso de producirse sobrexcavaciones a nivel de sello de fundaciones, estas se rellenarán a lo menos con hormigón pobre de 85 kg (2 bolsas) de cemento por metro cúbico de mezcla. Se podrá utilizar hasta un 20% de bolón desplazador en el hormigón pobre.

9.12. Recomendaciones de Construcción Fundaciones Superficiales

La construcción de las fundaciones se atendrá a las recomendaciones mínimas indicadas en los párrafos siguientes:

a) Definir a partir de la exploración ejecutada, cuáles serán las estructuras apoyadas en suelo natural o relleno artificial controlado;

b) Para la faena de excavaciones para fundaciones, inicialmente se deberá retirar el material superficial capa vegetal o relleno artificial. Escarpe máximo aproximado 50 cm;

c) En el sector de Longaví y Retiro, será necesario que las fundaciones queden adicionalmente por debajo de la arcilla a limo de color café oscuro a negro detectada en las calicatas de exploración;

d) Las excavaciones para fundaciones, desde el sello de radier hacia abajo, podrán ser realizadas a máquina o manualmente con taludes verticales a subverticales. Los últimos 0,05 m antes de llegar al sello de excavación, deberán ser realizados manualmente con el propósito de obtener un sello libre de material suelto, removido o perturbado.

e) Antes de la colocación del material de relleno, se deberá realizar el escarpe señalado en (b) recompactando la nueva superficie de terreno. El material de relleno se colocará en capas horizontales de espesor suelto no superior a 25 cm y será compactado con un mínimo de 6 pasadas de rodillo liviano o placa vibratoria por cada punto.

f) El material de relleno controlado trasdós los muros de contención corresponderá a una grava arenosa, grava limosa o grava arcillosa se compactará con algo de humedad. La compactación de cada capa se realizará hasta alcanzar a lo menos el 75% de la densidad relativa o mayor al 92% DMCS (P.M.).

g) En caso de que se requiera, para el agotamiento temporal de la napa se utilizará una bomba de funcionamiento continuo hasta haber hormigonado el 50% de la fundación en la altura. El succionador de la bomba será envuelto totalmente en geotextil de 150 gr/m² o similar. Se podrá utilizar un tambor perforado también envuelto en geotextil para evitar que se tape el pozo de agotamiento. Si las paredes de la excavación se muestran inestables, se deberán tender los taludes a una pendiente de 45º respecto de la horizontal;

h) La faena de agotamiento se podrá realizar desde las fundaciones directamente, para lo cual se deberá considerar una faja de seguridad medida desde el borde del pozo de a lo menos 1,0 m.

i) Las sobreexcavaciones para alcanzar la cota de sello de fundación se podrán rellenar a lo menos con hormigón de 85 kg de cemento por metro cúbico de mezcla, con hasta un 30% de bolón desplazador;

j) Los sellos de fundaciones de todas las estructuras proyectadas serán recibidos conformes por un ingeniero civil o profesional competente, para verificar que el tipo de suelo de fundación sea de una resistencia y rigidez igual o superior al supuesto en el presente informe.

k) Para fundaciones superficiales convencionales de hormigón, se verificará adicionalmente que, si existieran localmente rellenos artificiales no controlados en los sellos de fundaciones, éstos deberán extraerse totalmente y penetrar a lo menos 20 cm en el suelo natural no removido. El exceso de excavación podrá a lo menos ser rellenada con hormigón pobre. En caso de alcanzar la roca a menor cota, se podrá reducir la profundidad de fundación señalada;

l) El hormigón pobre se preparará en betonera con la cantidad mínima de agua suficiente para darle una trabajabilidad compatible con la colocación. En su confección se utilizará una dosis mínima de cemento de 85 kg (2 sacos) por metro cúbico de mezcla. La mezcla se compactará, una vez colocada, con vibrador de inmersión. Se podrá utilizar hasta un 30% de bolón desplazador en el hormigón pobre;

m) La capacidad de soporte para los sectores individualizados, en el caso de que se proyecten fundaciones paralelas a excavaciones que alcancen más allá de la cota de sello definida en el presente estudio, será necesario considerar el esquema mostrado en la Figura ;

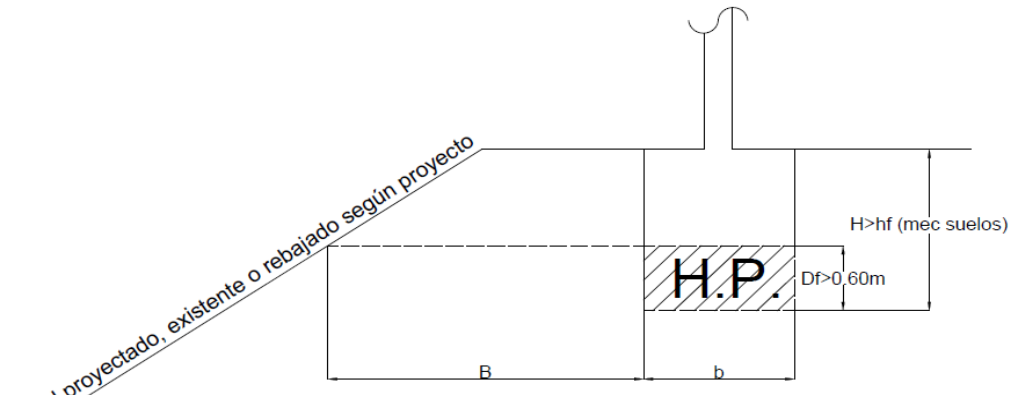


FIGURA 9-6: ESQUEMA PROFUNDIDAD SELLO DE FUNDACIÓN EN TALUD HF > 1,20 M Y DF > 0,60 M

9.13. Clasificación del Suelo Según Norma Sísmica

Respecto de la zonificación del área de proyecto, considerando la distribución entregada en la norma antes señalada (tabla 5.1, NCh2369.Of2003), se recomienda adoptar para efectos de diseño Zona Sísmica 2 y el método de análisis será del tipo pseudo – estático.

NCh2369

Tabla 5.1 - Zonificación sísmica por comunas para las Regiones Cuarta a Novena (continuación)

Región	Zona 3	Zona 2	Zona 1
Metropolitana	Alhué Curacaví El Monte Lampa María Pinto Melipilla San Pedro Tiltil	Buin Calera de Tango Cerrillos Cerro Navia Colina Conchalí El Bosque Estación Central Huechuraba Independencia Isla de Maipo La Cisterna La Florida La Granja La Pintana La Reina Las Condes Lo Barnechea Lo Espejo Lo Prado Macul Maipú Ñuñoa Paine Pedro Aguirre Cerda Peñaflor Peñalolén Pirque Providencia Pudahuel Puente Alto Quilicura Quinta Normal Recoleta Renca San Bernardo San Joaquín San José de Maipo San Miguel San Ramón Santiago Talagante Vitacura	

(continúa)

Tabla 5.1 - Zonificación sísmica por comunas para las Regiones Cuarta a Novena (continuación)

Región	Zona 3	Zona 2	Zona 1
6a.	La Estrella Las Cabras Litueche Lolol Marchigüe Navidad Palmilla Peralillo Paredones Peumo Pichidegua Pichilemu Pumanque Santa Cruz	Chépica Chimbarongo Codegua Coinco Coltauco Doñihue Graneros Machalí Malloa Mostazal Nancagua Olivar Placilla Quinta de Tilcoco Rancagua Rengo Requínoa San Fernando San Vicente de Tagua Tagua	
7a.	Cauquenes Chanco Constitución Curepto Empedrado Hualañé Licantén Maule Pelluhue Pencahue San Javier Talca Vichuquén	Colbún Curicó Linares Longaví Molina Parral Pelarco Rauco Retiro Río Claro Romeral Sagrada Familia San Clemente Teno Villa Alegre Yerbas Buenas	

(continúa)

Tabla 5.1 - Zonificación sísmica por comunas para las Regiones Cuarta a Novena (conclusión)

Región	Zona 3	Zona 2	Zona 1
8a.	Arauco Bulnes Cabrero Cañete Chillán Cobquecura Coelemu Concepción Contulmo Coronel Curanilahue Florida Hualqui Laja Lebu Los Alamos Lota Nacimiento Negrete Ninhue Penco Portezuelo Quillón Quirihue Ranquil San Carlos San Nicolás San Rosendo Santa Juana Talcahuano Tirúa Tomé Treguaco Yumbel	Antuco Coihueco El Carmen Los Angeles Mulchén Ñiquén Pemuco Pinto Quilaco Quilleco San Fabián San Ignacio Santa Bárbara Tucapel Yungay	
9a.	Angol Carahue Galvarino Los Sauces Lumaco Nueva Imperial Purén Renaico Saavedra Teodoro Schmidt Toltén Traiguén	Collipulli Cunco Curacautín Ercilla Freire Gorbea Lautaro Loncoche Perquenco Pitrufquén Temuco Victoria Vilcún Villarrica	Curarrehue Lonquimay Melipeuco Pucón

Para análisis espectral, es necesario efectuar ensayos de sitio tipo Nakamura o equivalente, además de contar con un detalle estratigráfico que alcance una mayor profundidad apoyándose a lo menos en exploración geofísica, métodos REMI o MASW 2D, los que alcancen una profundidad de a lo menos 20 m respecto de la superficie actual de terreno.

10. DISEÑO PRELIMINAR DE OBRAS

10.1. Introducción

En este capítulo se presentan los resultados del prediseño de los embalses de regulación corta seleccionados y sus obras anexas. En el Cuadro 10-1 se presenta un resumen de los sitios y sus obras principales.

CUADRO 10-1: RESUMEN DE SITIOS Y CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES.

Sitio	Tipo de Obra	Volumen Útil (m^3)	Tipo Entrega	Impermeabilización	Desarenador	Vertedero
LON-01	Rehabilitación	43.085	Grav	Si, talud muros	Existe	SI
LON-04	Construcción	2.657	Imp	SI, total	SI	SI
LON-05	Construcción	11.477	Imp	SI, total	SI	Si
LON-09	Construcción	9.768	Grav	SI, total	SI	SI
LON-10	Construcción	2.829	Imp	SI, total	SI	SI
LON-13	Construcción	1.332	Imp	SI, total	SI	SI
LON-14	Rehabilitación	27.181	Grav	Si, talud muros	No	SI, incluye disipador de energía
LON-19	Construcción	3.352	Imp	SI, total	SI	SI
LON-20	Construcción	6.313	Imp	SI, total	SI	SI
LON-22	Construcción	3.048	Imp	SI, total	SI	SI
LON-23	Construcción	4.093	Imp	SI, total	SI	SI
LON-26	Construcción	2.746	Imp	SI, total	SI	SI
LON-29	Rehabilitación	24.914	Grav	Si, talud muros	No	No, se utiliza el existente
PAR-01	Construcción	4.331	Imp	SI, total	SI	SI
PAR-02	Construcción	3.549	Imp	SI, total	SI	SI
PAR-03	Rehabilitación	1.921	Imp	SI, total	SI	SI
PAR-04	Construcción	5.776	Imp	SI, total	SI	SI
PAR-07	Rehabilitación	1.910	Grav	SI, total	SI	SI
RET-01	Rehabilitación	3.898	Grav	SI, total	SI	SI
RET-02	Rehabilitación	2.320	Imp	SI, total	SI	SI
RET-05	Rehabilitación	17.221	Grav	Si, talud muros	SI	SI
RET-07	Construcción	8.485	Imp	SI, total	SI	SI
RET-08	Construcción	2.638	Imp	SI, total	SI	No, sin cota para salir se devuelve por entrada
RET-11	Construcción	1.610	Imp	SI, total	SI	SI
RET-15	Rehabilitación	7.127	Grav	Si, talud muros	SI	SI
RET-19	Rehabilitación	4.024	Grav	SI, total	SI	SI
RET-20	Rehabilitación	35.611	Grav	Si, talud muros	No	SI

Fuente: Elaboración Propia

10.2. Diseño de Obras Civiles de Acumulación

El embalse de regulación corta es una obra que permite la acumulación del agua de riego para la regulación nocturna, turnal o de fin de semana, ITC 08 de la Ley 18.450.

10.2.1. Criterios de Diseño

Para el proyecto de embalse de regulación corta, se consideran criterios de diseño y aspectos constructivos que afectan al diseño, los que se especifican continuación.

10.2.1.1. Taludes y Tipo de material de relleno de los muros

Para muros pequeños de menos de 1,5 metros de altura se utilizan valores de taludes obtenidos en tablas de literatura. Para muros de mayor altura se realizó un análisis de estabilidad.

10.2.1.2. Escarpe

Antes de construir los muros del tranque, se ejecutan escarpes de 0,30 m mínimo, para remover la capa vegetal del terreno, extrayendo las raíces o troncos que pudieran existir.

10.2.1.3. Ancho de Coronamiento

Los criterios adoptados son los siguientes:

- Para embalses pequeños de altura de muro de menos de 2,0 metros, se considera un ancho de coronamiento del muro de 3,0 metros.
- Para bordes en tranques enterrados se considera una borde extra mínimo de 1 m desde la zanja de anclaje de la geomembrana.
- Para muros mayores de 2 m se considera:

  $b = 3{,}0 + h/5,$

  donde b corresponde al ancho de coronamiento y h la altura del muro, ambos en metros.

10.2.1.4. Revancha

Por razones de seguridad se considera una revancha, la que corresponde a la diferencia entre el nivel de aguas normales (umbral vertedero) y el coronamiento del muro.

Los criterios adoptados son los siguientes:

- Para embalses pequeños de altura de muro de menos de 1,5 metros, la revancha debe ser igual a 30 cm sin requerir cálculos. (ITC 08 Ley 18.450).
- Para muros mayores a 1,5 metros se considera el efecto del oleaje por viento, el asentamiento del muro y una revancha por carga hidráulica.

$$Revancha = R1 + R2 + R3$$

Donde R1 es el efecto del oleaje, R2 el asentamiento del muro (para muros mayores a 5 metros) y R3 revancha por carga hidráulica. Si el resultado es menor a 30 cm se utiliza dicho valor como definitivo.

- Revancha recomendable igual a 0,50 m.
- Para el cálculo de revancha por oleaje (R1) se utilizan las fórmulas empíricas indicadas en el ITC 08. Estas son:

1) Fórmula de Diakon: $h_{ola} = 0{,}0186 \cdot v^{0{,}71} \cdot F^{0{,}24} \cdot H^{0{,}54}$

2) Fórmula de Stevenson: $h_{ola} = 0{,}76 + 0{,}0323 \cdot \sqrt{v \cdot F} - 0{,}272 \cdot \sqrt[4]{F}$

En fórmulas 1) y 2) h_{ola} es la altura de la ola en metros, v la velocidad del viento en km/hr, F el Fetch en km y H la altura del muro m.

3) Fórmula de Molitor: $h_{ola} = 0{,}17 \cdot \sqrt{v \cdot F} + 2{,}5 - \sqrt[4]{F}$

4) Fórmula de Creager: $h_{ola} = F^{0{,}37} \cdot v^{048}/3{,}41$

5) Bureau of Reclamation: $h_{ola} = 0{,}075 \cdot (v - 0{,}85)$

En fórmulas 3), 4) y 5) h_{ola} es la altura de la ola en pies, v la velocidad del viento en millas/hr y F el Fetch en millas.

Para obtener la velocidad del viento, se utilizó el "Explorador de Energía Eólica", disponible en la página web http://walker.dgf.uchile.cl/Explorador/Eolico2/, llevado a

cabo por el Departamento de Geofísica de la Universidad de Chile por encargo del Ministerio de Energía y GIZ (Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit). Esta herramienta entrega resultados de una simulación numérica de las condiciones de viento y densidad de aire, las que fueron realizadas por el modelo WRF (Weather Research and Forescasting), un modelo avanzado, ampliamente utilizado para analizar el recurso eólico en el mundo. Los valores obtenidos para cada sitio se encuentran en el Anexo 10-1.

Para determinar el valor del Fetch se traza la línea central (o línea de diseño) a partir del punto medio de la presa hasta el punto de la ribera opuesta que da la mayor longitud en el espejo del agua. Luego se trazan 7 líneas radiales con ángulos de 6º entre sí a ambos lados de la línea central. El cálculo del fetch efectivo (F) se define como:

$$F = \frac{\sum_{i=1}^{15} X_i \cdot Cos^2(\alpha_i)}{\sum_{i=1}^{15} Cos(\alpha_i)} \qquad (millas)$$

Donde Xi es el largo de línea "i", desde eje presa hasta ribera. (millas), αi el ángulo entre la línea "i" y la línea central o de diseño.

- El cálculo de R2 en este caso es despreciable ya que los muros no superan los 5 metros.

- Para el cálculo de R3 se consideró lo siguiente:

1) **Caudal de Diseño:** Dada la ubicación y características de los tranques analizados no aplica el cálculo de crecidas porque el agua proviene de canales regulados a excepción del sitio LON-09, al cual se le aplicaron las metodologías típicas para la determinación del caudal de periodo de retorno igual a 100 años.

   Para el resto de los sitios, se consideró un caudal igual al existente por derechos de agua y a su distribución turnal en los casos pertinentes, es decir, se concentró su caudal permanente durante su turno.

   El cálculo de los caudales de diseño se presenta en el acápite 5.4.

2) **Tipo de Vertedero y Características:** El vertedero proyectado tiene una barrera de espesor y altura de 30 cm. La pared de aguas abajo es inclinada con talud 2:1. Para las características de las crecidas, este es un vertedero de pared intermedia, sin contracción lateral.

   El caudal (Q) a evacuar en un vertedero frontal está dado por la expresión siguiente:

   $$Q = m \cdot l \cdot h \cdot \sqrt{2\,g\,h} \quad (m^3/s)$$

   Siendo m el coeficiente de gasto para vertedero; l, la longitud umbral del vertedero en metros; h, la carga sobre el vertedero en metros y g la aceleración de gravedad en m/s^2.

   El coeficiente de gasto base se calculó con la relación:

   $$m = (0{,}405 + (0{,}003 / h)) * (1 + 0{,}55 * ((h\text{^}2) / (h + a)\text{^}2)) * (0{,}700 + 0{,}185\,(h / e))) * 1{,}14$$

   Siendo "h" la carga, "a" la altura de la barrera y "e" el espesor del umbral. El factor 1,14 corresponde a la corrección por pared inclinada de aguas abajo.

3) **Determinación de Largo del Vertedero**: Para esto se fijó, inicialmente, una altura de revancha total de 0,5 metros, con el fin de maximizar la acumulación de agua en la obra de regulación. Conocido R1 (revancha por oleaje) se obtiene la altura "h" disponible para la carga hidráulica y al aplicar la fórmula se obtiene el Largo del vertedero. Finalmente se adopta un valor de largo con valores cerrados, y se considera como ancho mínimo 0,5 metros, es decir las dimensiones mínimas son de 0,5X0,5.

El detalle de los cálculos de las revanchas y longitudes de vertedero se incluye en el Anexo 10-3.

10.2.1.5. Capacidad del Embalse de Regulación Corta

Corresponde a la cantidad de agua que se puede acumular. Los criterios considerados para la estimación de la capacidad del embalse de regulación corta son:

- Volumen máximo, correspondiente al definido por la cantidad de agua por derechos con que cuenta el o los beneficiarios.

- Espacio disponible para la obra de acumulación
- Profundidad de la napa observada en las calicatas ejecutadas.
- Diferencias geométricas de cotas de canales de entrada y salida.

10.2.1.6. Sistema de Impermeabilización

De los resultados de los ensayes de infiltración ejecutados según el método porchet es conveniente considerar que todos los estanques de regulación corta enterrados o semienterrados sean impermeabilizados, o en los taludes de muro, dependiente de su magnitud.

Se considera una geomembrana bituminosa (e min = 2,2 mm) por sobre la común de HDPE debido a su alta durabilidad frente a la exposición a rayos UV y/o maniobras de limpieza.

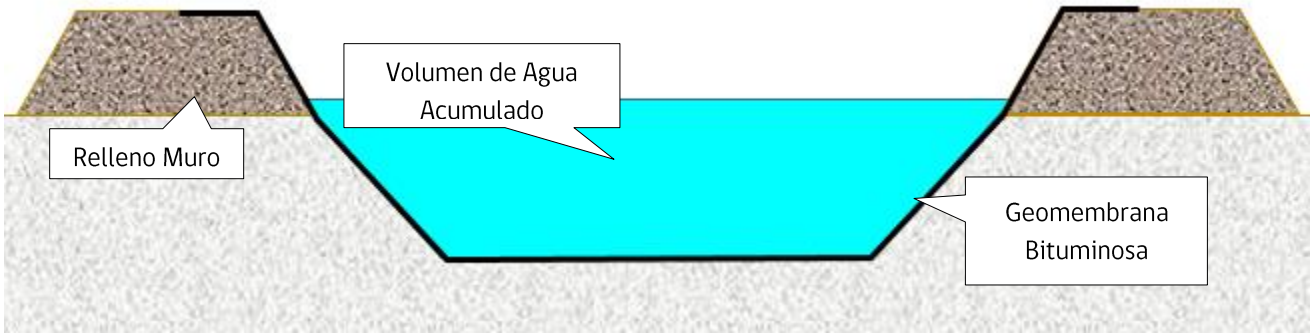


FIGURA 10-1: ESQUEMA OBRAS DE IMPERMEABILIZACIÓN PARA TRANQUES PEQUEÑOS

Fuente: Elaboración propia.

La instalación de la geomembrana bituminosa en los taludes de muros de relleno, se hace con el fin de disminuir el caudal de filtración y cumplir con el gradiente hidráulico crítico, dicho gradiente es aquél que "*hace que la presión intergranular en una masa de suelo no cohesivo se reduzca a cero por el movimiento ascendente del agua. Este gradiente origina un flujo ascendente en la masa de suelo de magnitud tal que se anulan los esfuerzos intergranulares y, en consecuencia, genera las condiciones que caracterizan las arenas movedizas; numéricamente es igual a la relación entre el peso unitario sumergido (boyante) y el peso unitario del agua*":

Para calcular el peso boyante se tienen en cuenta los parámetros geotécnicos del suelo. A continuación, se presentan las fórmulas para calcular el gradiente hidráulico crítico.

$$i_{crit} = \frac{\gamma_b}{\gamma_{agua}} = \frac{Peso\ unitario\ sumergido\ (boyante)}{Peso\ unitario\ del\ agua}$$

$$\gamma_b = \gamma_t - \gamma_{agua} = Peso\ unitario\ total - Peso\ unitario\ del\ agua$$

$$\gamma_t = \gamma_d \cdot (1 + w_{nat}) = Peso\ unitario\ seco\ \cdot (1 + humedad\ natural)$$

10.2.2. Resultado de Diseños

Se procedió a realizar el cálculo de las revanchas R1 y R3. Los datos de entrada (velocidad, Fetch y altura de muro) necesarios para la aplicación de la metodología de cálculo R1 se presentan en el Cuadro 10-2 junto al resultado de la altura por oleaje por cada método.

Después de analizar los resultados de las alturas de olas, se decidió adoptar la fórmula de Creager, cuyos resultados son los más razonables para las dimensiones de tranques de regulación corta. Las metodologías de Stevenson, Molitor y Bureau of Reclamation incluyen una altura base sobre los 0,6 m lo cual generaría el sobredimensionamiento de la revancha y muros.

CUADRO 10-2: RESUMEN DE DATOS PARA APLICACIÓN DE METODOLOGÍAS PARA DETERMINACIÓN DE LA REVANCHA R1 Y RESULTADOS

Sitio	Altura Muro Sobre terreno (m)	Veloc. Viento (m/s)	Veloc. Viento (mph)	Fetch (millas)	Revancha por Oleaje (m)					
					Diakon	Stevenson	Molitor	Creager	Bureau of Reclamation	Valor Adoptado
LON-01	2,0	17,36	38,84	0,11	0,38	0,81	0,69	0,23	0,69	0,23
LON-04	1,5	13,81	30,89	0,02	0,18	0,77	0,69	0,11	0,51	0,11
LON-05	1,3	16,10	36,02	0,04	0,21	0,78	0,69	0,14	0,63	0,14
LON-08	Interesados desistieron de participar en la iniciativa									
LON-09	2,2	16,06	35,92	0,04	0,28	0,79	0,69	0,15	0,63	0,15
LON-10	1,4	13,43	30,05	0,03	0,19	0,77	0,69	0,12	0,49	0,12
LON-13	0,8	15,95	35,68	0,02	0,13	0,78	0,69	0,10	0,62	0,10
LON-14	2,6	12,22	27,34	0,06	0,28	0,78	0,68	0,15	0,43	0,15
LON-19	0,5	17,20	38,49	0,03	0,15	0,78	0,69	0,14	0,69	0,14
LON-20	1,0	17,10	38,25	0,04	0,23	0,79	0,69	0,15	0,68	0,15
LON-22	0,8	17,31	38,72	0,03	0,15	0,79	0,69	0,14	0,69	0,14
LON-23	1,4	17,32	38,74	0,03	0,15	0,79	0,69	0,14	0,69	0,14
LON-26	1,1	15,29	34,21	0,03	0,15	0,78	0,69	0,13	0,59	0,13
LON-29	1,0	17,53	39,21	0,07	0,34	0,80	0,69	0,19	0,70	0,19
PAR-01	0,8	15,93	35,64	0,03	0,16	0,78	0,69	0,13	0,62	0,13
PAR-02	0,5	15,81	35,37	0,02	0,10	0,78	0,69	0,12	0,62	0,12
PAR-03	0,5	16,43	36,76	0,01	0,09	0,78	0,70	0,10	0,65	0,10
PAR-04	1,2	12,98	29,05	0,03	0,14	0,77	0,68	0,12	0,47	0,12
PAR-06	Interesados desistieron de participar en la iniciativa									
PAR-07	1,6	11,89	26,60	0,03	0,19	0,77	0,68	0,12	0,41	0,12
RET-01	1,0	17,34	38,78	0,05	0,13	0,79	0,69	0,16	0,69	0,16

CUADRO 10-2: RESUMEN DE DATOS PARA APLICACIÓN DE METODOLOGÍAS PARA DETERMINACIÓN DE LA REVANCHA R1 Y RESULTADOS

Sitio	Altura Muro Sobre terreno (m)	Veloc. Viento (m/s)	Veloc. Viento (mph)	Fetch (millas)	Revancha por Oleaje (m)					
					Diakon	Stevenson	Molitor	Creager	Bureau of Reclamation	Valor Adoptado
RET-02	0,4	17,17	38,41	0,03	0,16	0,78	0,69	0,14	0,68	0,14
RET-05	**0,6**	14,16	31,68	0,04	0,13	0,78	0,68	0,15	0,53	0,15
RET-07	0,7	17,70	39,60	0,04	0,18	0,79	0,69	0,15	0,71	0,15
RET-08	0,4	16,53	36,97	0,04	0,25	0,79	0,69	0,15	0,65	0,15
RET-11	1,0	17,11	38,27	0,03	0,14	0,78	0,69	0,13	0,68	0,13
RET-15	**0,4**	12,94	28,95	0,05	0,11	0,78	0,68	0,14	0,47	0,14
RET-16	Interesados desistieron de participar en la iniciativa									
RET-19	1,1	17,34	38,79	0,04	0,22	0,79	0,69	0,16	0,69	0,16
RET-20	**1,2**	17,34	38,78	0,15	0,36	0,81	0,70	0,25	0,69	0,25

Fuente: velocidad del viento: Explorador de Energía Eólica, resto elaboración propia

Para determinar R3 se aplicó la metodología indicada en el acápite 10.2.1.4, con lo que se obtuvo la revancha por carga hidráulica. A continuación, en el Cuadro 10-3, se presentan los resultados de los cálculos hidráulicos obtenidos para cada uno de los sitios seleccionados. El detalle se presenta en los Anexos 10-3.

CUADRO 10-3: RESUMEN CÁLCULO DE REVANCHA

Sitio	Altura Muro Sobre terreno (m)	Revancha por Oleaje (m)	Caudal de Diseño (m^3/s)	Revancha por Carga Hidráulica	Revancha Total (m)	Revancha Adoptada (m)	Largo Adoptado (m)
LON-01	**2,0**	0,23	1,59	0,26	0,49	0,5	6,0
LON-04	1,5	0,11	0,05	0,14	0,25	0,3	0,5
LON-05	**1,3**	0,14	0,14	0,27	0,41	0,5	0,5
LON-08	Desisten de la participación						
LON-09	**2,2**	0,15	14,10	0,53	0,68	0,7	14,0
LON-10	**1,4**	0,12	0,05	0,14	0,27	0,3	0,5
LON-13	0,8	0,10	0,03	0,11	0,22	0,3	0,5
LON-14	**2,6**	0,15	1,84	0,33	0,48	0,5	4,5
LON-19	0,5	0,14	0,08	0,19	0,33	0,4	0,5
LON-20	1,0	0,15	0,11	0,23	0,38	0,4	0,5
LON-22	0,8	0,14	0,14	0,27	0,41	0,5	0,5
LON-23	1,4	0,14	0,13	0,25	0,41	0,5	0,5
LON-26	1,1	0,13	0,04	0,13	0,26	0,3	0,5
LON-29	**1,0**	0,19	0,49	0,29	0,48	0,5	1,5
PAR-01	0,8	0,13	0,08	0,20	0,33	0,4	0,5
PAR-02	0,5	0,12	0,11	0,23	0,35	0,4	0,5

CUADRO 10-3: RESUMEN CÁLCULO DE REVANCHA

Sitio	Altura Muro Sobre terreno (m)	Revancha por Oleaje (m)	Caudal de Diseño (m^3/s)	Revancha por Carga Hidráulica	Revancha Total (m)	Revancha Adoptada (m)	Largo Adoptado (m)
PAR-03	0,5	0,10	0,12	0,24	0,34	0,4	0,5
PAR-04	1,2	0,12	0,04	0,14	0,26	0,3	0,5
PAR-06	Interesados desisten de la participación						
PAR-07	1,6	0,12	0,03	0,28	0,41	0,5	0,5
RET-01	1,0	0,16	0,08	0,19	0,36	0,4	0,5
RET-02	0,4	0,14	0,06	0,16	0,30	0,3	0,5
RET-05	**0,6**	0,15	0,22	0,19	0,33	0,4	0,5
RET-07	0,7	0,15	0,16	0,29	0,44	0,5	0,5
RET-08	0,4	0,15	0,07	0,18	0,33	0,4	0,5
RET-11	1,0	0,13	0,03	0,11	0,24	0,3	0,5
RET-15	**0,4**	0,14	0,14	0,27	0,41	0,5	0,5
RET-16	Interesados desisten de la participación						
RET-19	1,1	0,16	0,04	0,10	0,26	0,3	0,5
RET-20	**1,2**	0,25	0,46	0,24	0,49	0,5	4,5

Fuente: Elaboración Propia

10.3. Diseño Hidráulico de Obras de Arte

Corresponde a aquellas obras que permite captar, distribuir, regular el agua de forma artificial y las obras de captación de aguas subsuperficiales (ITC 07 de la Ley 18.450).

10.3.1. Criterios de Diseño

Para el proyecto de embalse de regulación corta, se consideran criterios de diseño y aspectos constructivos que afectan al diseño, los que se especifican continuación.

10.3.1.1. Desarenadores

Un desarenador tiene por objeto separar del agua la arena y partículas en suspensión gruesa, con el fin de evitar se produzcan depósitos en las obras. El desarenador se refiere normalmente a la remoción de las partículas superiores a 0,2 mm.

En un desarenador, normalmente se identifican 3 zonas principales:

- *Zona de entrada*, que tiene como función conseguir una distribución uniforme de las líneas de flujo dentro de la unidad, uniformando a su vez la velocidad.

- Zona *de desarenación*; parte de la estructura en la cual se realiza el proceso de depósito de las partículas por acción de la gravedad.

- *Zona de salida*; está conformada por un vertedero de rebose diseñado para mantener una velocidad que no altere el reposo de la arena sedimentada. En nuestro caso corresponde a una sección similar a la del canal de entrada.

Los elementos principales de un desarenador son:

- *Transición de* entrada; que une el canal con el desarenador.

- *Cámara de Sedimentación*; en la cual las partículas sólidas caen al fondo. Algunos antecedentes de la literatura, en base a las velocidades límites de sedimentación de algunos suelos, recomiendan diseñar un desarenador para velocidades que varíen entre 0,2 m/s y 0,6 m/s, con una profundidad media de 1,5 m y 4 m. *La forma de la sección transversal* puede ser cualquiera, aunque generalmente se escoge de sección rectangular, trapezoidal o mixta.

- *Vertedero;* la salida del agua desde el desarenador se hace por medio de un vertedero, que hasta donde sea posible, debe trabajar con descarga libre. Mientras menos sea la velocidad de paso por el vertedero, menos turbulencia causa en el desarenador y menos materiales en suspensión arrastra. Como máximo se admite que esta velocidad puede llegar a v=1 m/s.

Los desarenadores se diseñan para un determinado diámetro de partículas, suponiendo que todas las partículas del diámetro superior al escogido deben depositarse. En general, se tiene que el valor máximo admitido para plantas hidráulicas es de 0,25 mm, mientras que para sistemas de riego se acepta hasta 0,5 mm, de acuerdo a consideraciones indicadas en libro "Diseño de Estructuras Hidráulicas – Máximo Villón Béjar", por lo tanto, en este caso se utiliza un valor conservador de 0,3 mm.

La obra se diseña para el caudal promedio, de acuerdo a las recomendaciones entregadas en "Metodología de Diseño de una Bocatoma sumergida según la Unesco" por Hofer-1979 (Drobir). En este caso, se utiliza el caudal por derecho del o los beneficiarios, concentrado durante el turno de riego cuando corresponda.

Considerando el diseño de un desarenador rectangular de largo "L", altura "h" y ancho basal "b", se deben calcular la velocidad de caída (w) de la partícula y la velocidad de del flujo (v) en el tanque desarenador. Para su determinación se realiza la siguiente secuencia.

1. Determinación de la velocidad de caída "w".

En aguas tranquilas, el cálculo de la velocidad de caída "w" se cuenta las siguientes fórmulas empíricas y valores tabuladores. Para la determinación de *w* se considera el promedio de todos los métodos.

- Tabla de Arkhangelski: Permite calcular "W" (cm/s) en función del diámetro de las partículas "d" (mm) (Ver Cuadro 10-4).

CUADRO 10-4: TABLA DE ARKHANGELSKI

d (mm)	W (cm/s)	d (mm)	W (cm/s)
0,05	0,178	0,50	5,400
0,10	0,692	0,55	5,940
0,15	1,560	0,60	6,480
0,20	2,160	0,70	7,320
0,25	2,700	0,80	8,070
0,30	3,240	1,00	9,440
0,35	3,780	2,00	15,290
0,40	4,320	3,00	19,250
0,45	4,860	5,00	24,900

Fuente: Diseño de Estructuras Hidráulicas - Máximo Villón

- Fórmula de Owens

$$w = k\sqrt{d(\rho_s - 1)}$$

Donde *w* la velocidad de sedimentación (m/s), *d* es el diámetro de las partículas (m), ρ_s el peso específico del material (gr/cm3) y *k* constante que varía de acuerdo con la forma y naturaleza de los granos y sus valores se muestran en el Cuadro 10-5.

CUADRO 10-5: VALOR CONSTANTE *K*

Forma y Naturaleza	*k*
Arena esférica	9,35
Granos redondeados	8,25
Granos cuarzo d > 3 mm	6,12
Granos cuarzo d < 0,7 mm	1,26

Fuente: Diseño de Estructuras Hidráulicas - Máximo Villón

- Fórmula de Scotti-Foglieni

$$w = 3{,}8\sqrt{d} + 8{,}3d$$

donde *w* la velocidad de sedimentación (m/s) y *d* es el diámetro de las partículas (m).

- Expresión de Sellerio

  $w = 0{,}0088 + 10{,}221 \cdot d$

  donde *w* la velocidad de sedimentación (m/s) y *d* es el diámetro de las partículas (m).

2. Determinación de la velocidad horizontal "*v*".

La velocidad horizontal en un desarenador puede ser considerada alta o baja según se indica a continuación (Máximo Villón Béjar):

- De baja velocidad: v< 1 m/s (0,2 – 0,6 m/s)
- De alta velocidad: v> 1 m/s (1,0 – 1,5 m/s)

El cálculo de la velocidad y su clasificación, se estima en función de la fórmula de Camp:

- $v = \frac{a\sqrt{d}}{100}$

donde *v* es la velocidad del flujo en tanque (m/s), *d* el diámetro de la partícula (mm) y *a* una constante en función del diámetro de acuerdo al Cuadro 10-6.

CUADRO 10-6: VALORES DE CONSTANTE "*A*" PARA DISTINTOS DIÁMETROS

Diámetro (mm)	*a*
d < 0,1	51
0,1 < d < 1	44
d > 1	36

Fuente: Diseño de Estructuras Hidráulicas – Máximo Villón

3. Determinación del ancho "b" y alto "h" del desarenador

A partir de la velocidad horizontal "*v*" y el caudal de diseño se calcula el área del desarenador. Para determinar los valores de "h" y "b" la literatura recomienda la relación b=2h, la cual se utiliza para obtener una primera aproximación a las dimensiones. Una vez definidos estos valores se adopta una altura "h" acorde a las recomendaciones de rangos para la cámara de sedimentación.

4. Cálculo de la longitud "*L*" del desarenador.

- Sin efectos de la Turbulencia sobre la velocidad de sedimentación, se obtiene la longitud "L" de la relación:

$$L = \frac{h * v}{w}$$

- Considerando los efectos retardatorios de la turbulencia, se tiene que la velocidad de sedimentación es menor e igual a *w-w'*, donde *w'* es la reducción de la velocidad por efectos de la turbulencia. Luego la ecuación de la longitud es:

$$L = \frac{h * v}{w - w'}$$

donde *w'* en (m/s) se estima según las siguientes expresiones:

Eghiazaroff: $w' = \frac{v}{5{,}7+2{,}3*h}$

Levin: $w' = \alpha * v$

Bestelli et al $\propto = \frac{0{,}132}{\sqrt{h}}$, $donde\ h\ se\ expresa\ en\ m.$

De lo anterior se tiene que, manteniendo las otras condiciones constantes, la ecuación proporciona mayores valores de la longitud del tanque que en caso no turbulencia.

5. Verificación de la Capacidad de la Cámara de Sedimentación

Para verificar la capacidad del tanque del desarenador, se calcula el tiempo de caída y posteriormente, se calcula el volumen de agua en dicho tiempo para comparar con el volumen geométrico del tanque. Luego se verifica que $\mathbf{V_{tanque} \geq V_{tagua.}}$

En aquellos casos donde el terreno permite el autolavado de la obra se proyectó el fondo del desarenador con pendiente del 3%. Esta inclinación comienza al finalizar la transición.

6. Longitud de la Transición de Entrada

La geometría de la transición de entrada se proyecta considerando las recomendaciones de la literatura, fórmula de Hind:

$$L_t = \frac{T_2 - T_1}{2 \cdot \tan(\alpha)}$$

donde, L_t es la longitud de la transición (m), T_2 el ancho del espejo de agua del desarenador (m), T_1 el ancho del espejo de agua del canal (m) y *a* el ángulo que forman los espejos de agua (para α= 12,5° se consiguen pérdidas de carga mínimas en transición).

10.3.1.2. Compuertas de entrega

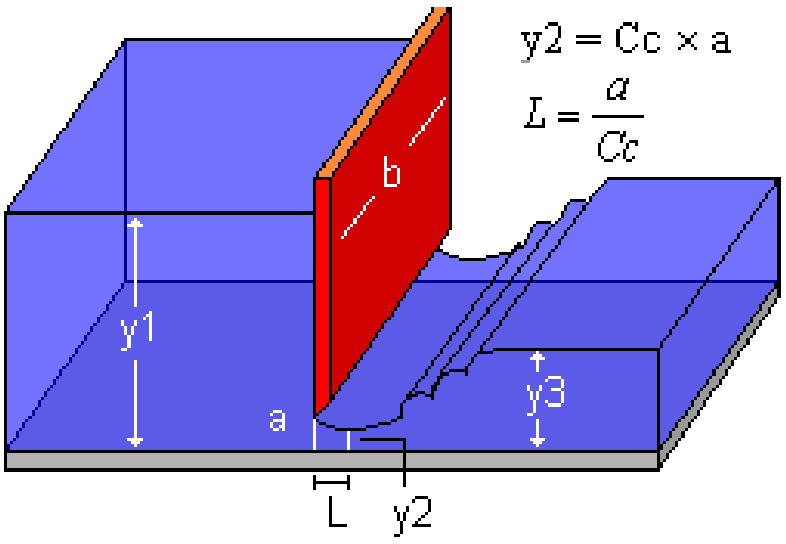
Se considera la instalación de compuertas planas para la entrega de las aguas, cuando la cota así lo permita. El comportamiento corresponde a un escurrimiento libre por lo tanto se cumple la siguiente ecuación:

$$Q = C_d \cdot b \cdot a \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot y_1}$$

$$C_d = \frac{C_c \cdot C_v}{\sqrt{1 + \frac{C_c \cdot a}{y_1}}}$$

$$C_v = 0{,}96 + 0{,}079 \cdot \frac{a}{y_1}$$

Donde b es el ancho de la compuerta en metros, a la abertura de la compuerta en metros. y_1 la altura del agua arriba de la compuerta en metros, C_d el coeficiente de descarga, C_c el coeficiente de contracción que para fines prácticos es igual a 0,62 y C_v el coeficiente de velocidad.



10.3.1.3. Disipador de Energía

Para la disipación de energía se consideró la generación de un resalto hidráulico controlado por medio de una grada de subida.

Para esta obra se consideró que el flujo llega con altura normal de torrente, con una rugosidad del hormigón (n=0,016).

Para determinar la altura del estanque, se calculó la altura conjugada del resalto mediante la expresión siguiente. La altura h_2 se mayoró en un 5% con el fin de que el diseño sea conservador.

$$\frac{h_{\text{con}}}{h_1} = \frac{1}{2} \cdot \left(\sqrt{1 + 8 \cdot \text{Fr}^2} - 1\right)$$

Dónde:

h_2: Altura conjugada aguas abajo del resalto (m).

h_1: Altura de escurrimiento aguas arriba estanque (m).

Fr: N° de Froude aguas arriba del estanque.

La revancha se determina a partir de las recomendaciones del USBR que indica que la altura libre se determina a partir de:

$$h_{rev} = 0{,}03 \cdot (v_1 + h_2)$$

Donde:

v_1: Velocidad del flujo a la entrada del resalto en (m/s).

h_{con}: Altura conjugada (m).

Al final del estanque se incluyó una grada de subida para controlar el resalto. Para determinar la altura mínima de la grada, se debe resolver la ecuación siguiente (Ver):

$$F^2 = \frac{Y \cdot (Y^2 + 2 \cdot A \cdot Y + 2 \cdot A^2 - 1)}{2 \cdot (Y - 1)}$$

Donde:

F: Número de Froude

$Y = h_2/h_1$

$A = a/h_1$

h_1: Altura a la entrada del resalto (m).

h_2: Altura sobre la grada (m).

a: Altura de la grada (m).

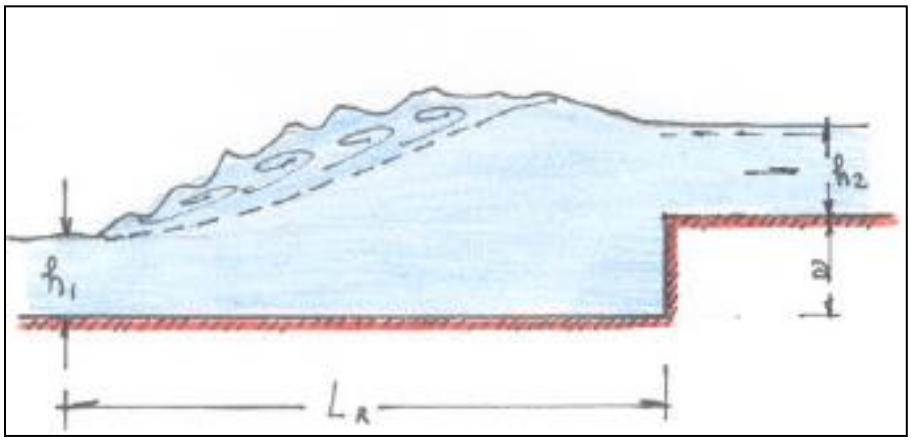


FIGURA 10-2: GRADA CON RESALTO CONTROLADO

Fuente: Hidráulica Aplicada al Diseño de Obras. Horacio Mery. Ref. 2.

La longitud del estanque (L) necesaria para que se desarrolle el resalto se determina en base a la siguiente ecuación (Ref.2):

$$L = 6 \cdot \left(h_2 + \frac{6}{5} \cdot a\right)$$

A la longitud "L" se recomienda sumar un largo "Lx" sobre la grada para que el flujo descienda desde la altura conjugada a la altura crítica sobre la grada. Para ello se consideró que la altura del agua desciende con una tasa de 1:5 (V:H).

10.3.2. Resultado de Diseños

A continuación, se presentan los resultados de los cálculos hidráulicos obtenidos para cada uno de los sitios seleccionados. El detalle del desarenador se presenta en el Anexo 10-4 mientras que los cálculos de la compuerta de entrega se presentan en el Anexo 10-5.

CUADRO 10-7: DIMENSIONES DESARENADOR

SITIO	Transición			Cámara de Sedimentación		
	Longitud (m)	Ancho Inicial (m)	Ancho Final (m)	Longitud, incluye transición (m)	Profundidad (m)	Ancho (m)
LON-01	Cuenta con un desarenador, se proyecta compuerta y canal para lavado					
LON-04	2,3	0,5	1,5	4,4	1,5	1,5
LON-05	1,2	1,0	1,5	4,1	1,5	1,5
LON-08	Desisten de la participación					
LON-09	2,3	3,0	4,0	5,6	1,5	4,0
LON-10	2,3	0,5	1,5	4,4	1,5	1,5
LON-13	2,3	0,5	1,5	4,0	1,5	1,5
LON-14	No considera desarenador por existencia de tranque aguas arriba que le entrega las aguas por el canal de acceso y porque se considera un volumen muerto para la acumulación de los sedimentos					
LON-19	2,3	1,0	2,0	4,8	1,5	2,0
LON-20	1,6	0,8	1,5	4,1	1,5	1,5
LON-22	2,3	1,5	2,5	5,2	1,5	2,5
LON-23	2,3	1,5	2,5	5,2	1,5	2,5
LON-26	2,3	1,0	2,0	4,0	1,5	2,0
LON-29	Dada la magnitud del tranque se considera un volumen muerto para la acumulación de los sedimentos					
PAR-01	1,6	0,8	1,5	4,1	1,5	1,5
PAR-02	2,3	1,4	2,5	4,8	1,5	2,5
PAR-03	2,3	1,4	2,5	4,8	1,5	2,5
PAR-04	2,3	1,0	2,0	4,4	1,5	2,0
PAR-06	Interesados desisten de la participación					
PAR-07	2,3	0,8	2,0	4,0	1,5	2,0
RET-01	2,3	0,5	1,5	4,8	1,5	1,5
RET-02	2,3	1,0	2,0	4,4	1,5	2,0
RET-05	2,3	1,0	2,0	4,4	1,5	2,0
RET-07	1,2	1,0	1,5	4,1	1,5	1,5
RET-08	2,3	1,5	2,5	4,4	1,5	2,5
RET-11	2,3	2,0	3,0	4,0	1,5	3,0
RET-15	2,3	2,0	3,0	5,6	1,5	3,0
RET-16	Interesados desisten de la participación					
RET-19	2,3	0,8	2,0	4,0	1,5	2,0
RET-20	Dada la magnitud del tranque se considera un volumen muerto para la acumulación de los sedimentos					

Fuente: Elaboración Propia

CUADRO 10-8: DIMENSIONES COMPUERTA DE ENTREGA

Sitio	Q equivalente Salida según Volumen Proyectado (L/s)	Alto h de la hoja de la compuerta (m)	Ancho b de la hoja de la compuerta (m)
LON-01*	1970,2	1,5	1,5
LON-09	374,8	1,0	1,0
LON-13	5,6	0,4	0,4
LON-14	901,6	1,0	1,0
PAR-07	7,5	0,5	0,5
RET-01	161,1	1,0	1,0
RET-05	146,0	0,5	0,5
RET-19	30,8	0,5	0,5
RET-20	208,3	1,0	1,0

Corresponde a una compuerta para desripiar desarenador existente. En el Cuadro sólo aparecen los sitios que cuentan con una compuerta de entrega, el resto sólo cuenta con entrega por medio de bombeo.

Fuente: Elaboración Propia

FIGURA 10-3: ESQUEMA DISIPADOR

Fuente: Elaboración propia.

CUADRO 10-9: PARÁMETROS DISIPADOR DE ENERGÍA

Sitio	Velocidad máx. (m/s)	h_1 (m)	F máx.	h_2 (m)	L (m)	L adoptado (m)	L_X (m)	L_X adoptado (m)	H (m)	a (m)
LON-14	5,95	0,13	5,3	1,0	4,8	5,0	1,13	1,0	1,6	0,34

Fuente: Elaboración propia.

10.4. Diseño de Obras Civiles de Conducción

Se proyectan canales de hormigón de sección rectangular como conexión o acceso a los desarenadores o embalses de regulación corta respectivamente. Estos dan continuidad a las dimensiones de los canales o regueros existentes, en tramos menores, en promedio 10 m.

Para el desarrollo de tramos mayores, se considera como base lo indicado en el ITC 03 de la Ley 18.450.

10.4.1. Criterios de Diseño

Se consideran los siguientes criterios de diseño:

- El caudal de diseño será igual al existente por derechos de agua y a su distribución turnal en los casos pertinentes, es decir, se concentra su caudal permanente durante su turno
- Para canales de hormigón se utiliza una rugosidad mínima de 0,016.
- Para revanchas de canales con caudales inferiores o iguales a 2,0 m^3/s se determina una revancha igual al 15% de la altura de escurrimiento en la sección con un mínimo de 20 cm y máximo 50 cm.
- Para revanchas de canales con caudales mayores a 2,0 m^3/s se determina una revancha igual al 30% de la altura de escurrimiento en la sección con un mínimo de 30 cm y máximo 50 cm.

10.4.2. Dimensiones Canales de Acceso o Conexión

A continuación, se presentan las dimensiones de los canales de acceso o conexión para cada uno de los sitios.

CUADRO 10-10: DIMENSIONES CANALES DE ACCESO O CONEXIÓN PROYECTADOS

SITIO	Base b (m)	Altura h (m)
LON-01	1,34	1,28
LON-04	0,5	0,3
LON-05	1,5	0,5
LON-08	Desiste del Proyecto	
LON-09	3	0,35
LON-10	0,5	0,2
LON-13	0,5	0,3
LON-14	1,65	1,22
LON-19	1	0,4
LON-20	0,8	0,3
LON-22	1,5	0,3
LON-23	1,5	0,3
LON-26	1	0,3
LON-29	1,63	1,46
PAR-01	0,8	0,3

SITIO	Base b (m)	Altura h (m)
PAR-02	1,4	0,5
PAR-03	1,4	0.35
PAR-04	1	0.30
PAR-06	Desiste del Proyecto	
PAR-07	0,8	0.30
RET-01	0,5	0.50
RET-02	1	0.30
RET-05	1	0,3
RET-07	1	0.50
RET-08	1	0,3
RET-11	1	0,4
RET-15	1	0,5
RET-16	Desiste del Proyecto	
RET-19	0,8	0,3
RET-20	1,08	0,91

Fuente: Elaboración propia.

En el sitio LON-09 se proyectó un canal de desvío con pendiente del 0,9%, ancho 1,0 m y altura de 0,5 m. Bajo estas condiciones, la altura de escurrimiento es de 0,15 m en régimen supercrítico. La revancha, correspondiente al 15% de 0,15, es igual a 2,25 cm. Se verifica que con una altura de muro de 0,5 m se cumple con la revancha. El cálculo hidráulico se hizo en el programa Hcanales, lo que se muestra en la Figura 10-4.

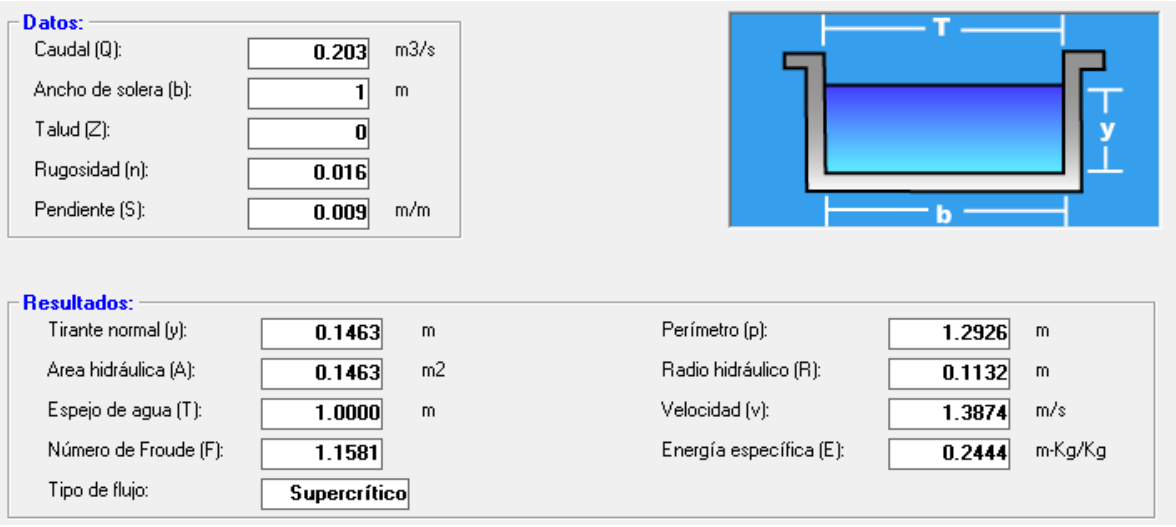


FIGURA 10-4: CÁLCULO HIDRÁULICO CANAL DE DESVÍO

Fuente: Elaboración propia.

En el sitio LON-13 se proyectó un canal de desvío con pendiente del 0,4% promedio, ancho 0,5 m y altura de 0,5 m, para un caudal de 25 L/s correspondiente al porteo actual del tramo.

10.5. Proyecto de Elevación Mecánica

10.5.1. Generalidades

Debido al desnivel desfavorable presente en varios sitios se requiere, cuando sea necesario, impulsar el agua desde el tranque de regulación corta hasta el sector de riego. En el Cuadro 10-11 se detallan las características geométricas de los sitios con esta condición.

CUADRO 10-11: SITIOS CON ELEVACIÓN MECÁNICA Y SUS CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS

Sitio	Cota Válvula de pie (msnm)	Cota Sala Bomba (msnm)	Distancia toma y Sala (m)	Cota Entrega (msnm)	Distancia Sala y Entrega (m)	Desnivel Boquilla y Máximo de la Línea (m)	Longitud Total (m)
LON-04	226,26	229,33	10,6	229,0	5,2	3,1	15,8
LON-05	189,15	194,35	13,5	193,5	9,3	5,2	22,8
LON-10	291,00	293,7	10,5	301,0	300,0	10,0	310,5
LON-13	211,6	214,24	12,9	214,0	5,0	2,7	17,9
LON-19	158,2	160,5	14,2	159,5	7,5	2,3	21,7
LON-20	137,0	139,2	11,2	138,5	20,0	2,2	31,2
LON-22	150,7	152,5	9,1	152,1	4,5	1,8	13,6
LON-23	150,0	152,8	15,4	152,0	4,5	2,8	19,9
LON-26	170,7	173,4	8,7	172,5	4,1	2,7	12,8
PAR-01	198,9	202,2	18,1	202,0	3,6	3,3	21,7
PAR-02	190,6	193,7	15,3	193,5	11,3	3,1	26,6
PAR-03	190,9	194,0	11,0	193,8	8,8	3,1	19,8
PAR-04	232,3	235,0	13,8	234,0	4,8	2,7	18,6
RET-02	144,9	147,0	14,4	146,5	4,1	2,1	18,5
RET-07	171,3	174,7	18,3	174,0	9,4	3,4	27,7
RET-08	180,9	182,5	9,9	181,5	3,4	1,6	13,3
RET-11	146,7	148,9	10,5	148,0	9,9	2,2	20,4

Fuente: Elaboración Propia

10.5.2. Conducciones en presión

El diseño de tuberías dispuestas como obra de entrega se realiza a través de la ecuación de energía propuesta por Bernoulli, que es presentada a continuación.

$$B_1 = B_2 + \Lambda_f + \Lambda_s$$

Donde B_x representa la energía en una posición x, mientras que Λ_f y Λ_s representan las perdidas friccionales y singulares respectivamente.

Para estimar las perdidas singulares se utiliza la siguiente expresión

$$\Lambda_s = k_s \frac{v^2}{2g}$$

Donde k_s es el coeficiente de perdida singular, v es la velocidad del escurrimiento y g es la aceleración de gravedad, mientras que para estimar las perdidas friccionales se utiliza la expresión.

$$\Lambda_f = \frac{f}{D}\frac{v^2}{2g}L$$

Donde D es el diámetro de la cañería, L es la longitud de la conducción y f es el factor de fricción, que se calcula a partir de la siguiente ecuación.

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2\log_{10}\left(\frac{\epsilon}{3{,}7D} + \frac{2{,}51}{Re\sqrt{f}}\right)$$

Esta ecuación se resuelve de manera iterativa, por lo tanto, la ecuación de energía también.

10.5.3. Criterios para la Elección de Bombas

Se considera la utilización de bombas solares. Se selecciona la bomba dependiendo de la capacidad hidráulica requerida de cada sitio.

El caudal requerido para el cálculo hidráulico de bombas se obtiene considerando el volumen de acumulación proyectado repartido durante la jornada de día entre turnos. En el Cuadro 10-12 se presentan dichos caudales en 8 horas

El dimensionamiento de los paneles solares y de la bomba se realiza considerando la radiación solar dentro del área de estudio. Para las bombas de riego, el volumen impulsado durante los meses de septiembre a marzo debe ser igual o superior a la demanda mensual total de agua para riego.

CUADRO 10-12: CAUDALES CONSIDERANDO ENTREGA DE 8 HORAS

N°	Proyecto	Q equiv DAA Permanente (L/s)	Volumen x DAA (m3)	Volumen Proyectado Tranque (m3)	Factor Alicuota	Q Total Salida	
						L/s	m3/h
1	LON-04	5,6	7.311	2.657	0,4	6,2	22,1
2	LON-05	25,2	19.614	11.477	0,6	44,3	159,4
3	LON-10	8,2	10.575	2.829	0,3	6,5	23,6
4	LON-13	3,0	2.631	1.332	0,5	4,6	16,7
5	LON-19	10,6	11.928	3.351	0,3	9,0	32,2
6	LON-20	10,8	16.773	6.313	0,4	12,2	43,8
7	LON-22	23,1	19.971	3.048	0,2	10,6	38,1
8	LON-23	12,7	26.597	4.093	0,2	5,9	21,2
9	LON-26	5,8	3.026	2.746	0,9	15,9	57,2
10	PAR-01	12,1	16.896	4.331	0,3	9,3	33,5
11	PAR-02	8,3	11.571	3.549	0,3	7,6	27,4
12	PAR-03	32,2	29.991	1.921	0,1	6,2	22,3
13	PAR-04	8,8	8.231	5.776	0,7	18,6	67,0
14	RET-02	11,9	5.520	2.320	0,4	15,0	54,0
15	RET-07	18,3	17.013	8.485	0,5	27,4	98,5
16	RET-08	9,0	14.660	2.638	0,2	4,9	17,5
17	RET-11	31,4	1.583	1.610	1,0	94,2	339,2

Fuente: Elaboración propia.

10.5.4. Características Geométricas y Prediseño para impulsión a predio

La longitud y desnivel por sitio, se muestran en el Cuadro 10-13 .

CUADRO 10-13: LARGO Y DESNIVEL DE SISTEMAS DE IMPULSIÓN DESDE CAPTACIÓN

N°	Proyecto	Succión		Impulsión	
		Longitud tubería (m)	Altura (m)	Longitud tubería (m)	Altura (m)
1	LON-04	10,6	3,1	5,2	0,0
2	LON-05	13,5	5,2	9,3	0,0
3	LON-10	10,5	2,7	300,0	7,3
4	LON-13	12,9	2,7	5,0	0,0
5	LON-19	14,2	2,3	7,5	0,0
6	LON-20	11,2	2,2	20,0	0,0
7	LON-22	9,1	1,8	4,5	0,0
8	LON-23	15,4	2,8	4,5	0,0
9	LON-26	8,7	2,7	4,1	0,0
10	PAR-01	18,1	3,3	3,6	0,0
11	PAR-02	15,3	3,1	11,3	0,0
12	PAR-03	11,0	3,1	8,8	0,0
13	PAR-04	13,8	2,7	4,8	0,0

CUADRO 10-13: LARGO Y DESNIVEL DE SISTEMAS DE IMPULSIÓN DESDE CAPTACIÓN

N°	Proyecto	Succión		Impulsión	
		Longitud tubería (m)	Altura (m)	Longitud tubería (m)	Altura (m)
14	RET-02	14,4	2,1	4,1	0,0
15	RET-07	18,3	3,4	9,4	0,0
16	RET-08	9,9	1,6	3,4	0,0
17	RET-11	10,5	2,2	9,9	0,0

Fuente: Elaboración propia.

Con el desnivel geométrico y longitud de tuberías es posible realizar un pre diseño y obtener un requerimiento para la bomba, es importante mencionar que los caudales deben ser ajustados por la cantidad de horas en que opera la bomba y el caudal necesario a impulsar, siendo necesario en algunos casos utilizar más de una bomba. Los requerimientos se presentan en el Cuadro 10-14.

CUADRO 10-14: DETERMINACIÓN NÚMERO Y CAPACIDAD DE BOMBAS

N°	Proyecto	Parámetros por Bomba			Bomba Seleccionada			
		Q Requerido		Presión Requerida (m.c.a.)	N° Bombas	Modelo	Potencia (Kw)	
		L/s	m3/h				Por Bomba	Total
1	LON-04	6,2	22,1	6,0	1	Pedrollo HFm 4	0,75	0,75
2	LON-05	14,8	53,1	7,5	3	Pedrollo HFm 6B	1,5	4,5
3	LON-10	6,5	23,6	12,9	1	Pedrollo HFm 6B	1,5	1,5
4	LON-13	4,6	16,7	4,8	1	Pedrollo HFm 4	0,75	0,75
5	LON-19	9,0	32,2	7,7	1	Pedrollo HFm 6C	1,125	1,125
6	LON-20	12,2	43,8	4,9	1	Pedrollo HFm 6C	1,125	1,125
7	LON-22	10,6	38,1	3,8	1	Pedrollo HFm 4	0,75	0,75
8	LON-23	5,9	21,2	5,7	1	Pedrollo HFm 4	0,75	0,75
9	LON-26	15,9	57,2	5,1	1	Pedrollo HFm 6B	1,5	1,5
10	PAR-01	9,3	33,5	9,0	1	Pedrollo HFm 6C	1,125	1,125
11	PAR-02	7,6	27,4	7,5	1	Pedrollo HFm 6C	1,125	1,125
12	PAR-03	6,2	22,3	6,2	1	Pedrollo HFm 4	0,75	0,75
13	PAR-04	18,6	67,0	7,1	1	Pedrollo HFm 6C	1,125	1,125
14	RET-02	15,0	54,0	5,3	1	Pedrollo HFm 6C	1,125	1,125
15	RET-07	13,7	49,2	6,4	2	Pedrollo HFm 6B	1,5	3
16	RET-08	4,9	17,5	3,8	1	Pedrollo HFm 4	0,75	0,75
17	RET-11	18,8	67,8	5,3	5	Pedrollo HFm 6B	1,5	7,5

Fuente: Elaboración propia.

El detalle de los cálculos se presenta en el Anexo 10-6.

10.6. Sistema Fotovoltaico

Para suministrar la energía necesaria para el funcionamiento de las bombas de impulsión se realizó un prediseño de un sistema fotovoltaico Off-Grid o aislado. La idea central de este sistema es lograr una autonomía absoluta en cuanto a la necesidad de conectar los equipos eléctricos a la red domiciliaria. A continuación, se describen de manera general los principales componentes del sistema y los criterios para su determinación:

Paneles solares: Se estableció como unidad básica un panel solar policristalino de 330Wp y 72 celdas. Para estimar el número total de paneles de cada proyecto se utilizó el procedimiento y planilla de cálculo proporcionada por la CNR para dichos fines. Esta planilla permite ingresar información del equipo de bombeo (potencia mecánica, eficiencia, velocidad en RPM, frecuencia de Operación, corriente según amperaje), caudal y altura de bombeo para obtener, a partir de la ubicación y la potencia eléctrica obtenida, el número de paneles necesarios para proporcionar la energía requerida por las bombas funcionando 8 horas diarias en al menos dos meses al año.

La radiación que recibe cada panel fue determinada a partir del Explorador Solar del Ministerio de energía (http://solar.minenergia.cl/inicio), en el cual se ingresaron los parámetros específicos del modelo de panel fotovoltaico seleccionado, inclinación y azimut optimizados para la ubicación de cada sitio, eficiencia del sistema y parámetros del inversor utilizado. Con esta información se obtiene la energía posible de captar por cada módulo fotovoltaico.

Inversor: Su capacidad fue calculada a partir de la potencia acumulada del set de paneles, de manera de evitar cualquier tipo de daño en los equipos. En el Cuadro 10-15 se resumen los componentes del sistema fotovoltaico de cada proyecto.

CUADRO 10-15: CARACTERÍSTICAS SISTEMA FOTOVOLTAICO

N°	Proyecto	Potencia Instalada (Kw)	N° Paneles (330 Wp)	N° Inversores (5 Kw)
1	LON-04	0,75	10	1
2	LON-05	4,5	60	4
3	LON-10	1,5	20	2
4	LON-13	0,75	12	1
5	LON-19	1,125	14	1
6	LON-20	1,125	14	1
7	LON-22	0,75	12	1
8	LON-23	0,75	12	1
9	LON-26	1,5	20	2
10	PAR-01	1,125	14	1
11	PAR-02	1,125	14	1
12	PAR-03	0,75	12	1
13	PAR-04	1,125	14	1
14	RET-02	1,125	14	1
15	RET-07	3	40	3
16	RET-08	0,75	12	1
17	RET-11	7,5	100	7

Fuente: Elaboración propia.

10.7. Criterios de Diseño Estructural

10.7.1. Normas

ACI 318S-05 Requisitos de Reglamento para Concreto Estructural y Comentarios.

10.7.2. Materiales

Se consideran los siguientes tipos materiales:

- Acero de refuerzo AT56-50H, Malla ACMA Electrosoldada.
  Fy = 5000 kg/cm²
- Hormigón G-20/H-25
  f'c = 200 kg/cm²

10.7.3. Recubrimientos

Se utilizó lo dispuesto por ACI-318.

Superficie en contacto con agua, suelo o roca: 5,0 cm

10.7.4. Armadura Mínima Retracción y Temperatura

La norma ACI-318 menciona que, para losas estructurales, la armadura de alta resistencia o armaduras electro soldadas, se debe considerar una cuantía mínima de 0,0018 de la sección bruta del hormigón, y nunca menor a 0,0014. Para este caso (tipo de obras) se considera una cuantía mínima de 0,0014, debido a que las obras no tienen mayores solicitaciones.

CUADRO 10-16: ARMADURA MÍNIMA DE REFUERZOS

Cuantía	Armadura (cm²/m)	Malla ACMA
0,0014	1,4	C-139

Fuente: Elaboración propia.

10.8. Planos de Perfiles de Obras

Los planos de perfiles de obras se presentan la carpeta "Proyectos", Anexo 9.12.2 "Planos perfiles de obras".

10.9. Cronograma de Proyectos

Por último. se presenta la Programación de Actividades y curva ocupacional. desglosadas en las partidas del proyecto. A continuación, se presentan cuatro cronogramas, uno por cada rango de volúmenes de excavación de cubeta, dado que este ítem es el de mayor duración, se consideraron dos máquinas para su ejecución.

CUADRO 10-17: CRONOGRAMA DEL PROYECTO DE HASTA 10.000 M³

Descripción	Duración en Meses			
	1	2	3	4
Instalación de Faenas	X			
Construcción Microtranque				
Limpieza / Despeje (escarpe) 30 cm	X			
Excavaciones a Máquina		X		
Excavaciones a Mano			X	
Distribución de material con bulldozer			X	
Relleno Compactado con Rodillo				X

CUADRO 10-17: CRONOGRAMA DEL PROYECTO DE HASTA 10.000 M³

Descripción	Duración en Meses			
	1	2	3	4
Transporte a Botadero 5 km				X
Geomembrana				X
Construcción Canal de Desagüe				
Excavaciones a Máquina			X	
Excavaciones a Mano			X	
Moldaje Estructuras Hormigón Armado				X
Construcción Vertedero y Canal evacuador				X
Construcción Obra de Entrega				
Moldaje Estructuras Hormigón Armado			X	
Hormigón H-25/G-20				X
Suministro e Instalación Tubería HDPE D=300 mm			X	

Fuente: Elaboración propia.

CUADRO 10-18: CRONOGRAMA DEL PROYECTO ENTRE 10.000 Y 20.000 M³

Descripción	Duración en Meses				
	1	2	3	4	5
Instalación de Faenas	X				
Construcción Microtranque					
Limpieza / Despeje (escarpe) 30 cm	X				
Excavaciones a Máquina		X	X		
Excavaciones a Mano			X		
Distribución de material con bulldozer				X	
Relleno Compactado con Rodillo				X	
Transporte a Botadero 5 km					X
Geomembrana					X
Construcción Canal de Desagüe					
Excavaciones a Máquina			X		
Excavaciones a Mano			X		
Moldaje Estructuras Hormigón Armado				X	
Construcción Vertedero y Canal evacuador					X
Construcción Obra de Entrega					
Moldaje Estructuras Hormigón Armado				X	
Hormigón H-25/G-20					X
Suministro e Instalación Tubería HDPE D=300 mm				X	

Fuente: Elaboración propia.

CUADRO 10-19: CRONOGRAMA DEL PROYECTO ENTRE 20.000 Y 30.000 M³

Descripción	Duración en Meses						
	1	2	3	4	5	6	7
Instalación de Faenas	X						
Construcción Microtranque							
Limpieza / Despeje (escarpe) 30 cm	X						
Excavaciones a Máquina		X	X	X	X		
Excavaciones a Mano				X	X		
Distribución de material con bulldozer					X		
Relleno Compactado con Rodillo					X		
Transporte a Botadero 5 km						X	
Geomembrana						X	
Construcción Canal de Desagüe							
Excavaciones a Máquina					X		
Excavaciones a Mano					X		
Moldaje Estructuras Hormigón Armado						X	
Construcción Vertedero y Canal evacuador							X
Construcción Obra de Entrega							
Moldaje Estructuras Hormigón Armado						X	
Hormigón H-25/G-20							X
Suministro e Instalación Tubería HDPE D=300 mm						X	

Fuente: Elaboración propia.

CUADRO 10-20: CRONOGRAMA DEL PROYECTO ENTRE 30.000 Y 40.000 M³

Descripción	Duración en Meses							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Instalación de Faenas	X							
Construcción Microtranque								
Limpieza / Despeje (escarpe) 30 cm	X							
Excavaciones a Máquina		X	X	X	X	X		
Excavaciones a Mano					X	X		
Distribución de material con bulldozer						X		
Relleno Compactado con Rodillo						X		
Transporte a Botadero 5 km							X	
Geomembrana							X	
Construcción Canal de Desagüe								
Excavaciones a Máquina						X		
Excavaciones a Mano						X		

CUADRO 10-20: CRONOGRAMA DEL PROYECTO ENTRE 30.000 Y 40.000 M³

Descripción	Duración en Meses							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Moldaje Estructuras Hormigón Armado							X	
Construcción Vertedero y Canal evacuador								X
Construcción Obra de Entrega								
Moldaje Estructuras Hormigón Armado						X		
Hormigón H-25/G-20							X	
Suministro e Instalación Tubería HDPE D=300 mm						X		

Fuente: Elaboración propia.

10.10. Recomendaciones

Recomendación para la construcción de los tranques de regulación corta:

a) El proyecto se deberá realizar durante la temporada de no riego, evitando la pérdida de agua y la paralización del riego durante la temporada.

b) Se deberá retirar el material superficial capa vegetal o relleno artificial. Escarpe máximo aproximado 50 cm;

c) Las excavaciones para fundaciones, desde el sello de radier hacia abajo, podrán ser realizadas a máquina o manualmente con taludes verticales a subverticales. Los últimos 0,05 m antes de llegar al sello de excavación, deberán ser realizados manualmente con el propósito de obtener un sello libre de material suelto, removido o perturbado.

d) Antes de la colocación del material de relleno, se deberá realizar el escarpe señalado en (b) recompactando la nueva superficie de terreno. El material de relleno se colocará en capas horizontales de espesor suelto no superior a 25 cm y será compactado con un mínimo de 6 pasadas de rodillo liviano o placa vibratoria por cada punto.

e) Se evitará la instalación de geomembrana si la potencia de la napa es mayor a la considerada en el diseño para evitar excesivas deformaciones de ella. En dichos casos se privilegiará el uso de la geomembrana de los taludes anclándola en el pie y parte superior del muro. En caso de que se requiera, para el agotamiento de la napa se utilizará una bomba de funcionamiento continuo. El succionador de la bomba será

envuelto totalmente en geotextil de 150 gr/m² o similar. Se podrá utilizar un tambor perforado también envuelto en geotextil para evitar que se tape el pozo de agotamiento. Si las paredes de la excavación se muestran inestables, se deberán tender los taludes a una pendiente de 45º respecto de la horizontal;

f) Las sobreexcavaciones para alcanzar la cota de sello de fundación se podrán rellenar a lo menos con hormigón de 85 kg de cemento por metro cúbico de mezcla, con hasta un 30% de bolón desplazador;

g) Los sellos de fundaciones de todas las estructuras proyectadas serán recibidos conformes por un ingeniero civil o profesional competente, para verificar que el tipo de suelo de fundación es de una resistencia y rigidez igual o superior al supuesto en el presente informe.

11. PRECIOS UNITARIOS, CUBICACIONES Y PRESUPUESTOS

11.1. Generalidades

La estimación de los presupuestos de las obras comprometidas en el presente estudio, se elaboran en base a precios unitarios de las principales partidas del proyecto.

Los indicadores monetarios utilizados corresponden a:

Valor Dólar: $ 685,4 (01 de julio de 2020)

Valor UF: $ 28.695,46 (01 de julio de 2020)

11.2. Precios Unitarios

Los precios unitarios fueron determinados de acuerdo con la base de datos propia del Consultor y la recopilación de antecedentes de estudios similares, donde luego estos precios se compararon con los del documento de fomento DT-18 PU Mínimos y máximos para el país. En el Cuadro 11-1 se presente un resumen de las principales partidas consideradas en el presupuesto. El detalle se presenta en el Anexo 11-1.

CUADRO 11-1: RESUMEN PRECIOS UNITARIOS

Descripción	Unidad	P. U. Privado ($)	PU min Fomento ($)	PU max Fomento ($)	PU Final ($)
Limpieza / Despeje (escarpe) 50 cm	m²	801	728	1.225	801
Excavaciones a Máquina	m³	1.692	1.650	2.329	1.692
Excavaciones a Mano	m³	8.109	7.881	9.943	8.109
Distribución de material con bulldozer	m³	1.412	1.338	2.278	1.412
Relleno Compactado con Rodillo	m³	1.043	893	1.359	1.043
Transporte a Botadero 5 km	m³	1.692	1.686	2.290	1.692
Hormigón 170 kg/m³	m³	46.610	43.166	52.942	46.610
Hormigón H-25 / G20	m³	79.723	70.901	86.194	79.723
Malla ACMA C-139	m²	2.446	3.229	3.484	3.229
Armadura Refuerzo A63-42H	kg	1.025	1.252	1.464	1.252
Moldaje Estructuras Hormigón Armado	m²	6.770	5.627	7.563	6.770
Suministro e Instalación Tubería HDPE D=300 mm	m	5.472			5.472
Bomba Impulsión	Un	6.610.503			6.610.503
Bomba Riego	Un	6.610.503			6.610.503
Geomembrana	m²	9.606			9.606
Suministro Tubería PVC	m	2.499			2.499
Relleno Compactado a Mano	m³	3.924	3129	4477	3.924
Manejo botadero	m³	852	843	1152	852

Fuente: Elaboración propia.

11.3. Cubicaciones

Las cubicaciones de los elementos correspondientes a cada obra civil proyectada se realizaron conforme a la topografía existente y la proyección de las obras en el terreno.

Con respecto al movimiento de tierra, estos se obtienen del programa civil 3D donde se consideran las excavaciones de la cubeta, dentellón y canal de salida del vertedero, como a su vez los rellenos de muro y dentellón. Para efectos de esponjamiento se considera un 20% del material excavado. El detalle se presenta en el Anexo 11-2.

Las obras de hormigón armado se calculan con la planilla de cubicaciones según sus dimensiones obtenidas del diseño hidráulico de obras. Estas obras de hormigón corresponden al vertedero, cámaras de entrada, cámara de salida y canal de descarga vertedero. Para efectos de cubicación del acero de refuerzo, se considera una cuantía de 50 kg/m³. Para ver planilla de cubicaciones ver Anexo 11-2.

11.4. Presupuestos

Los presupuestos en detalle de cada sitio se presentan en el Anexo 11-3 del presente informe. Se considera un 5% para gastos generales y un 15% para Utilidades e imprevistos. En el Cuadro 11-2 se presenta un resumen del presupuesto de cada sitio.

CUADRO 11-2: PRESUPUESTOS PROYECTOS

Sitio	Volumen útil (m^3)	Tipo de Obra	Tipo de Organización	Nº de Usuarios	SubCostos ($)					Costo Total	
					Total Costo Directo	Gastos Generales	Utilidades e Imprevistos	Total Neto	IVA	$	UF
LON-01	43.085	Rehabilitación	Comunitario	400	111,632,827	5,581,641	16,744,924	133,959,393	25,452,285	159,411,677	5,555
LON-04	2.657	Construcción	Colectivo	3	49,666,053	2,483,303	7,449,908	59,599,263	11,323,860	70,923,123	2,472
LON-05	11.477	Construcción	Individual	1	131,059,025	6,552,951	19,658,854	157,270,830	29,881,458	187,152,288	6,522
LON-08	Desiste	Construcción	Comunitario	70	-	-	-	-	-	-	-
LON-09	9.768	Construcción	Comunitario	86	158,395,143	7,919,757	23,759,272	190,074,172	36,114,093	226,188,265	7,882
LON-10	2.829	Construcción	Individual	1	88,147,490	4,407,375	13,222,124	105,776,988	20,097,628	125,874,616	4,387
LON-13	1.332	Construcción	Individual	1	44,010,445	2,200,522	6,601,567	52,812,534	10,034,381	62,846,916	2,190
LON-14	27.181	Rehabilitación	Comunitario	70	177,782,870	8,889,143	26,667,430	213,339,443	40,534,494	253,873,938	8,847
LON-19	3.351	Construcción	Individual	1	83,169,481	4,158,474	12,475,422	99,803,377	18,962,642	118,766,019	4,139
LON-20	6.313	Construcción	Individual	1	104,567,632	5,228,382	15,685,145	125,481,159	23,841,420	149,322,579	5,204
LON-22	3.048	Construcción	Individual	1	82,608,648	4,130,432	12,391,297	99,130,377	18,834,772	117,965,149	4,111
LON-23	4.093	Construcción	Colectivo	6	77,654,356	3,882,718	11,648,153	93,185,227	17,705,193	110,890,420	3,864
LON-26	2.746	Construcción	Individual	6	55,760,098	2,788,005	8,364,015	66,912,117	12,713,302	79,625,420	2,775
LON-29	24.914	Rehabilitación	Comunitario	150	114,629,529	5,731,476	17,194,429	137,555,435	26,135,533	163,690,968	5,704
PAR-01	4.331	Construcción	Individual	1	71,863,026	3,593,151	10,779,454	86,235,631	16,384,770	102,620,401	3,576
PAR-02	3.549	Construcción	Individual	1	57,888,590	2,894,429	8,683,288	69,466,308	13,198,599	82,664,906	2,881
PAR-03	1.921	Rehabilitación	Individual	1	44,903,715	2,245,186	6,735,557	53,884,458	10,238,047	64,122,505	2,235
PAR-04	5.776	Construcción	Individual	1	67,216,100	3,360,805	10,082,415	80,659,320	15,325,271	95,984,591	3,345
PAR-06	Desiste	Construcción	Colectivo	2	-	-	-	-	-	-	-
PAR-07	1.910	Rehabilitación	Individual	1	38,809,520	1,940,476	5,821,428	46,571,424	8,848,571	55,419,995	1,931
RET-01	3.898	Rehabilitación	Individual	1	94,300,552	4,715,028	14,145,083	113,160,662	21,500,526	134,661,188	4,693

CUADRO 11-2: PRESUPUESTOS PROYECTOS

Sitio	Volumen útil (m^3)	Tipo de Obra	Tipo de Organización	N° de Usuarios	SubCostos ($)					Costo Total	
					Total Costo Directo	Gastos Generales	Utilidades e Imprevistos	Total Neto	IVA	$	UF
RET-02	2.320	Rehabilitación	Individual	1	57,468,954	2,873,448	8,620,343	68,962,745	13,102,921	82,065,666	2,860
RET-05	17.221	Rehabilitación	Individual	1	202,178,011	10,108,901	30,326,702	242,613,613	46,096,586	288,710,199	10,061
RET-07	8.485	Construcción	Individual	1	116,151,049	5,807,552	17,422,657	139,381,259	26,482,439	165,863,698	5,780
RET-08	2.638	Construcción	Individual	1	80,848,933	4,042,447	12,127,340	97,018,720	18,433,557	115,452,277	4,023
RET-11	1.610	Construcción	Colectivo	9	83,463,257	4,173,163	12,519,488	100,155,908	19,029,623	119,185,530	4,153
RET-15	7.127	Rehabilitación	Individual	1	86,473,423	4,323,671	12,971,013	103,768,108	19,715,940	123,484,048	4,303
RET-16	Desiste	Construcción	Individual	1	-	-	-	-	-	-	-
RET-19	4.024	Rehabilitación	Colectivo	4	90,678,175	4,533,909	13,601,726	108,813,811	20,674,624	129,488,435	4,513
RET-20	35.611	Rehabilitación	Comunitario	25	239,107,684	11,955,384	35,866,153	286,929,220	54,516,552	341,445,772	11,899

Fuente: Elaboración propia.

12. CARPETAS DE PERFILES DE PROYECTOS

12.1. Introducción

Para cada uno de los proyectos, se presenta una Carpeta Técnica que contiene los antecedentes asociados al desarrollo del perfil del proyecto y una Carpeta de Antecedentes Legales y Administrativos, con la documentación que fue solicitada durante el estudio a los beneficiarios y que servirá de base para la futura postulación a concurso de financiamiento. Esta información se encuentra ordenada en la carpeta: "3. Perfiles de Proyectos".

- 0. Resumen Ejecutivo
- 1. Texto
- 2. Anexos
- 3. Perfiles de Proyecto
- 4. SIG
- 5. Otros

En los siguientes puntos se describen contenidos y la forma en que estos se organizan en cada una de las carpetas.

12.1.1. Carpetas técnicas

En el caso de las Carpetas Técnicas, sus contenidos se presentan ordenados según lo indicado en los TRs, siendo numeradas según los Anexos de la Ley de Riego, lo que se indica a continuación:

- 9.1 Plano Ubicación del Proyecto
- 9.2 Identificación Área de Riego
- 9.4.1 Análisis Hidrológico
- 9.5 Prediseño y Cálculos Hidráulicos
- 9.6 Estudios Complementarios
- 9.8 Especificaciones Técnicas Especiales
- 9.9 Cubicaciones
- 9.10.1 Estimaciones de Presupuestos

- 9.10.4 Cotizaciones
- 9.12.2 Planos Perfiles de Obras
- 9.13.1 Cálculo Superficie

En el Anexo 9.12.2 Planos de Perfiles de Obras, se presentan los planos en las carpetas CC-XX, para cada uno de los proyectos, donde "CC" corresponde a la comuna donde se ubica el proyecto, XX, un número correlativo. Esa carpeta contiene los planos:

CC-XX-01:	Levantamiento Topográfico
CC-XX-02:	Planta Diseño, Perfiles Longitudinales y Detalles
CC-XX-03:	Perfiles Transversales
CC-XX-04:	Perfiles Transversales y Longitudinal Canal de Captación /Canal desripiados/Otros
CC-XX-05:	Otros en caso de ser necesario

12.1.2. Carpetas Antecedentes Legales y Administrativos

Para cada uno de los proyectos se incorpora una carpeta de Antecedentes Legales y Administrativos, esta última contiene un documento resumen de los antecedentes recopilados, la situación del proyecto a este respecto e indicaciones sobre pasos a seguir para la postulación a concurso.

Los documentos legales y administrativos se presentan en cada carpeta, según la estructura solicitada por la contraparte CNR, y si bien algunos de los antecedentes no aplican en este caso (puesto que no coinciden con los solicitados en el estudio) se mantiene el orden solicitado, a saber:

1. Formulario de postulación: este documento para el caso del proyecto no aplica, pero en todos los casos se indica que deberá ser elaborado al momento de la postulación.
2. Declaración postulante – cónyuge
3. Certificado de matrimonio
4. Cédula de identidad del cónyuge
5. Cédula de Identidad / RUT solicitante (s)
6. Cédula de Identidad representante legal: Personas Jurídicas.
7. Poder de representación.
8. Certificado Indap.
9. Acreditación Propiedad de la tierra.

10. Listado beneficiarios directos, aplica para OUA.
11. Certificado avalúo detallado
12. Autorización notarial arrendatarios
13. Declaración sucesión
14. Acreditación tenencia de aguas / Inscripción OUA en CBR.
15. Servidumbres
16. Permiso Sectorial.
17. Certificado vigente registro OUA de la DGA
18. Copia Estatutos OUA

13. PROCESO DE PARTICIPACIÓN CON BENEFICIARIOS Y CONSULTORES

13.1. Introducción

En el capítulo, a continuación, se indican las actividades realizadas en el proceso de participación con beneficiarios y consultores.

Este proceso estuvo marcado por el inicio de la pandemia de COVID-19 y las acciones recomendadas por el Plan de Acción nacional frente a ésta, lo que generó en algunos momentos la imposibilidad de desplazamiento del equipo de trabajo al área de estudio. Las medidas adoptadas se presentan en los acápites correspondientes.

Es por esto, que en acuerdo con la CNR se realizó una combinación de actividades virtuales y presenciales, cuyos resultados se presentan en este capítulo.

13.2. Propuesta y plan de comunicación para conversaciones iniciales con potenciales beneficiarios

Se presenta a continuación el Plan Comunicacional propuesto para articular los futuros encuentros con agricultores. En términos generales, el objetivo de esta propuesta fue ordenar las comunicaciones a sostener con los potenciales beneficiados, posibilitando un adecuado manejo de las expectativas y asegurando que aquellos agricultores seleccionados o descartados en los procesos de elección de sitios conozcan con claridad los fundamentos de las decisiones que se adopten, así como los alcances y limitaciones del presente estudio.

Los elementos comunicacionales que aquí se esbozan, se han dado a conocer a los distintos trabajadores antes de efectuar actividades en terreno. El siguiente listado contiene los criterios generales que regirán el Plan Comunicacional propuesto.

1. Proceso de Selección de Sitios. Se enfatiza que existirá un proceso de selección de sitios, el que se basará en diversos criterios técnicos tales como la situación de tenencia de la tierra, las cualidades que presente el sitio, la situación de los derechos de agua, el compromiso por parte de los regantes, entre otros. Ello servirá para que en todo momento exista claridad respecto a que no todos los sitios visitados podrán seguir avanzando en el proyecto.

2. Alcances del Estudio. Se pondrá atención a que los sitios seleccionados y en los que se efectúen los perfiles de las obras, se deberá seguir una serie de pasos antes de poder pasar a una etapa constructiva, por lo que el actual estudio no asegura su concreción.

3. Ley 18.450. Ante la relevancia que cobrará la Ley 18.450 para las posibilidades de construcción de los proyectos, se considera pertinente aprovechar las instancias de relacionamiento comunitario para dar cuenta de las características y posibilidades que abre la ley. Con ello, además, se podrá reforzar una idea de continuidad respecto a los sitios seleccionados.

4. Plazos del Estudio. Otro de los elementos que, según la experiencia del consultor resultará importante reforzar, tiene que ver con los plazos esperados por el estudio. En muchos casos se generan expectativas de una pronta finalización, por lo que este será un ámbito relevante a tener en cuenta.

5. Trabajos y Equipo en Terreno. Se informará de manera previa a los agricultores de los trabajos a efectuar. A la vez, se establecerán normas de adecuado comportamiento en terreno, tanto en lo referente al trato con las comunidades como en el cuidado del medio ambiente. También es de importancia mantener informados a los trabajadores del estudio, incluyendo a quienes puedan efectuar labores de terreno, de manera tal que la información que se entregue a los beneficiarios sea uniforme y no eleve las expectativas al punto de creer que se está iniciando la construcción del proyecto; para lograr esto se capacitará a los trabajadores por medio de una charla y entregando una cartilla de información que pueda ser entregada al beneficiario/a con el objetivo de los trabajos.

6. Transparencia y Rendición de Cuentas. Al tratarse de un estudio que inevitablemente levantará expectativas entre los regantes, algunos de los cuales no verán seleccionados sus sitios, se tendrá especial atención en rendir cuentas a quienes no hayan sido seleccionados, explicando de manera transparente los criterios que imposibilitaron seguir avanzando. Será misión del equipo de participación ciudadana el hacer un seguimiento de todos los casos, para lo que utilizará una planilla de registro que permita ordenar los contactos y el estado de cada sitio.

7. Comunicación Continua. En los casos de los regantes que tengan sitios priorizados, se realizarán esfuerzos por sostener una comunicación continua, actualizándolos respecto al estado del estudio y de los avances existentes. Ello se realizará tanto por medio de contactos telefónicos como aprovechando los trabajos en terreno a realizar para efectuar visitas informativas, las que serán coordinadas por el equipo PAC. Esta comunicación también será ordenada a través de una planilla de bitácora, que permita pormenorizar los contactos efectuados, la que será anexada en cada etapa.

8. Compromisos a Adoptar y Colaboración por parte de Regantes. Los regantes deberán prestar colaboración activa para el buen desarrollo del estudio, entregando documentos de

propiedad, facilitando los trabajos de terreno, entre otros. Es por ello que otra directriz del Plan Comunicacional tiene que ver con dar a conocer dicha necesidad y facilitar el proceso.

Estos 8 criterios generales han sido puestos en práctica en las 6 etapas del proyecto, aprovechando las distintas instancias de relacionamiento comunitario y de trabajos en terreno que el mismo considera. El Cuadro 13-1 contiene las actividades e instrumentos a través de los cuales se llevó a cabo el Plan Comunicacional.

CUADRO 13-1: CRITERIOS, ACTIVIDADES E INSTRUMENTOS DEL PLAN COMUNICACIONAL, POR ETAPA

Etapa	Criterios	Actividades	Instrumento
1	1,2,3,4,5,7	Contacto inicial con Regantes Visita a terreno Preselección de sitios	Catastro de regantes Propuesta Plan Comunicacional Minuta de presentación del estudio Ficha técnica autoridades
2	1,2,3,4,5,6,7,8	Visita a terreno Selección de sitios Trabajos de terreno Solicitud de antecedentes Comunicación con regantes con sitios seleccionados y no seleccionados	Minuta explicativa de alcances de proyecto y documentos necesarios Minuta explicativa de criterios de selección de sitios Declaración de interés
3	2,3,4,5,7,8	Reuniones con agricultores Trabajos de terreno Solicitud de antecedentes	Presentación de alcances de proyecto
4	7,8	Solicitud de Antecedentes Comunicaciones con regantes	
5	7	Comunicaciones con regantes Traspaso de información a consultores potenciales	Presentación sobre nociones de participación ciudadana en contextos rurales, características de los agricultores seleccionados.
6	2, 3,7	Reunión de cierre Reunión de cierre con servicios públicos	Carpetas con perfil de proyecto Minuta con pasos posteriores Minuta con estado de situación de DAA

Fuente: Elaboración propia.

13.3. Comunicación Inicial con Actores Relevantes

13.3.1. Generalidades

La comunicación se ha realizado con tres grupos de actores: las autoridades y servicios públicos, las Organizaciones de Usuarios de Aguas (OUA) y los consultores de la Ley de Riego referidos por algunos de los actores relevantes.

Los actores que se han contactado se presentan en el Anexo 13-1.

13.3.2. Autoridades y servicios públicos

La primera comunicación con las instituciones vinculadas a la temática en estudio se efectuó a través del envío de un oficio por parte de la CNR, en el que se comunicó el inicio del proyecto, sus principales objetivos y se solicitó la futura colaboración institucional. Dicho oficio se adjunta en el Anexo 13-2.

Para reforzar las comunicaciones con las instituciones relacionadas con el agro, se programó una primera reunión encabezada por la SEREMI de Agricultura y algunos representantes de los servicios del agro (SAG, INDAP, CNR), realizada el 25 de junio de 2019. Esto se encuentra documentado en el Anexo 13-3. Se presentó el consultor y se discutieron los lineamientos de la región en cuanto al área de estudio y a los derechos de aprovechamiento de aguas.

FOTOGRAFÍA 13-1: REUNIÓN SEREMI AGRICULTURA

Fuente: Registro del consultor.

A contar de esa fecha se sostuvieron conversaciones con INDAP, SAG y PRODESAL de las comunas de Parral, Longaví, Retiro y San Javier. En éstas se informó sobre los objetivos del estudio, el calendario proyectado y los trabajos a desarrollar, lo que fue reforzado a través de la entrega de una minuta informativa, la que se adjunta en el Anexo 13-4.

Las principales inquietudes expuestas por funcionarios y autoridades tienen que ver con:

- El tamaño de los terrenos de los pequeños agricultores, con sitios de aproximadamente 0,5 ha, donde no es posible ubicar obras como las indicadas en los términos de referencia. Dado esto, se ha consultado, al equipo CNR mandante, la posibilidad de disminuir el tamaño mínimo de acumulación. Esta situación se da tanto en el sector plano, como en el sector aguas arriba del embalse Bullileo.

- La propiedad de los derechos de aprovechamiento de aguas (DAA). Por parte de la autoridad regional y servicios agro, se busca favorecer proyectos cuyos beneficiarios sean poseedores de DAA, debido al tiempo que transcurre para poder inscribir nuevos derechos, lo que genera altas expectativas en los agricultores y la resolución de las solicitudes no ocurre dentro de los plazos contemplados en los estudios. Por otra parte, en las indagaciones en terreno se han visitado agricultores poseedores de DAA, permanentes y continuos, dada la realidad presente en la zona que corresponde a un área mayoritariamente de riego, es decir, todos los agricultores de los que se ha levantado información corresponden a este grupo, habiendo sondeado la posibilidad de que no tengan derechos con los informantes clave.

- Áreas de baja pendiente, que son más proclives para tranques excavados, que requerirán de bombeo de agua para el riego.

- Se plantea, también, que una de las principales necesidades de los agricultores son los tranques de acumulación nocturna, que permita realizar el riego durante el horario diurno, mejorando la calidad de vida y la pérdida de agua.

13.3.3. Organizaciones de Usuarios de Aguas (OUA)

Otros actores relevantes en la zona son las OUA. A sugerencia de la SEREMI de Agricultura, se sostuvo una reunión el día 3 de julio de 2019 con la Junta de Vigilancia del río Longaví, por medio de su Gerente, Lisandro Farías. Esta organización cuenta con más de 60 años de antigüedad. En dicha reunión, se recibió información de la realidad de los regantes de los canales pertenecientes a la junta, el riego en la zona, que se realiza por turnos que no superan los 11 días. Se indica que una acción es equivalente a 1,5 litros por segundo. El sistema se encuentra regulado por el embalse Bullileo, siendo usuario del sistema, por medio de caudales eventuales, el sistema Digua. La institución se ha ido profesionalizando y modernizando, tienen una estructura de promoción de proyectos, para lo cual tienen el apoyo de un equipo técnico para guiar a las comunidades para la postulación a fondos concursables, además de apoyar el avance en la construcción de obras, la inspección técnica de los proyectos y la toma de muestras de hormigones. Su gerente facilita los contactos de los/as presidentes/as de las comunidades de aguas que la componen, con quienes se toma contacto.

También se estableció contacto con la Asociación Canal del Melado, que cuenta con más de 100 años distribuyendo aguas en las comunas de Linares, Colbún y Longaví. En esta última comuna tiene un amplio sector de riego. El administrador Gonzalo Middleton atendió al equipo de terreno, con quien se revisó el área de estudio, analizando cuáles son los canales que se abastecen por canales dependientes del canal Melado, que riega con aguas provenientes del río Maule. Se estableció interés en cuanto a los tranques comunitarios construidos por la Corporación de la Reforma Agraria (CORA), ya que hay tres tranques que requieren rehabilitación, los que fueron visitados. Se visitaron con el celador Carlos Quijano 3 tranques comunitarios. Estos tranques actualmente se encuentran en terrenos particulares, por lo que no están incluidos en la información del estudio de tranques CORA de la Región del Maule. En 2 de los 3 tranques se logró contactar a los propietarios y a los regantes, quienes manifestaron su interés de participar en el estudio, en el tercer tranque se contactó a un representante de los regantes que manifestó el interés de participar.

También se visitó la Junta de Vigilancia del río Achibueno, cuya secretaria Fabiola Lobos revisó el área de estudio, en conjunto con el equipo de terreno, otorgando los contactos de los directores de los canales: Mesamávida, La Cuarta, San Luis y Tapia-Vásquez. En el canal Mesamávida se logró contactar un grupo de 20 personas interesadas en el estudio de un tranque comunitario. Este grupo no corresponde a una comunidad de aguas, si no a un sector que vive en un mismo callejón y riegan por un mismo canal. En el canal La Cuarta, uno de los directores convocó a 7 personas interesadas, de los cuales finalmente cumplían con los requisitos expuestos 3 agricultores particulares. Del canal El Almendro se logró visitar un sitio potencial, que por el nombre del canal calzaba en el área de estudio, pero finalmente en terreno se comprobó que se encontraba fuera de ella.

13.3.4. Contacto inicial con consultores potenciales para presentación de proyectos para su financiamiento

Durante la Etapa 1 se identificaron 49 Consultores de la Región del Maule inscritos en el Registro de la Ley N°18.450 que al menos poseen la especialidad “4) Embalses de regulación”.

También se efectuaron contactos con consultores de riego, quienes expusieron su visión de la realidad local, facilitando la caracterización del territorio y de tipos de proyectos afines a éste, con el conocimiento que su labor les ha otorgado. Los consultores que se han contactado corresponden a:

- Sociedad Río Longaví, por medio de Luis Villacura.
- Cepia Ingenieros Consultores, por medio de Marcelo Mourgues.
- Consultor Claudio Díaz.
- HidroCuenca, por medio de Eduardo Fuentes.

En las reuniones y contactos sostenidos se ha conversado sobre la dificultad de encontrar sitios que no requieran excavación debido a la baja diferencia de cotas en la mayor parte de los sectores. Además, los consultores entregaron algunas recomendaciones de localidades y organizaciones a las cuales visitar.

13.3.5. Identificación de Potenciales Beneficiarios

Para comenzar la identificación de actores se inició el contacto con los equipos de INDAP, PRODESAL y con los otros "porteros" anteriormente señalados.

Se efectuó un barrido telefónico para contactar a los presidentes de las comunidades de agua en el área de estudio, a quienes se entregó información acerca de los objetivos del estudio y se consultó sobre potenciales interesados, o si la propia comunidad se encontraba interesada en este tipo de proyectos. Se realizaron visitas por parte del equipo consultor a los agricultores que han manifestado su interés.

Con aquellos sectores que se encuentran más al norte, el contacto se ha establecido por medio del encargado de riego de INDAP.

13.4. **Conversaciones con agricultores seleccionados**

13.4.1. Introducción

Durante el proceso de selección de los sitios, el equipo consultor siguió el Plan Comunicacional, con el objetivo de mantener un adecuado manejo de las expectativas y claridad en el proceso de selección. El contacto fue realizado de manera presencial, por vía telefónica y por medio de la aplicación WhatsApp.

13.4.2. Preselección de Sitios

Durante el proceso de preselección de sitios, los agricultores o grupos de ellos, en cuyos predios se vislumbró la posibilidad de habilitar un proyecto de acumulación, fueron visitados por el equipo consultor, el que entregó una ficha sobre el estudio (Anexo 13-5) y explicó que se informaría sobre su selección o no selección en las semanas siguientes.

Como un paso intermedio y según lo acordado al inicio del estudio, se programó una reunión con funcionarios de la SEREMI del Maule, cuya minuta y registro de asistencia se encuentra en el Anexo 13-6. Dentro de los principales acuerdos, se estima necesario realizar un filtro respecto de los antecedentes legales, descartando aquellos sitios que pudieran tener una solución muy engorrosa, lo

que forma parte de los criterios de selección. En forma posterior a la reunión, se visitaron algunos de los sitios preseleccionados.

Consecuentemente con los acuerdos alcanzados, se sostuvo contacto permanente con los agricultores, para indagar sobre el tipo de agricultor/a (individual, comunitario, entre otros) e información legal sobre los Derechos de Aprovechamiento de Aguas (DAA) y la situación de la tenencia de la tierra. Con la validación de la información, mediante la solicitud y revisión de la documentación, se realizó una segunda preselección, en que fueron admitidos aquellos casos en que el nivel actual de regularización de la documentación permita la viabilidad futura de la ejecución de las obras. En la Fotografía 13-2 se documenta la reunión y posterior visita a terreno.

FOTOGRAFÍA 13-2: SET DE FOTOGRAFÍAS REUNIÓN SEREMI Y VISITA A TERRENO.

Fuente: Equipo consultor.

13.4.3. Información sobre la Selección de Sitios

Una vez seleccionados los agricultores para la realización de un perfil de proyecto de riego, se les informó sobre su selección. Para cada uno de los sitios se solicitó una carta de interés y conformidad de los sitios seleccionados, que incorpora el croquis de ubicación de las obras dentro del predio, indicando que esto no genera interferencias, problemas de operación u otros y en donde el usuario manifiesta su conformidad con la ubicación de la obra, mediante la firma del documento, el que fue solicitado personalmente con apoyo telefónico. La carta de cada uno de los sitios se encuentra en el Anexo 13-7.

Al momento de la firma de la carta de interés se ha informado sobre los trabajos de terreno, en qué consisten, la fecha de realización, se ha informado también de los resultados esperados en el estudio y de los pasos posteriores. Además, se han atendido las consultas que se han presentado, tanto en forma presencial como en forma telefónica.

13.4.4. Trabajos de Terreno

En las actividades de selección de sitios se informó a los agricultores sobre la realización de los trabajos de terreno, los que fueron coordinados por cada equipo, en función de la planificación del proyecto. Estas actividades fueron: la realización de las calicatas, el levantamiento topográfico y la encuesta de caracterización agropecuaria.

Para la coordinación de los trabajos de terreno, cada visita fue concertada con cada agricultor en forma telefónica o presencial, tanto para los trabajos de calicatas, como para la topografía y la encuesta de caracterización agropecuaria de proyectos de tipo individual. A diferencia de la aplicación de la encuesta de caracterización agropecuaria para proyectos de tipo individual, que se aplicó en cada predio (previa confirmación vía telefónica), la encuesta a los proyectos comunitarios se realizó a algún representante o dirigente del grupo de beneficiarios/as en sedes o lugares comunes a ellos/as.

13.4.5. Solicitud de Antecedentes Legales y Comunicación Constante con los Agricultores

Para la obtención de los antecedentes requeridos se realizó, inicialmente, el contacto con los agricultores vía telefónica, solicitando la documentación que respalda la posesión de la propiedad donde se proyectan las obras y de las aguas que hace el proyecto factible. Para esto se solicitó información, dependiendo si el proyecto es de tipo individual o de tipo comunitario.

Para documentos en que se requiere vigencia, en caso que los agricultores no cuentan con documentos actualizados, se procedió a la solicitud del certificado de vigencia al Conservador de Bienes Raíces respectivo.

En los casos en que no se ha logrado obtener la documentación debido a dudas o poca claridad de la documentación enviada, se ha procedido a visitar al/la agricultor/a (previa coordinación telefónica), y/o a la organización de usuarios de aguas y/u otro, explicando en detalle cuál es la documentación requerida.

A lo largo del estudio, se ha mantenido comunicación contante con los agricultores beneficiados, debido a los requerimientos técnico-administrativos.

13.4.6. Información a los/las Agricultores/as que no Siguen en el Proceso

Los/las agricultores/as que no siguen en el proceso han sido informados principalmente por vía telefónica a partir de la semana del 9 de marzo de 2020, una vez confirmados previamente los 30 sitios seleccionados.

13.5. **Actividad de traspaso de información a consultores potenciales para presentación de proyectos para su financiamiento**

13.5.1. Introducción

En el presente capítulo se presenta una propuesta detallada de la actividad de traspaso de información a consultores potenciales. En él se incluyen los objetivos, el detalle de las actividades propuestas y la programación de éstas.

13.5.2. Objetivos

El objetivo general de la actividad es traspasar información a consultores potenciales, presentes en la zona, durante la Etapa 5, para que se interesen en la futura presentación de proyectos para su financiamiento. Los objetivos específicos de la actividad son:

- O1: Traspasar a potenciales consultores, las tipologías de proyectos y sectores a beneficiar por los proyectos.
- O2: Informar a los consultores sobre el perfil y el alcance de los proyectos.
- O3: Informar a los consultores sobre los pasos posteriores para la postulación de los proyectos a financiamiento para su construcción y las opciones de financiamiento.

13.5.3. Metodología

13.5.3.1. Evaluación del tipo de Reunión a Realizar

Teniendo como antecedente el Plan de Acción frente a la pandemia COVID-19, a la imposibilidad de desplazamiento del equipo de trabajo al área de estudio, debido a las medidas adoptadas de cuarentena en la ciudad de Santiago y a las recomendaciones de no efectuar reuniones masivas en general, se recomendó la realización de una reunión virtual de presentación de estudio a consultores interesados, lo que fue evaluado en conjunto con la CNR y sondeado con algunos consultores.

13.5.3.2. Alcances de la Reunión

Las reuniones virtuales tienen características distintas a las reuniones presenciales, pero en experiencias anteriores se ha podido comprobar que es posible cumplir tanto el objetivo de informar, como el de generar participación. Por esta razón la actividad no es propuesta como un mero reemplazo, si no como una actividad que asegura el cumplimiento de los objetivos delimitados en los términos de referencia.

Se propuso la plataforma Zoom, ya que posee múltiples ventajas, como poder grabar la reunión, poder silenciar a los participantes, visualizar a los participantes en una sola pantalla, entre otros.

Para tener una conversación ordenada entre los participantes en plataformas virtuales, al inicio de las reuniones se norma el espacio de convivencia. En este caso se propuso una reunión de carácter informativa, en la que solo la CNR y los consultores tengan micrófonos abiertos. Durante la presentación, los asistentes pueden realizar preguntas a través del chat de la plataforma, las que serán agrupadas y ordenadas por un profesional de la consultora (moderador), para ser respondidas al final del encuentro. Al finalizar la exposición, se abrirán los micrófonos de aquellos participantes que deseen realizar sus comentarios.

La presentación trata brevemente cada uno de los contenidos, de manera de no desviar la atención de cada tema principal, ya que, a diferencia de las reuniones presenciales, hay factores externos que no son manejables.

13.5.3.3. Actividades previas a la reunión

Con fecha 1 de junio de 2020, se ha enviado el correo electrónico a 18 empresas consultoras de la Ley de Riego que fueron seleccionadas mediante los filtros presentados en la metodología (Anexo 13-8). Luego el 4 de junio se realizó un segundo contacto, a modo de insistencia. Se ha recibido la respuesta de 5 consultores.

Dada la baja cantidad de respuestas, el viernes 5 de junio se ha distribuido el correo a un segundo grupo de consultores, completando un total de 53 empresas contactadas, las que se presentan en el Anexo 13-9. A ese correo, se recibió solo un correo de respuesta (las respuestas se encuentran en el Anexo 13-10).

Dado que ha habido una baja respuesta por parte de los consultores, se propone reforzar el proceso de invitación, por medio de correo electrónico, insistiendo por el mismo medio y por vía telefónica.

13.5.4. Programa de la Reunión

El programa de la actividad propuesto se presenta en el Cuadro 13-2.

CUADRO 13-2: PROGRAMA DE LA REUNIÓN

DURACIÓN (MINUTOS)	ACTIVIDAD	RESPONSABLE
10	Inicio y espera al ingreso de los invitados	Moderador
10	Bienvenida, encuadre actividad e incorporación de asistentes	Moderador
30	Presentación del Estudio	Coordinador del Estudio
20	Dudas, Inquietudes, Consultas	Moderador (orden de preguntas), Respuestas: Coordinador del Estudio y Consultor
5	Encuesta	Moderador
5	Palabras de Cierre	Coordinador del Estudio

Fuente: Elaboración propia.

13.5.5. Ejecución de la actividad

13.5.5.1. Introducción

En una reunión efectuada el 9 de septiembre de 2020, por acuerdo entre el equipo consultor y el equipo CNR, se decide realizar la reunión el 29 de septiembre de 2020 a las 15 horas. También se acuerda efectuar recordatorios previos a la reunión a aquellos consultores que hayan confirmado asistencia.

13.5.5.2. Invitaciones

Las invitaciones fueron realizadas por medio de correo electrónico, que contenía el siguiente texto:

> Estimado/a consultor/a:
>
> Me es grato informar que la Comisión Nacional de Riego se encuentra desarrollando el Estudio Básico "Diagnóstico de Lugares para Microtranques en la Cuenca del río Longaví", a través de la empresa Arrau Ingeniería SpA, quien se adjudicó esta consultoría.
>
> Este estudio dimensionará 30 proyectos de acumulación con la estimación de los costos de construcción o rehabilitación según corresponda, haciendo entrega hacia el final del estudio de las carpetas con los proyectos desarrollados a los agricultores.
>
> Como parte de las actividades de esta iniciativa, se desarrollará una actividad destinada a los consultores presentes en la zona con el potencial de poder desarrollar los proyectos, para presentarles los alcances de los proyectos dimensionados.
>
> Esta actividad será realizada por medio de la plataforma Zoom el martes 29 de septiembre a las 15:00. En caso de tener interés en participar, le solicito contestar este correo para enviarle la invitación con los datos de conexión correspondientes.
>
> Atento a sus comentarios, se despide

El respaldo del correo electrónico enviado el 16 de septiembre de 2020 se presenta en el Anexo 13-11.

Al correo electrónico se adjuntó la invitación que se presenta en la Figura 13-1.

FIGURA 13-1: INVITACIÓN TRASPASO INFORMACIÓN CONSULTORES

Fuente: Elaboración propia.

13.5.5.3. Refuerzo de invitaciones, confirmación de asistencia y recordatorios a los confirmados

Luego del envío de las invitaciones, se reforzó el proceso de invitación mediante llamados telefónicos, que permitieron corroborar datos de contacto. En el Anexo 13-12 se presenta la lista de confirmados/as y la fecha en que fue contactado/a. En el Anexo 13-13 se presentan los correos que fueron enviados con los datos de acceso a la reunión y con los recordatorios efectuados.

13.5.5.4. Desarrollo de la Reunión

La reunión se efectuó con normalidad y se realizó según la planificación presentada en el Cuadro 13-2.

13.5.5.5. Asistentes

Los asistentes a la reunión fueron los siguientes:

- Patricio Espinoza, Coordinador del estudio.
- Marcelo Díaz, Coordinador Zonal Maule – CNR
- Diego Mena, Coordinador del estudio por parte del consultor
- Claudia Lizana, Encargada Participación Ciudadana por parte del consultor

- Viviana Araya, consultora independiente
- Juan Aránguiz, consultora Dos A Ltda.
- Luis Villacura, consultor Río Longaví Ltda.
- Jaime (no se identifica)
- Eduardo Canales, consultor Cepia Ingenieros Consultores Ltda.

13.5.5.6. Presentación

Para dar a conocer las normas para la participación en la reunión, se presentó la siguiente imagen.

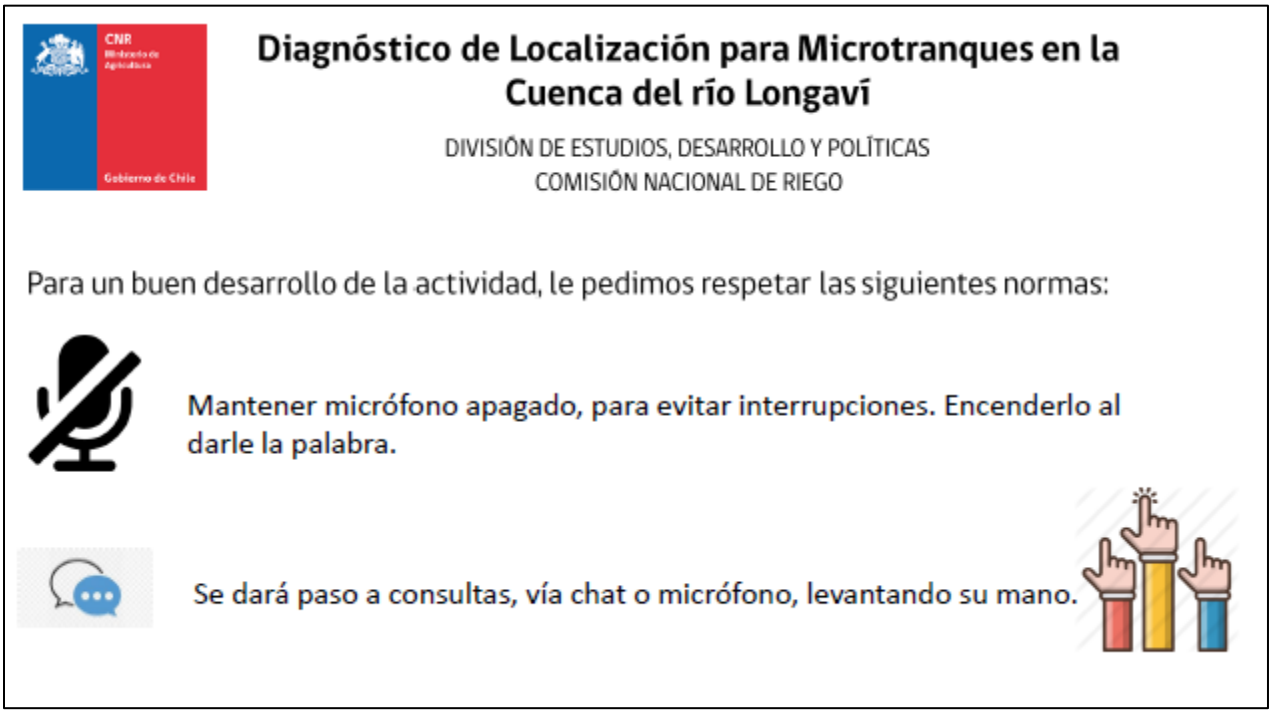


FIGURA 13-2: NORMAS DE PARTICIPACIÓN PARA LA REUNIÓN

Fuente: Elaboración propia.

La presentación realizada, que incluye aspectos relevantes de los resultados del estudio, se encuentra en el Anexo 13-14. Esta presentación fue enviada a los asistentes por medio del correo electrónico.

13.5.5.7. Inquietudes

En primera instancia el coordinador del estudio, Patricio Espinoza, aclara que los antecedentes serán entregados a los agricultores entre diciembre del presente año y enero de 2021.

En el cuadro se presentan las inquietudes de los consultores y las respuestas por parte de la CNR.

CUADRO 13-3: INQUIETUDES DE LOS PARTICIPANTES Y RESPUESTAS POR PARTE DE LA CNR.

Inquietud	Respuesta
¿Qué se busca con la reunión? ¿que un consultor los presente a la ley y los construya? (chat de Zoom)	Se contesta que lo que se espera entregar a los agricultores la carpeta del proyecto para que pueda ser presentada a concursos de la Ley de Riego.
En la parte legal hay proyectos con tramitaciones pendientes, consulta, si no alcanzan a ser resueltas en el periodo de postulación, hay una brecha que podría no estar resuelta al momento de ser seleccionado	Los temas legales a resolver por sus complejidades, a pesar del seguimiento que se está realizando, un porcentaje mínimo podría no alcanzar a estar resuelto en el plazo de postulación.
¿Estos proyectos ya estarían para el 2021? Los calendarios de la CNR terminan en diciembre. A lo mejor existirían unas brechas, pero podríamos entrar a modificar estas brechas en lo legal y/o técnico.	Claro que esa brecha existe, hay una posibilidad técnica de un grado de observación, nos hemos ajustado muy bien a la Ley, pero en todas las revisiones hay criterios, por lo que podrían hacer observaciones. Esperamos que las observaciones sean mínimas, más de forma o de fondo.
Se ve en la estructura que está todo completo y bien pauteado según los requerimientos de la CNR, tiene un buen número de embalses.	Como CNR queremos que las obras se construyan, por lo que esperamos que los proyectos salgan bonificados en 2021. Los proyectos se ven con bastante detalle. La idea es que como consultores cobren como presentación y algunas mejoras que por su experiencia vean que puede faltar. El tema es que se fijen bien en los precios unitarios, según las constructoras que trabajas. Lo que se busca es que sean presentadores de proyectos. Esperamos que las observaciones sean solamente de forma.
En los precios unitarios me parece muy bajo Relleno Compactado a $1.043 y H-25 a $79.729; pueden ser analizados ya que están muy bajos. Interesa saber si han usado los Instructivos vigente Resolución 5.868 del año 2019 y no la del 2017, ya que cambian sobre todo cálculo de superficie (chat)	El precio unitario lo puede evaluar el consultor constructor. Los diseños se basan en la última versión vigente del Depto. de Fomento.

CUADRO 13-3: INQUIETUDES DE LOS PARTICIPANTES Y RESPUESTAS POR PARTE DE LA CNR.

Inquietud	Respuesta
El H-25 en la región está entre 90 y 91 mil pesos, en los proyectos de obras civiles. Los rellenos compactados están entre $2.000 y $2.200. Hemos visto programas anteriores de la CNR, que son entregados a los agricultores y mi consulta es por qué no pudiera ser que estos proyectos fueran validados por revisores de la CNR y se evitan el problema de los cambios de criterios en los revisores. Nosotros decimos son programas de la CNR por qué no los valida la misma institución.	Estamos revisando estos proyectos y se ven bien completos. No son proyectos muy complejos, por lo que debieran ser mínimas las observaciones. Se analizó hacer una pre-revisión, pero se ven bien completos. Si ustedes observan que los a los proyectos les faltó algo, lo pueden fundamentar como costo de diseño. No debieran tener más que una observación de forma.
Sería posible poder readecuar el presupuesto según los máximos y mínimos que permite la comisión, se podrían evitar errores ya que hay que revisarlos antes de postularlos.	Desde un inicio hemos hablado de que existen estas brechas para que hagan propios los proyectos y puedan adecuarlos según la realidad de los presupuestos. Los dejaremos con un nivel de avance de entre un 90 y un 95%. No podemos establecer los criterios de revisión a priori, se deja esta brecha para que el consultor haga propio el proyecto y pueda hacerlo propio y lo presentan y si hay una observación de forma la puedan resolver ustedes de la mejor manera.
Normalmente estos proyectos van a terminar técnica y legalmente bien y van a entrar a los concursos normales. Pero a veces este tipo de proyectos no van a alcanzar financiamiento por puntaje. Estos programas dan por hecho que los proyectos van a obtener el financiamiento, considerando que hay que postularlos. Resulta que en el camino pueden no lograr un financiamiento y todo el esfuerzo queda en el camino, el tiempo y los esfuerzos involucrados. Sería bueno que existan nichos específicos para hacer estos financiamientos. A uno le interesa que lleguen los recursos a la zona para que luego no vengan a decir, pucha no pasó nada, mucho estudio, mucho recurso, ¿pero el objetivo final? El objetivo debiera ser además que lleguen al final. Que los programas vengan acompañados por algún recurso específico que permita materializar los proyectos.	En noviembre debemos elaborar el calendario 2021, haremos saber que hay la necesidad de hacer un concurso para la zona centro, un concurso de acumulación y el respaldo van a ser los proyectos. Nuestro fin van a ser terminar en obras. En la reunión de zonales vamos a hacer el requerimiento para el calendario de 2021. Esperando que la gran mayoría salga. Además, si no se materializan, poder luego revisar la cartera de no seleccionados para pedir más recursos. La idea no es llegar a eso, la idea es poder cubrir la mayor parte de los proyectos con los concursos ordinarios. Se van a sacar muchos proyectos no seleccionados con el concurso 803 de este año. Todo eso se va a tener en consideración para el calendario del próximo año.

Fuente: Elaboración propia, en base al momento inquietudes, dudas, consultas de la reunión.

13.5.5.8. Verificadores

Como elementos verificadores, se presentan tres fotografías de la reunión. En el Anexo 13-15 se, puede visualizar el video de la reunión Zoom.

FOTOGRAFÍA 13-3: REUNIÓN CONSULTORES

Fuente: Registro del consultor.

13.6. Cierre del estudio y ceremonia de entrega de carpetas con perfiles a los beneficiarios

13.6.1. Planificación de las actividades

Debido a los resguardos para la salud del equipo consultor, del equipo CNR y de los agricultores beneficiarios, se ha planteado una solución mixta que permita explicar a los agricultores en forma general el contenido de cada una de las carpetas, como la entrega física de ellas. Para ello se desarrollaron las siguientes actividades:

- Encuesta de conectividad: Se consultó telefónicamente a los beneficiarios del proyecto la posibilidad de que asistan a una reunión virtual, para ello serán contactados telefónicamente y se consultará por los medios que poseen para esta reunión y un horario que acomode y facilite su asistencia.

- Convocatoria: Por medio de comunicación telefónica, por correo electrónico y chat, se envió a los beneficiarios la invitación a la actividad.

- Reunión virtual: realizada el jueves 10 de diciembre a las 18 horas, en la cual se presentaron los alcances del estudio, resultados de los estudios básicos, los contenidos de las carpetas con los perfiles de proyecto, todo esto de forma que la información resultara comprensible a los agricultores. Además, se explicaron los pasos posteriores para postulación del proyecto a financiamiento para su construcción y el rol de los consultores y las fuentes de financiamiento potenciales. Al final de la actividad se dejó espacio para responder a las dudas que surjan de la comunidad.

- Entrega de las carpetas a los beneficiarios: para materializar la entrega de carpetas, se acordó con los beneficiarios la forma de entrega presencial. En esta actividad se entrega además material de apoyo para reforzar los próximos pasos para la postulación de los proyectos.

13.6.2. Reunión virtual de entrega de resultados

13.6.2.1. Convocatoria

Con una semana de anticipación, se realizaron llamados telefónicos con una semana de anticipación, los que fueron posteriormente reforzados los dos días previos a la reunión y en los casos en que se solicitó, se volvió a reforzar el mismo día de la actividad durante la mañana.

En la primera ronda de llamados se informó la fecha y se realizaron las consultas respecto de las posibilidades de participar en la actividad, en donde 7 de los beneficiarios plantearon no tener acceso a internet o tener muy mala señal por lo que no podrían participar, los 20 restantes solicitaron se les enviara el enlace mediante correo electrónico o mensaje vía WhatsApp, de forma directa o a algún familiar que los apoyaría en el proceso de conexión.

13.6.2.2. Desarrollo de la actividad

La actividad fue realizada a través de la plataforma Zoom el día 10 de diciembre a las 18 horas, contando con la participación de 15 beneficiarios, además del equipo consultor, el coordinador de estudio Patricio Espinoza y Marcelo Díaz, Coordinador Zonal Maule de la CNR.

La actividad inició con algunas instrucciones generales para facilitar el desarrollo de la actividad, luego de lo que se procedió a realizar la presentación que contenía aspectos relevantes del

estudio, sus resultados y ponía énfasis en los pasos a seguir para dar continuidad al proceso. Esta presentación se presenta como Anexo 13-16.

Luego de terminada la presentación, se realizó una ronda de consultas, en las que los beneficiarios pudieron exponer las dudas respecto de la información entregada. La primera intervención es realizada por el Coordinador del Estudio, Patricio Espinoza, quien comenta a los participantes que durante el estudio se realizó una actividad en que se convocó a los consultores de la Ley, para informarles sobre el estudio, comenta además de la importancia de los trabajos realizados y que los precios presentados se encuentran de acuerdo a una lista que se usa para este tipo de proyectos, indica que los consultores habían indicado que los presupuestos se encuentran bajos.

Continuando en su intervención, comenta que originalmente eran 30 seleccionados, pero que 3 de los agricultores desistieron de participar una vez que ya se habían realizado los trabajos en sus terrenos.

El primer beneficiario en intervenir, Guillermo Ibáñez, consulta sobre la validez del estudio en el tiempo y por el porcentaje de financiamiento, a lo que Patricio Espinoza responde que los proyectos no caducan, aunque pueda demorar su implementación, la idea es que se pueda dar continuidad, que en el tiempo solamente perderán vigencia algunos documentos, que será necesario renovar.

Luego interviene Mauricio Acevedo, quien consulta si existirá un concurso especial para estos proyectos, o deberá presentarse a concurso nacional, Patricio responde que se está trabajando en desarrollar concursos a nivel regional, pero que no hay certeza de esto. En este punto interviene Marcelo Díaz, encargado CNR Maule, señala que, en cuanto a financiamiento, Longaví y Retiro son las comunas que más obtienen bonificaciones a nivel nacional, e indica que se realizó una solicitud de asignación de fondos para financiar este programa. Además, Marcelo Díaz comenta que durante la primera semana de enero se publicará el calendario de concursos, que para este año se duplicaron los fondos de la ley por reactivación y la sequía, y que pare el segundo trimestre del 2021 podría haber un concurso para postular estos proyectos.

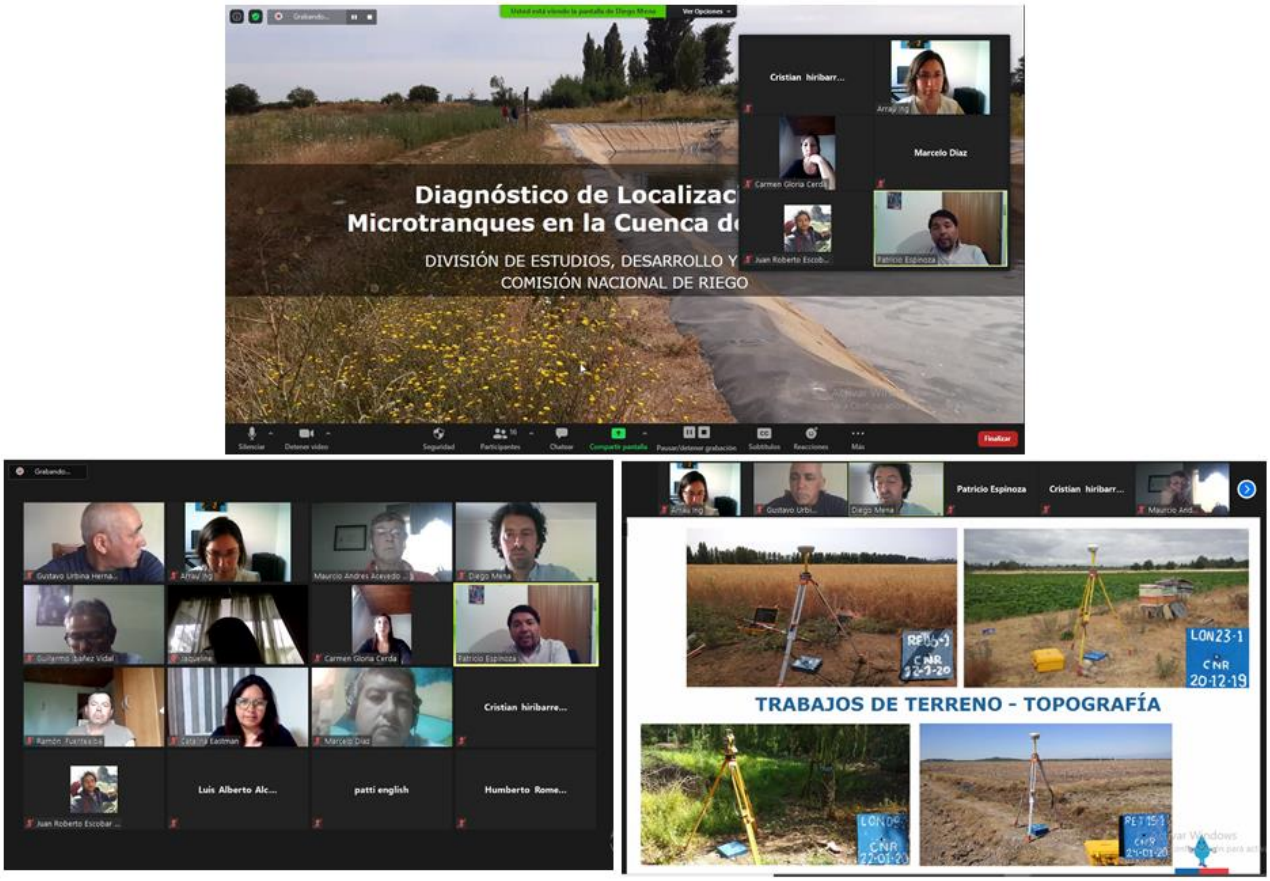
Marcelo Díaz también responde a las dudas respecto del financiamiento, indicando que en el caso de agricultores de perfil INDAP ronda entre el 80% y 90%-, lo mismo para las organizaciones de usuarios de aguas, y que para los medianos agricultores alcanzaría un 70%. Se releva la importancia del trabajo con el consultor de la ley, puesto que es quien conoce exactamente las fechas y los tipos de concursos que se presentan a lo largo del año.

Cristian Iribarren, consulta si las fechas de los concursos son independientes, a lo que Marcelo Díaz responde que se puede postular en diferentes concursos, uno de acumulación, otro de tecnificación, etc., que no son excluyentes.

La última intervención es realizada por Mauricio Acevedo, quien consulta si se pueden realizar cambios al proyecto, agregar o sacar cosas, a lo que ambos representantes de la CNR indican que es posible realizar cambios antes de la presentación, pero que, si estas modificaciones requieren trabajos adicionales, tendrá que resolverse con el consultor seleccionado.

Se cierra la reunión, agradeciendo a los participantes y señalando que se tomará contacto con ellos para definir la fecha de la entrega de las carpetas.

A continuación, se presentan algunas fotografías de la actividad. El video completo de esta se presenta adjunto al informe con Anexo 13-17.



FOTOGRAFÍA 13-4: SET DE IMÁGENES DE LA REUNIÓN.

Fuente: Registro del consultor.

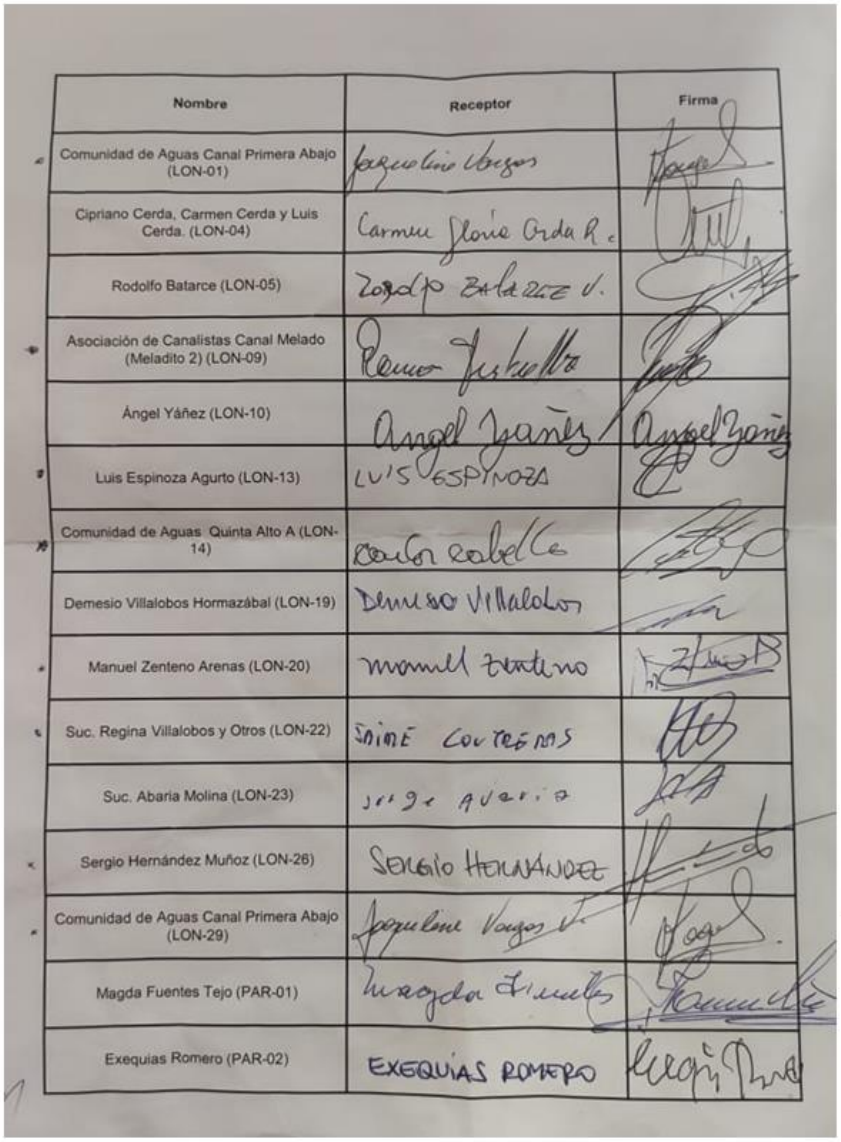
13.6.3. Entrega de carpetas a los beneficiarios

Durante los días 11, 12 y 13 de enero, se realizó la entrega de las carpetas de forma presencial a cada beneficiario, actividad realizada según los estándares presentados en el Protocolo para la Ejecución de Actividades en Terreno de la CNR, que se encuentra en el Anexo 13-18.

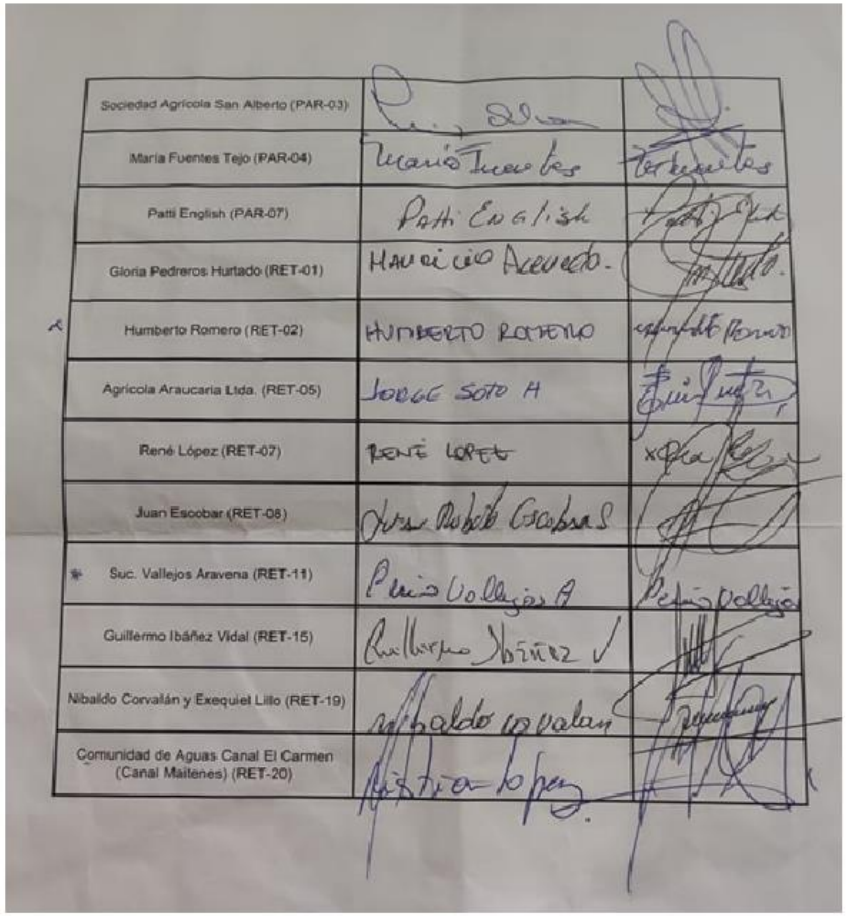
A fin de coordinar este proceso, la semana previa a la visita se realizaron llamados telefónicos con el objetivo de establecer un calendario tentativo de visitas y acordar el lugar de encuentro y se recordaron las medidas de precaución por COVID-19.

La mayor parte de los encuentros fueron en el domicilio de cada beneficiario o representante, al aire libre, en donde además de hacer la entrega de las carpetas y sus respaldos digitales, se explicaron los pasos a seguir en cada caso y se aclararon las dudas que pudiera tener el beneficiario. Cada visita tuvo una duración de entre 30 y 45 minutos.

En la Fotografía 13-5 se presenta fotografía de la lista de recepción de carpetas firmada por cada beneficiario o su representante. En las páginas siguientes, en la Fotografía 13-6y Fotografía 13-7, dos conjuntos de imágenes como elemento verificador de la recepción de las carpetas por parte de los 27 beneficiarios.



Nombre	Receptor	Firma
Comunidad de Aguas Canal Primera Abajo (LON-01)		
Cipriano Cerda, Carmen Cerda y Luis Cerda. (LON-04)		
Rodolfo Batarce (LON-05)		
Asociación de Canalistas Canal Melado (Meladito 2) (LON-09)		
Ángel Yáñez (LON-10)		
Luis Espinoza Agurto (LON-13)		
Comunidad de Aguas Quinta Alto A (LON-14)		
Demesio Villalobos Hormazábal (LON-19)		
Manuel Zenteno Arenas (LON-20)		
Suc. Regina Villalobos y Otros (LON-22)		
Suc. Abaria Molina (LON-23)		
Sergio Hernández Muñoz (LON-26)		
Comunidad de Aguas Canal Primera Abajo (LON-29)		
Magda Fuentes Tejo (PAR-01)		
Exequias Romero (PAR-02)		



Sociedad Agrícola San Alberto (PAR-03)		
María Fuentes Tejo (PAR-04)		
Patti English (PAR-07)		
Gloria Pedreros Hurtado (RET-01)		
Humberto Romero (RET-02)		
Agrícola Araucaria Ltda. (RET-05)		
René López (RET-07)		
Juan Escobar (RET-08)		
Suc. Vallejos Aravena (RET-11)		
Guillermo Ibáñez Vidal (RET-15)		
Nibaldo Corvalán y Exequiel Lillo (RET-19)		
Comunidad de Aguas Canal El Carmen (Canal Maitenes) (RET-20)		

FOTOGRAFÍA 13-5: LISTADO FIRMADO RECEPCIÓN DE CARPETAS

Fuente: Registro del consultor.

FOTOGRAFÍA 13-6: ENTREGAS DE CARPETAS (1 DE 2)

Fuente: Registro del consultor.

SITIO: PAR-07, Patti English

SITIO: RET-01. Mauricio Acevedo (Representante)

SITIO: RET-02. Héctor Romero

SITIO: RET-05. Jorge Soto

SITIO: RET-07. René López

SITIO: RET-08. Juan Escobar

SITIO: RET-11, Luis Vallejos

SITIO: RET-15, Guillermo Ibáñez

SITIO: RET-19, Nibaldo Corvalán

SITIO: RET-20, Cristian López, Representante Canal Maitenes

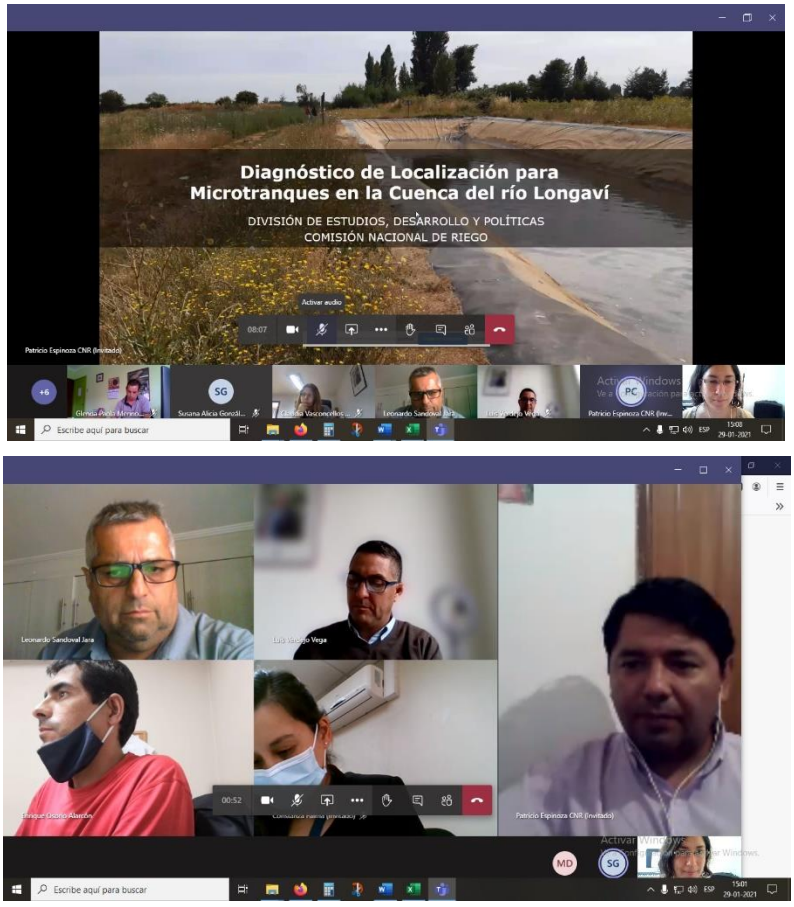
FOTOGRAFÍA 13-7: ENTREGAS DE CARPETAS (2 DE 2)

Fuente: Registro del consultor.

13.7. Reunión de cierre con servicios públicos

Se realizó una reunión con los servicios públicos vinculados al riego, a través de una reunión con la CRR, con el propósito de presentar los resultados del estudio. Esta reunión fue programada entre el Coordinador del Estudio y el Coordinador de la Región del Maule CNR y se realizó el día viernes 29 de enero de 2021.

Junto al SEREMI de Agricultura participaron diferentes instituciones: la Dirección General de Aguas, Dirección de Obras Hidráulicas y SAG. El detalle de la reunión se adjunta en el Anexo 13-19.



FOTOGRAFÍA 13-8: SET DE IMÁGENES DE LA REUNIÓN.

Fuente: Set de imágenes de la reunión.

14. DATOS EN PLATAFORMA SIG

14.1. Recopilación de Antecedentes SIG

En el presente capítulo, se detalla el desarrollo de un Sistema de Información Geográfica (SIG), con la información levantada en el estudio, facilitando la integración de la información y la visualización de ella.

Las fuentes de información referidas hasta el momento son:

- Comisión Nacional de Riego: Área de estudio.
- Infraestructura de Datos Geoespaciales (IDE)
- Instituto Geográfico Militar (IGM)
- Center for Climate and Resilience Research (CR2)
- Ministerio de Medio Ambiente (MMA)
- Dirección General de Aguas (DGA)
- Servicio Nacional de Geología y Minería (SERNAGEOMIN)
- Información obtenida en el estudio

Esta información ha sido procesada en el software QGIS.

La información es presentada según la estructura indicada en el Cuadro 14-1 y la visualización de la distribución de las capas en el proyecto QGIS en la Figura 14-1.

CUADRO 14-1: ESTRUCTURA SIG

Carpeta	Sub Carpeta	Sub Sub Carpetas	Nombre Archivo	Descripción	Fuente	Fecha
6. SIG	01_Proyecto SIG	-	SIG_Longavi.qgs	Proyecto	Arrauing	2020
	02_Capas	01_Divpola	AreaEstudio.shp	Polígono Área Estudio	Arrauing	2020
			Division_comunal.shp	Limites Comunales	BNA	2014-2017-2018
			division_comunal_AE.shp	Comunas área de estudio	BNA	2014-2017-2018
			division_provincial.shp	División Provincial	BNA	2014-2017-2018
			division_provincial_AE.shp	Provincia área de estudio	BNA	2014-2017-2018
			Region Maule.shp	Limites Regionales	BNA	2014-2017-2018
		02_Topo	F068_GEOTIFF_SIRGAS19.tif	Carta IGM Villaseca	IGM	1997
			F069_GEOTIFF_SIRGAS19.tif	Carta IGM Linares	IGM	1997
			F079_TIF_3ed_2019_15012019.tif	Carta IGM Parral	IGM	1997
			F080_GEOTIFF_SIRGAS19.tif	Carta IGM Los Cristales	IGM	1997
			F081_GEOTIFF_SIRGAS19.tif	Carta IGM Achibueno	IGM	1997
			F092_TIF_3ed_2019.tif	Carta IGM Bullileo	IGM	1997
		03_AgroClima	MascaraAreaEstudio.shp	Carta IGM Mascara del Área de estudio	Arrauing	2020
			AgroclimaticoLongavi.shp	Atlas Agroclimático U. de Chile, 2017 (VII y VI)	Universidad de Chile (AGRIMED)	2017
			AgroclimaticoImagen.tif	Lamina Mapa Agroclimático 2017	Universidad de Chile (AGRIMED)	2017
		04_Suelo	SueloUso_CNF_AE.shp	Uso de Suelo	CONAF	2016
			OH1291-Suelos-IF-WGS84-Ed01_TYPSA.shp	-Series -Capacidad de Uso -Drenaje -Aptitud Frutal	TYPSA	2015

CUADRO 14-1: ESTRUCTURA SIG

Carpeta	Sub Carpeta	Sub Sub Carpetas	Nombre Archivo	Descripción	Fuente	Fecha
			MapaGeologicoAE.shp	Formaciones Geológicas	SERNAGEOMIN	2002
			Geomorfologia_Maule.shp	Unidad Geomorfológicas	Universidad de la Frontera, Temuco.	-
		05_Superfi	RedHidrografica_Maule.shp	Red Hidrográfica Maule	BNA	2014-2017-2018
			RedHidrografica_AE.shp	Red Hidrográfica Área de estudio	BNA	2014-2017-2018
			FluvioMauleVigente.shp	Estaciones Fluviométricas Maule	DGA	2019
			Nombre_Rios_AE.shp	Nombre de ríos área estudio	BNA	2014-2017-2018
		06_Subterra	Acuiferos_Maule_Recarga_Preliminar_Mayo_2016.shp	Acuíferos Maule DGA 2016	DGA	2016
			Acuiferos_Maule_Noviembre_2018.shp	Acuíferos Maule DGA 2018	DGA	2018
		08_Cuencas	Cuencas_BNA.shp	Cuencas Chile	BNA	2014-2017-2018
			Cuencas_BNA_AE.shp	Cuencas Área Estudio	BNA	2014-2017-2018
			Subcuencas_BNA.shp	Subcuencas Chile	BNA	2014-2017-2018
			Subcuencas_BNA_AE.shp	Subcuencas Área Estudio	BNA	2014-2017-2018
			Subsubcuencas_BNA.shp	Subsubcuencas Chile	BNA	2014-2017-2018
			Subsubcuencas_BNA_AE.shp	Subsubcuencas Área Estudio	BNA	2014-2017-2018
		11_InfraRiego	Bocatomas_DGA_AreaEstudio.shp	Bocatomas	DGA	2017
			Embalses_DGA_2016_AreaEstudio.shp	Embalses	DGA	2016
			Canales_CNR.shp	Canales	CNR	2012
			CatastroTranquesExistentesSatelitalV2.shp	Tranques existentes	Arrauing	2020

CUADRO 14-1: ESTRUCTURA SIG

Carpeta	Sub Carpeta	Sub Sub Carpetas	Nombre Archivo	Descripción	Fuente	Fecha
			CORAconPotencialV2.shp	Tranques CORA con potencial	Arrauing	2020
			30_Seleccionados	Sitios seleccionados	Arrauing	2020
			Tranques	Tranques Proyectados	Arrauing	2020
		14_Ambiente	SP1_026.shp	Sitios Prioritario Altos Achibueno	MMA	2019
			SP1_062.shp	Sitios prioritario bosques nativos Digua Bullileo	MMA	2019
			SP2_044.shp	Sitio prioritario Cajón Pejerreyes	MMA	2019
			SP2_216.shp	Sitio prioritario Vegas Ancoa	MMA	2019
			WDPA_163.shp	Santuario cajón del Achibueno	MMA	2019
		17_TrabajosTerreno	Calicatas_v3	Ubicación preliminar de las calicatas	Arrauing	2020
			Lev_topografico.shp	Áreas topografiadas/Áreas de Proyecto	Arrauing	2020
			PRS.shp	Ubicación PRs construidos	Arrauing	2020
			Curvas_de_nivel_V3.shp	Curvas de nivel topografía de los sitios.	Arrauing	2020
		Otros Proyectos	OH1291-Sectores-IF-pol-WGS84-Ed01	Sectorización Estudio TYPSA	TYPSA	2015
			OH1291-Limite_Area_Estudio-IF-WGS84-Ed01	Área de Estudio	TYPSA	2015
			OH1291-Canales-IF-WGS84-Ed01	Canales de Riego	TYPSA	2015
			OH1291-Tranques-IF-pol-WGS84-Ed01	Tranques	TYPSA	2015

CUADRO 14-1: ESTRUCTURA SIG

Carpeta	Sub Carpeta	Sub Sub Carpetas	Nombre Archivo	Descripción	Fuente	Fecha
	03_Kmz		AgroclimaticoLongavi.kmz	Lamina Mapa Agroclimático 2017	Universidad de Chile (AGRIMED)	2017
			Sup. Lidar.kml	Polígonos para imágenes LIDAR	Arrauing	2020

Fuente: Elaboración propia.

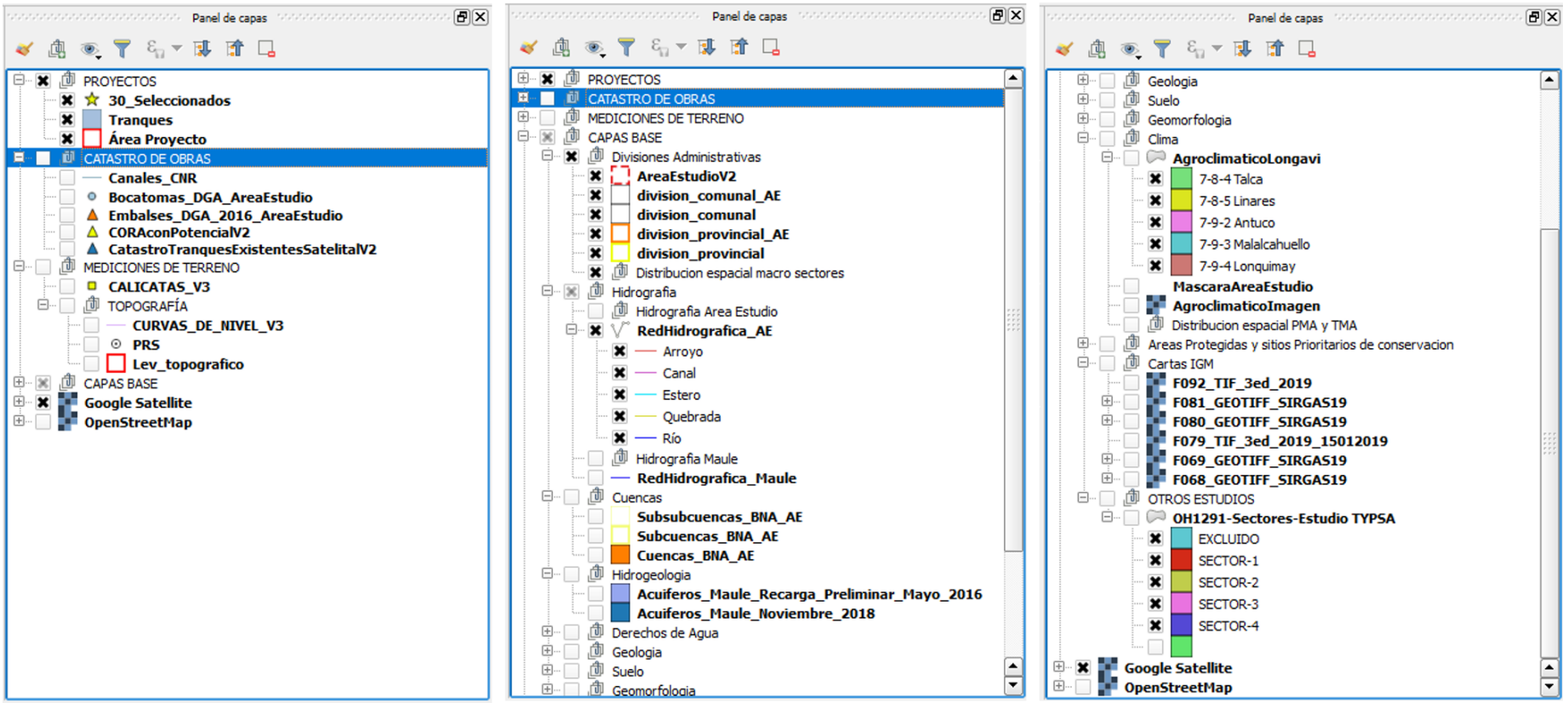


FIGURA 14-1. DISPOSICIÓN DE CONTENIDOS PANEL DE CAPAS

Fuente: Elaboración propia.

15. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

15.1. Realidad Territorial

La concepción de la presente iniciativa planteaba la identificar sectores técnica y económicamente factibles para el emplazamiento de micro-tranques con características específicas respecto a su volumen de acumulación y a la utilización de las aguas lluvias presentes en flujos intermitentes o continuos, asociadas, en algunos casos, a la solicitud o traslado del derecho de agua. Sin embargo, las necesidades levantadas en el territorio se enfocaban en el mejoramiento de los sistemas de riego ya existentes, por medio de obras de acumulación individuales, colectivos y comunitarios.

A lo anterior, se sumó la visión de los representantes regionales de la Comisión, quienes proponían evitar la solicitud de nuevos derechos dada las limitaciones tanto por las posibles oposiciones como por los tiempos de tramitación de estos y a la solicitud de incluir tranques ex Cora en el conjunto de sitios potenciales a evaluar.

A raíz de lo anterior, se adecuaron las tipologías de proyectos a las necesidades e intereses de los agricultores locales correspondientes a tranques de regulación corta de uso nocturno o turnal que mejoran la gestión de las aguas de los actuales usuarios, mejorando su calidad de vida.

15.2. Caracterización Agroproductiva y Propuestas de Desarrollo

Según el diagnóstico agroproductivo desarrollado en el presente estudio, existen actualmente numerosos factores favorables para el desarrollo agrícolas presentes en la zona, los que son factibles de potenciar con el aumento en seguridad de riego asociado a los proyectos estudiados. Los predios y comunidades de predios seleccionados potencialmente beneficiarios de las obras, son en su mayoría de pequeños a medianos agricultores, cuya agricultura mayoritariamente es de carácter tradicional, con un incipiente enfoque frutícola.

Estos predios se encuentran insertos en una zona tradicionalmente agrícola y de riego, por lo que los agricultores en mayor o menor medida, tienen una tradición de manejo de suelos, de cultivos y del riego. La zona a la vez, está provista de suelos de medias a altas capacidades de uso y planos, propicios para el desarrollo de agricultura. Al mismo tiempo existen condiciones agroclimáticas apropiadas para el desarrollo de la mayoría de las especies agrícolas producidas en la zona centro del país. Posee también esta zona, una vasta infraestructura de canales provenientes del sistema hidrográfico del río Longaví y parcialmente del Maule. También existe un desarrollo agroindustrial que evoluciona en crecimiento hacia la fruticultura y una conectividad e infraestructura de caminos que favorece el transporte a los diversos mercados de la zona centro norte y centro sur.

Existe también una base promisoria para la inminente gestión de postulación para los proyectos en cuestión, en lo que respecta a la existencia y el estado de legalización o regularización de derechos de aguas a acumular, así como también en la tenencia y propiedad del suelo. Junto a una base organizacional asociada en el caso de los proyectos comunitarios, son factores que encaminan a un buen término el proceso de postulación, pero, sobre todo, se constata interés generalizado de los agricultores en las obras, interés asociado a la creciente necesidad de agua para regar, necesidad de se ve potenciada por la falta de tecnificación y eficiencia en el riego, lo que va de la mano con la necesidad de innovar en nuevos cultivos de mayor rentabilidad.

De esta forma, se visualiza un auspicioso escenario para el desarrollo agrícola de los predios en el marco de estos proyectos, no obstante, debe existir una estrecha relación de estos potenciales con una propuesta de desarrollo futuro contextualizada a la zona. Dicha propuesta debe seguir muy cercanamente las tendencias productivas que desde hace una década experimenta la Región.

La propuesta productiva se basa en la agricultura desarrollada por referentes productivos en la Región y con un mayor nivel tecnológico, como lo son productores y exportadores frutícolas que han llegado a la Región producto de los escases hídrica en la zona centro norte, atraídos por la mayor seguridad de riego que proporcionan actualmente las fuentes de abastecimiento de la Región. Gran cantidad de plantaciones frutales nuevas de empresas recientes en la zona, asociadas a producción de cerezos, manzanos, arándanos, nogales y avellano europeo, ocupando en forma generalizada, tecnificación en el riego, son el ejemplo gráfico de una agricultura comercial que está dando buenos resultados a estar asociada a mercados de exportación.

Por otro lado, se plantea potenciar el desarrollo de la horticultura ya en desarrollo en la zona, orientada al mercado nacional, aprovechando las mencionadas potencialidades, la presencia de mercados en la zona y la buena conectividad existente con las zonas sur y norte del país.

No obstante, los mecanismos de apoyo tecnológico, financiero y de gestión inherentes al desarrollo de estos proyectos, deben lograr conducir, en el plazo propuesto, el manejo técnico y comercial de los predios, siguiendo el patrón de cambios que va experimentando la agricultura, tanto en las cambiantes tendencias productivas del mercado (hoy en dirección a la producción frutícola) como respecto del creciente déficit hídrico que afecta año tras año la zona centro norte y sur del país, donde la acumulación y forma eficiente de regar son factores claves para la subsistencia del rubro.

15.3. Conclusiones

Se tienen las siguientes conclusiones:

3) Las obras proyectadas corresponden a tranques de regulación corta (turnal o nocturna) las cuales se abastecen desde la red de canales existente en el área de estudio, la mayoría de ellos (26 sitios) pertenecen al sistema de la Junta de Vigilancia del Río Longaví, mientras que el resto pertenecen al Sistema Melado (2 sitios), a la Junta de Vigilancia del Río Achibueno (1 sitio) y al Sistema Digua (1 sitio). Cabe destacar que, en los sitios LON-08, PAR-06 y RET-16 se produjo el desistimiento de los interesados, a pesar de haber comprometido su interés previamente. Debido a que dicha situación se produjo en las etapas 4 y 5 del estudio no fue posible la realización de trabajos en terreno (topografía y mecánica de suelos) para sitios nuevos.

4) El desarrollo de ingeniería cuenta con los cálculos y memorias de las obras hidráulicas: vertedero, desarenador, canales de entrada y sistema de bombeo. En el caso de los muros, estos cuentan con un análisis de estabilidad en aquellos casos donde este es mayor a 1,5 metros sobre el terreno. Es importante indicar que el diseño considera el nivel de la napa, la cual, en algunos casos, se observa a poca profundidad.

5) Es importante mencionar que, los proyectos fueron diseñados en función del Manual Técnico de Obras Civiles y de sus respectivos Instructivos de Diseños utilizados para los concursos de la Ley N°18450 de Fomento de la Inversión Privada en Obras de Riego y Drenaje, de manera de disminuir la brecha entre el diseño del perfil y los requisitos solicitados al momento de postular los proyectos a concursos de dicha Ley

6) El en el Cuadro 15-1 se presenta el resumen de los sitios desarrollados, mientras que en la Figura 15-1 se presenta la distribución de los proyectos en función de sus diferentes características y en la Figura 15-2 según la distribución de volúmenes útiles.

CUADRO 15-1: LISTADO FINAL DE SITIOS PARA DISEÑO

Sitio	Volumen útil (m^3)	Profundidad Máxima Incluye Excavación (m)	Altura Máxima de Muro de Relleno (m)	Tipología	Tipo Entrega	Impermeabilización	Desarenador	Vertedero	Costo UF
LON-01	43.085	2,0	2,0	Rehabilitación	Grav	Si, talud muros	Existe	SI	5,555
LON-04	2.528	2,5	1,5	Construcción	Imp	SI, total	SI	SI	2,472
LON-05	11.477	4,9	1,3	Construcción	Imp	SI, total	SI	Si	6,522
LON-08	Interesados desisten del proyecto								
LON-09	9.768	2,8	2,2	Construcción	Grav	SI, total	SI	SI	7,882
LON-10	2.829	1,7	1,4	Construcción	Imp	SI, total	SI	SI	4,387

CUADRO 15-1: LISTADO FINAL DE SITIOS PARA DISEÑO

Sitio	Volumen útil (m^3)	Profundidad Máxima Incluye Excavación (m)	Altura Máxima de Muro de Relleno (m)	Tipología	Tipo Entrega	Impermeabilización	Desarenador	Vertedero	Costo UF
LON-13	1.332	2,5	0,8	Construcción	Imp	SI, total	SI	SI	2,190
LON-14	27.181	3,2	2,6	Rehabilitación	Grav	Si, talud muros	No	SI, incluye disipador de energía	8,847
LON-19	3.352	1,7	0,5	Construcción	Imp	SI, total	SI	SI	4,139
LON-20	6.313	2,0	1,0	Construcción	Imp	SI, total	SI	SI	5,204
LON-22	3.048	1,7	0,8	Construcción	Imp	SI, total	SI	SI	4,111
LON-23	4.093	2,2	1,4	Construcción	Imp	SI, total	SI	SI	3,864
LON-26	2.746	1,9	1,1	Construcción	Imp	SI, total	SI	SI	2,775
LON-29	24.914	2,0	1,0	Rehabilitación	Grav	Si, talud muros	No	No, se utiliza el existente	5,704
PAR-01	4.331	3,2	0,8	Construcción	Imp	SI, total	SI	SI	3,576
PAR-02	3.549	3,0	0,5	Construcción	Imp	SI, total	SI	SI	2,881
PAR-03	1.921	3,0	0,5	Rehabilitación	Imp	SI, total	SI	SI	2,235
PAR-04	5.776	2,4	1,2	Construcción	Imp	SI, total	SI	SI	3,345
PAR-06	Interesados desisten del proyecto								
PAR-07	1.910	1,9	1,6	Rehabilitación	Grav	SI, total	SI	SI	1,931
RET-01	3.898	1,2	1,0	Rehabilitación	Grav	SI, total	SI	SI	4,693
RET-02	2.320	1,8	0,4	Rehabilitación	Imp	SI, total	SI	SI	2,860
RET-05	17.221	2,9	0,6	Rehabilitación	Grav	Si, talud muros	SI	SI	10,061
RET-07	8.485	3,1	0,7	Construcción	Imp	SI, total	SI	SI	5,780
RET-08	2.638	1,4	0,4	Construcción	Imp	SI, total	SI	No, sin cota para salir se devuelve por entrada	4,023
RET-11	1.610	1,4	1,0	Construcción	Imp	SI, total	SI	SI	4,153
RET-15	7.127	1,0	0,4	Rehabilitación	Grav	Si, talud muros	SI	SI	4,303
RET-16	Interesados desisten del proyecto								
RET-19	4.024	1,2	1,1	Rehabilitación	Grav	SI, total	SI	SI	4,513
RET-20	35.611	1,5	1,2	Rehabilitación	Grav	Si, talud muros	No	SI	11,899

Fuente: Elaboración Propia

De los gráficos de la Figura 15-1 se desprende que casi un 60% de los proyectos son obras nuevas y en su mayoría corresponden a proyectos individuales, existiendo solo 5 sitios comunitarios (19%). Además, alrededor de un 80% de los proyectos son completamente impermeabilizados lo que evita las pérdidas por infiltración. Por último, el alto porcentaje de bombeo evidencia las características morfológicas del

terreno compuesto por superficies planas de baja pendiente que imposibilitan la entrega gravitacional hacia el sistema de canales o predio.

En la Figura 15-2 se observa que la mayoría de los tranques de regulación corta proyectados no superan los 5.000 m^3 y que el 79% son menores a 10.000 m^3 (21 sitios), mientras que en los tamaños mayores solo hay 2 sitios por rango de volumen útil.

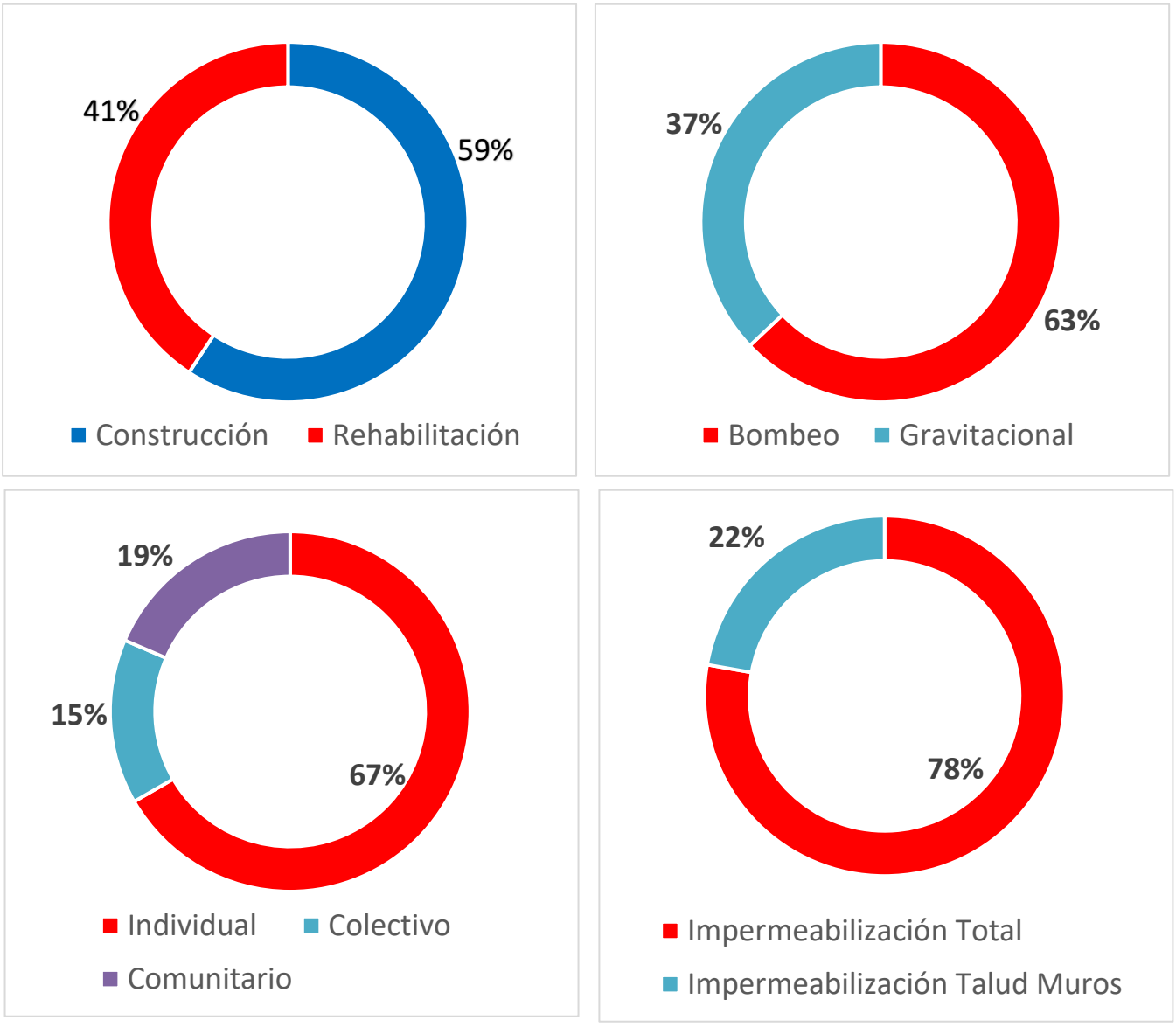


FIGURA 15-1: DISTRIBUCIÓN DE LOS SITIOS EN FUNCIÓN DE DIFERENTES CARACTERÍSTICAS

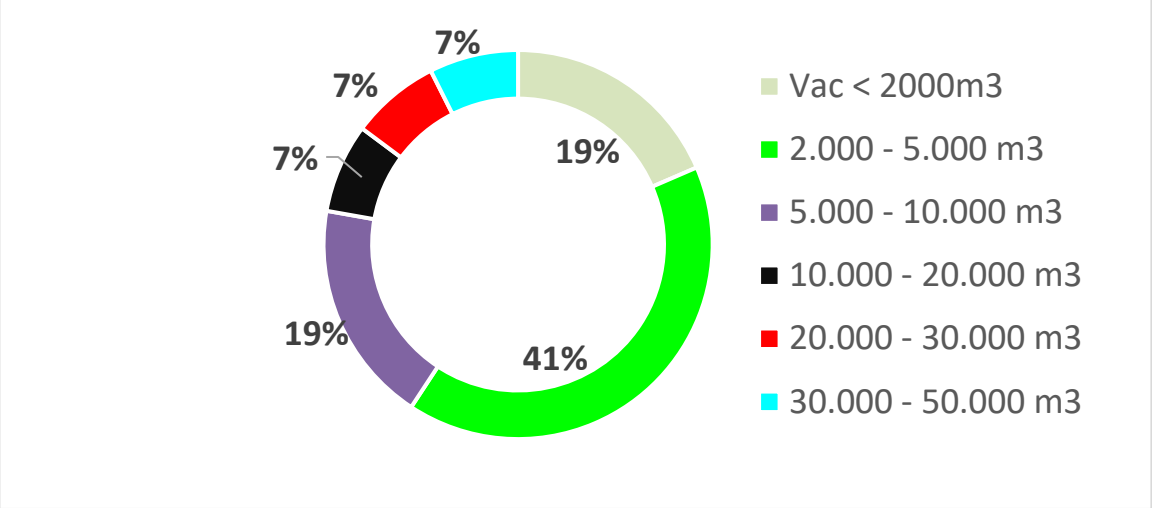


FIGURA 15-2: DISTRIBUCIÓN DE VOLUMEN ÚTIL EN LOS 27 SITIOS EVALUADOS

7) En general, los proyectos no presentan problemas respecto de su situación legal, y aquellos que requieren trámites adicionales para la regularización de los derechos de agua, se encuentran siendo tramitados por los interesados. Cabe destacar que, en todos los casos, el proyecto ha nacido del interés de los potenciales beneficiarios, quienes aportaron y apoyaron el proceso.

8) Existe un caso, LON-01, el cual requiere la obtención de la RCA dado que la ampliación del tamaño del tranque supera los 50.000 m³ de acumulación. Según la normativa ambiental vigente, se debe ingresar obligatoriamente al SEIA las siguientes tipologías del artículo 3° del Reglamento del SEIA (RSEIA):

   i Literal a) que señala: "Acueductos, embalses o tranques y sifones que deban someterse a la autorización establecida en el artículo 294 del Código de Aguas. Presas, drenajes, desecación, dragado, defensa o alteración, significativos, de cuerpos o cursos naturales de aguas, incluyendo a los glaciares que se encuentren incorporados como tales en un Inventario Público a cargo de la Dirección General de Aguas. Se entenderá que estos proyectos o actividades son significativos cuando se trate de:

   a.1 Presas cuyo muro tenga una altura superior a cinco metros (5m) medidos desde el coronamiento hasta el nivel del terreno natural, en el plano vertical que pasa por el eje de éste y que soportará el embalse de las aguas, o que generen un embalse con una capacidad superior a cincuenta mil metros cúbicos (50.000 m³)".

Por otra parte, para los proyectos que se iniciaron de manera previa a la entrada en vigencia del SEIA, si la suma de las partes, obras o acciones tendientes a intervenir o complementar el proyecto o actividad de manera posterior a la entrada en vigencia de dicho sistema que no han sido calificados ambientalmente, constituye un proyecto o actividad listado en el artículo 3 del RSEIA; se entenderá que un proyecto o actividad sufre cambios de consideración.

Para evaluar la modalidad de ingreso y la estimación de costos hasta obtener la RCA, se está elaborando un Análisis de Pertinencia de Ingreso, de manera de compensar los trabajos de terreno que no fue necesario realizar en terreno.

9) Durante el proceso de recopilación de antecedentes se observó que existen sectores en que los usuarios, que han sido históricamente regantes de algún canal, no poseen derechos de agua, otros que desconocen la necesidad de inscribir los derechos asignados por el SAG o que han realizado transacciones que nunca fueron registrados en el CBR.

10) Más allá de los casos puntuales, se reconoce el desconocimiento respecto de los derechos de agua desde un punto de vista legal operativo, más allá de conocer artículos o implicancias, es importante que los agricultores conozcan los procesos necesarios para tener sus derechos de agua en regla, así como lo hacen con la propiedad de la tierra. Se requiere mayor difusión de estos temas, y programas de regularización de derechos, acompañados de capacitación que permita a los participantes entender los procesos, los tiempos, y los beneficios de tener regularizados sus derechos de agua.

11) Otra situación que se repite casi en la totalidad de los sitios es que los derechos de aguas no se encuentran registrados en el Catastro Público de Aguas (CPA) de la DGA. Si bien esto es parte del proceso de inscripción del derecho, no presenta un impedimento para el ejercicio del derecho ni para las transacciones de estos ni era un requisito para poder postular a financiamiento de proyectos, los usuarios no identifican la relevancia de completar el proceso. Así como se plantea la necesidad de continuar con el apoyo y difusión respecto de la regularización de derechos.

15.3.1. Carpetas de Proyecto

Para cada uno de los proyectos, se presenta una Carpeta Técnica que contiene los antecedentes asociados al desarrollo del perfil del proyecto y una Carpeta de Antecedentes Legales y Administrativos, con la documentación que fue solicitada durante el estudio a los beneficiarios y que servirá de base para la futura postulación a concurso de financiamiento.

15.3.2. Productos relevantes

Los aspectos relevantes ya desarrollados para cada uno de los proyectos son:

- Hidrología y Estudio de Crecidas cuando corresponde.
- Análisis de estabilidad de aquellos muros sobre 1,5 metros.
- Calicatas y parámetros geotécnicos
- Memorias de Cálculo de obras hidráulicas
- Cubicaciones, Precios Unitarios y presupuestos acorde a los rangos indicados en la Ley de riego
- Topografía local y PRs
- Cotizaciones y Especificaciones Especiales de instalación de Geomembrana y Proyecto de elevación Mecánica, cuando corresponda
- Proyecto desarrollado en Planos: Planta, y Perfiles Transversales.

15.3.3. Brechas para la Postulación

Es importante indicar las Brechas, de Ingeniería y Legales, que deberán ser resueltas para la postulación:

- Diseño estructural de aquellas obras de hormigón contempladas en los proyectos, que en general son de pequeñas dimensiones.
- En los 5 casos en proceso de regularización de sus derechos de aguas (sitos LON-14, PAR-02, PAR-03, PAR-07 Y RET-02), que deberán tener sus trámites completos para poder presentarse a concurso.
- Solamente 3 de los beneficiarios figuran en los registros del Catastro Público de Aguas de la DGA, este trámite es requisito para la postulación a los concursos CNR, por lo cual se le indica en cada carpeta individual la necesidad de dar inicio a esta tramitación al menos con dos meses de anticipación a la presentación al concurso.
- En general, se cuenta con todos los antecedentes requeridos, sin embargo, aquellos que requieren vigencia para la presentación a concurso deberán ser actualizados. En

aquellos casos que los beneficiarios corresponden a sucesiones (3), los antecedentes presentados deberán ser actualizados y completados los antecedentes administrativos para la totalidad de los integrantes.

- En cuanto a los proyectos correspondientes a OUA, se requiere la realización de las asambleas exigidas por ley, que, si bien se pueden realizar vía online, las posibilidades de realizarlas de esta forma son bajas (tanto por las posibilidades de conexión como de la dificultad de aceptación de estos medios por parte de los comuneros, en función de su edad o costumbres) da luces que deberán esperar a que la situación sanitaria lo permita.

- En general, se cuenta con todos los antecedentes requeridos, sin embargo, estos deberán ser actualizados. Excepciones son los casos de las sucesiones (3) donde falta información de parte de los integrantes.

- Existe un caso, LON-01, el cual requiere la obtención de la RCA dado que la ampliación del tamaño del tranque supera los 50.000 m^3 de acumulación, ingresando por medio de una Declaración de Impacto Ambiental (DIA).

Se realizó el seguimiento de los trámites que estaban en curso o iniciaron durante el desarrollo de la consultora, impulsando la regularización de ellos. El estado de los documentos legales del agua y tierra se presenta en la Figura 15-3 y Figura 15-4.

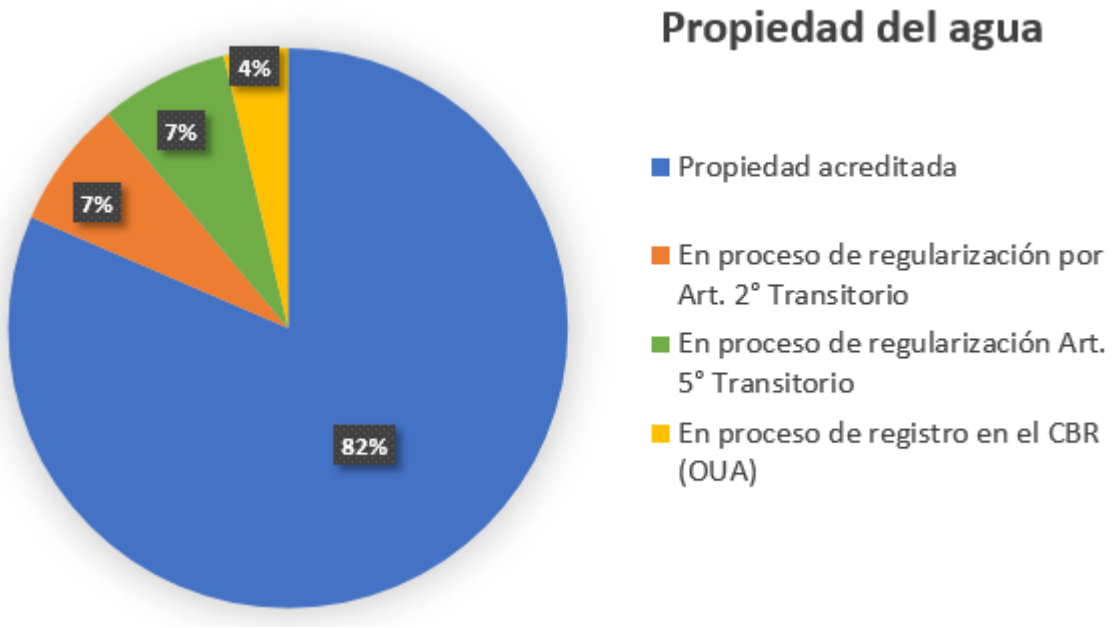


FIGURA 15-3: ESTADO DE DOCUMENTOS DE LA PROPIEDAD DEL AGUA

Fuente: Elaboración Propia

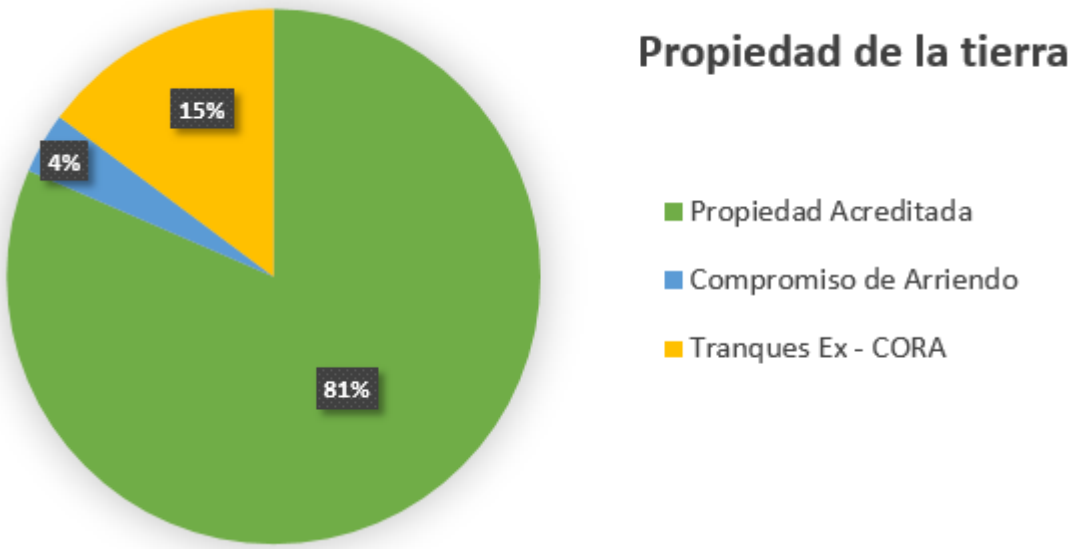


FIGURA 15-4: ESTADO DE DOCUMENTOS DE LA PROPIEDAD DE LA TIERRA

Fuente: Elaboración Propia

15.4. Recomendaciones

Es importante señalar que, si bien esta iniciativa abre la posibilidad, tanto a personas naturales como a comunidades, de acceder a los beneficios del Estado mediante la postulación a la Ley 18.450, no garantiza la ejecución final de ellos, que corresponde al objetivo final de ésta.

En este camino se requiere avanzar en conjunto, tanto generando los instrumentos adecuados, por ejemplo, por medio de concursos focalizados al área de estudio, que permita dar continuidad a la iniciativa, y por parte de los beneficiarios de cumplir con todos los requisitos que les permitan participar de dichas instancias.

En ese camino, por parte de los beneficiarios de este estudio, es necesario que completen algunas gestiones o recopilen documentación que quedó pendiente, lo que podrán realizar con el apoyo del consultor que contraten para los efectos de la postulación y deberá reunir y actualizar todos los antecedentes requeridos para los concursos CNR. En el cuadro 15-1 se presenta un resumen de las "Gestiones Pendientes" correspondiendo estas a recopilación de antecedentes que no fueron entregados por los beneficiarios durante el estudio y trámites relevantes que en la mayor parte de los casos pueden ser realizados con anticipación y sin requerir apoyo del consultor que seleccionen, quien deberá por su parte actualizar y complementar los antecedentes necesarios para la presentación del proyecto, como fue detallados en el punto 8.5.1 del capítulo 8.

CUADRO 15-1. GESTIONES PENDIENTES LEGALES Y ADMINISTRATIVAS

SITIO	TIPOLOGÍA	ORIGEN INICIATIVA	TIPO DE OBRA	BENEFICIARIO (S)	PRESENTARÍA PROYECTO	GESTIONES PENDIENTES
LON-01	Comunitario	Ex - CORA	Rehabilitación	Comunidad de Aguas Canal Primera Abajo	Comunidad de Aguas Canal Primera Abajo	Dado que es un proyecto de rehabilitación, deberán realizar declaración jurada respecto de la administración del tranque, según como se solicite en las bases de concurso, así como las asambleas exigidas para estos fines, con el apoyo del consultor contratado para postular a concurso. Previo a lo anteriormente señalado, el proyecto deberá ingresar al SEIA.
LON-04	Colectivo	Interés personal	Construcción	Cipriano Cerda e hijos	Cipriano Cerda e hijos	Los beneficiarios deben iniciar el trámite de inscripción de sus derechos de aprovechamiento en el CPA de la DGA.
LON-05	Individual	Interés personal	Construcción	Rodolfo Batarce	Rodolfo Batarce	El beneficiario debe iniciar el trámite de inscripción de sus derechos de aprovechamiento en el CPA de la DGA.
LON-08 (*)	Comunitario	Interés comunitario	Construcción	Compuerta Cartagena	Asociación Canal Melado	No Aplica
LON-09	Comunitario	Interés comunitario	Rehabilitación	Canal Meladito 2	Asociación Canal Melado	La organización que presentará el proyecto a concurso, deberá formalizar el contrato de arriendo por los terrenos asociados a la rehabilitación - ampliación del tranque, que debe ser registrado posteriormente en el CBR correspondiente. Además de realizar las asambleas exigidas para estos fines, con el apoyo el consultor contratado para postular a concurso.
LON-10	Individual	Interés personal	Construcción	Ángel Yáñez	Ángel Yáñez	El beneficiario debe iniciar el trámite de inscripción de sus derechos de aprovechamiento en el CPA de la DGA.
LON-13	Individual	Interés personal	Construcción	Luis Espinoza	Luis Espinoza	En este caso los derechos se encuentran registrados en el CPA.
LON-14	Comunitario	Ex - CORA	Rehabilitación	Comunidad de Aguas Canal Quinta Alto A	Comunidad de Aguas Canal Quinta Alto A	En este caso la comunidad se encuentra terminando el proceso de inscripción en el CBR. Luego e esto y dado que es un proyecto de rehabilitación, deberán realizar declaración jurada respecto de la administración del tranque, según como se solicite en las bases de concurso, así como las asambleas exigidas para estos fines, con el apoyo el consultor contratado para postular a concurso.
LON-19	Individual	Interés personal	Construcción	Demesio Villalobos	Demesio Villalobos	El beneficiario debe iniciar el trámite de inscripción de sus derechos de aprovechamiento en el CPA de la DGA.
LON-20	Individual	Interés personal	Construcción	Manuel Zenteno	Manuel Zenteno	El beneficiario debe iniciar el trámite de inscripción de sus derechos de aprovechamiento en el CPA de la DGA.

CUADRO 15-1. GESTIONES PENDIENTES LEGALES Y ADMINISTRATIVAS

SITIO	TIPOLOGÍA	ORIGEN INICIATIVA	TIPO DE OBRA	BENEFICIARIO (S)	PRESENTARÍA PROYECTO	GESTIONES PENDIENTES
LON-22	Individual	Interés personal	Construcción	Regina Villalobos y Otros	Regina Villalobos y Otros	Los beneficiarios deben iniciar el trámite de inscripción de sus derechos de aprovechamiento en el CPA de la DGA. Además, deberán recopilar los antecedentes para acreditar tipo de beneficiario de 6 miembros de la sucesión que no se obtuvieron durante este estudio (certificado usuario INDAP o avalúos detallados)
LON-23	Colectivo	Interés personal	Construcción	Sucesión Avaria Molina	Sucesión Avaria Molina	Los beneficiarios deben iniciar el trámite de inscripción de sus derechos de aprovechamiento en el CPA de la DGA. Además, deberán recopilar los antecedentes para acreditar tipo de beneficiario del total miembros de la sucesión que no se obtuvieron durante este estudio (certificado usuario INDAP o avalúos detallados)
LON-26	Individual	Interés personal	Construcción	Sergio Hernández Muñoz	Sergio Hernández	El beneficiario debe iniciar el trámite de inscripción de sus derechos de aprovechamiento en el CPA de la DGA.
LON-29	Comunitario	Ex - CORA	Rehabilitación	Comunidad de Aguas Canal Primera Abajo	Comunidad de Aguas Canal Primera Abajo	Dado que es un proyecto de rehabilitación, deberán realizar declaración jurada respecto de la administración del tranque, según como se solicite en las bases de concurso, así como las asambleas exigidas para estos fines, con el apoyo el consultor contratado para postular a concurso.
PAR-01	Individual	Interés personal	Construcción	Magda Fuentes	Magda Fuentes	La beneficiaria debe iniciar el trámite de inscripción de sus derechos de aprovechamiento en el CPA de la DGA.
PAR-02	Individual	Interés personal	Construcción	Exequias Romero	Exequias Romero	El beneficiario deberá ingresar una nueva solicitud a la DGA de regularización de sus derechos de aprovechamiento por el artículo 2° transitorio, indicando correctamente el cauce natural donde se encuentra el punto de captación y corrigiendo los antecedentes por los cuales la solicitud anterior fue rechazada. Posterior a ello deberá iniciar el trámite de inscripción de los derechos en el CPA,
PAR-03	Individual	Interés personal	Ampliación	Sociedad Agrícola San Alberto	Sociedad Agrícola San Alberto	El beneficiario debe terminar el proceso de inscripción de sus derechos de aprovechamiento en el CBR y luego iniciar el trámite de inscripción en el CPA.
PAR-04	Individual	Interés personal	Construcción	María Fuentes	María Fuentes	La beneficiaria debe iniciar el trámite de inscripción de sus derechos de aprovechamiento en el CPA de la DGA.
PAR-06 (*)	Colectivo	Interés personal	Construcción	Ángel Iglesias y Raquel Retamal	Ángel Iglesias y Raquel Retamal	No Aplica
PAR-07	Individual	Interés personal	Rehabilitación	Patti English	Patti English	La beneficiaria debe continuar con la tramitación para la regularización de sus derechos por el artículo 2° transitorio, y posteriormente iniciar el trámite de inscripción en el CPA de la DGA.

CUADRO 15-1. GESTIONES PENDIENTES LEGALES Y ADMINISTRATIVAS

SITIO	TIPOLOGÍA	ORIGEN INICIATIVA	TIPO DE OBRA	BENEFICIARIO (S)	PRESENTARÍA PROYECTO	GESTIONES PENDIENTES
RET-01	Individual	Interés personal	Rehabilitación	Gloria Pedreros	Gloria Pedreros	La beneficiaria debe iniciar el trámite de inscripción de sus derechos de aprovechamiento en el CPA de la DGA.
RET-02	Individual	Interés personal	Rehabilitación	Humberto Romero	Humberto Romero	El beneficiario debe terminar el proceso de regularización de sus derechos por el por el artículo 5° transitorio y luego iniciar el trámite de inscripción en el CPA.
RET-05	Individual	Interés personal	Rehabilitación	Agrícola Araucaria Ltda.	Agrícola Araucaria Ltda.	El beneficiario debe iniciar el trámite de inscripción de sus derechos de aprovechamiento en el CPA de la DGA.
RET-07	Individual	Interés personal	Construcción	René López	René López	En este caso los derechos se encuentran registrados en el CPA.
RET-08	Individual	Interés personal	Construcción	Juan Escobar	Juan Escobar	El beneficiario debe iniciar el trámite de inscripción de sus derechos de aprovechamiento en el CPA de la DGA.
RET-11	Colectivo	Interés personal	Construcción	Sucesión Vallejos Aravena	Sucesión Vallejos Aravena	En este caso los beneficiarios deben iniciar el trámite de inscripción de los derechos de aguas asociados al proyecto en el CPA e la DGA, además, será necesario que recopilen los antecedentes que quedaron pendientes de entrega durante el estudio (fotocopias de cédulas, acreditación del tipo de beneficiario mediante certificado usuario INDAP o
RET-15	Individual	Interés personal	Construcción	Guillermo Ibáñez Vidal	Guillermo Ibáñez Vidal	En este caso los derechos se encuentran registrados en el CPA.
RET-16 (*)	Individual	Interés personal	Construcción	Juana Jara	Juana Jara	No Aplica
RET-19	Colectivo	Interés personal	Rehabilitación	Nibaldo Corvalán y Exequiel Lillo	Nibaldo Corvalán y Exequiel Lillo	El beneficiario debe iniciar el trámite de inscripción de sus derechos de aprovechamiento en el CPA de la DGA.
RET-20	Comunitario	CORA	Ampliación	Comunidad de Aguas Canal Maitenes	Comunidad de Aguas Canal El Carmen	Dado que es un proyecto de rehabilitación, deberán realizar declaración jurada respecto de la administración del tranque, según como se solicite en las bases de concurso, así como las asambleas exigidas para estos fines, con el apoyo el consultor contratado para postular a concurso.

(*) En estos casos, durante el transcurso del estudio los beneficiarios desisten de continuar participando en el estudio. Como respaldo de esto, en ambos casos firmaron una carta de desistimiento que se presenta en la carpeta correspondiente a cada proyecto.

Fuente: Elaboración propia.

Es tarea entonces, de las autoridades locales generar los canales de apoyo suficientes para que los interesados avanzan de manera efectiva en la medida de que inicien las gestiones para la presentación final de los proyectos.

Desde el punto de vista del desarrollo agrícola y la puesta en marcha de los proyectos, el presente estudio ha generado una serie de recomendaciones en paralelo a la propuesta de cultivos a implementar en el uso de suelo de Situación Con Proyecto, considerando aspectos relativos a los suelos presentes, interpretando las características desde el punto de vista de las ventajas o limitantes que estas puedan significar para el manejo del suelo y en especial del riego. Así se diseñan recomendaciones de manejo para la puesta en riego, donde la implementación y manejo de los diversos métodos de riego recomendados, guardan estrecha relación con el tipo de cultivos a desarrollar y con las características de cada suelo.

Estas recomendaciones darán al agricultor una pauta general de manejo pertinente de aplicar a la hora de implementar el nuevo patrón de cultivos, respecto del manejo de labranza según tipo de suelos presentes y de la forma adecuada de implementar el riego en base a estas características.

En relación a la estructura de cultivos propuesta para SCP en predios o comunidades que actualmente presentan un desarrollo frutícola importante, se recomienda priorizar la superficie en similares alternativas y también en otras nuevas aprovechando el potencial tecnológico y de gestión que poseen.

No obstante, la tendencia frutícola asociada al patrón productivo en SCP, por tratarse en muchos casos de predios de pequeños agricultores de nivel tecnológico bajo o comunidades con un importante porcentaje de ellos; es recomendable mantener una parcialidad de los cultivos tradicionales en SCP, en especial los asociados al autoconsumo y subsistencia. Así mismo, en comunidades que en Situación Actual presentan una orientación preferentemente ganadera, se privilegia seguir en el rubro variando de especies forrajeras e implementando tecnificación, sin descartar la innovación con alternativas de mayor rentabilidad.

Considerando también, en su justa medida, la magnitud del impacto esperado de obras de acumulación de "carácter turnal" y del tamaño de estos proyectos, se recomienda especial atención a ajustar las superficies abastecidas de riego, dimensionando para cada caso dichas superficies en base a la orientación productiva predial, tipo de cultivo a establecer, escala productiva, nivel tecnológico del predio, textura y drenaje de suelos.

Es fundamental para la obtención de los resultados productivos esperados, un efectivo apoyo de las instituciones de transferencia tecnológica y de apoyo financiero que apunten a fortalecer la implementación de los cambios productivos proyectados, tanto técnicamente (manejo agronómico, puesta en riego y tecnificación) como en orientación y gestión comercial.

La creciente demanda por agua para riego y el creciente déficit hídrico producido por el calentamiento global durante las 2 últimas décadas, hacen necesarias obras de acumulación que permitan aumentar la seguridad de riego y la constante capacitación en la implementación de métodos tecnificados de riego en concordancia con el patrón de cultivos utilizado y con las características de cada suelo.