



Mejor Riego
para Chile

yo
cuido
el agua

DIAGNÓSTICO PARA EL DESARROLLO DEL RIEGO EN LA COMUNA DE SAN FABIÁN SECTOR 6 DEL EMBALSE PUNILLA

INFORME FINAL

VOLUMEN 2

Agosto de 2021

DIAGNÓSTICO PARA EL DESARROLLO DEL RIEGO EN LA COMUNA DE SAN FABIÁN SECTOR 6 DEL EMBALSE PUNILLA

INFORME FINAL

VOLUMEN 2

REALIZADO POR



Agosto de 2021



Mejor Riego
para Chile

yo
cuido
el agua

COMISIÓN NACIONAL DE RIEGO

Federico Errázuriz T.

Secretario Ejecutivo Comisión Nacional de Riego

Mónica Rodríguez B.

Jefa de la División de Estudios, Desarrollo y Políticas

Gastón Valenzuela L.

Coordinador Unidad de Estudios

Norberto Werner S.

Supervisor del Estudio

Profesionales participantes de la CNR

Javiera Herrera P.

Cristian Navarrete G.

Leonardo Machuca S.

Patricio Espinoza C.

Felipe Salamanca P.

EQUIPO DEL CONSULTOR PARTICIPANTE

Guillermo Cabrera F.

Ingeniero Civil, Jefe y Coordinador del Estudio

Iván Rivera R.

Ingeniero Civil, Especialista Hidráulico

Lem Mimica V.

Ingeniero Civil, Especialista Hidrólogo

Patricio Murúa S.

Ingeniero Agrónomo, Especialista Agrónomo

Isabel Morales N.

Abogada, Abogada Especialista

Salomón Vielma P.

Ingeniero de Ejecución en Geomensura, Especialista Geomensor

Sergio López V.

Ingeniero de Ejecución en Geomensura, Autocontrol Topográfico

Bárbara Cuadra Q.

Socióloga, Especialista en Participación Ciudadana

Sergio Matus G.

Ingeniero Civil, Especialista Ambiental

Marcela Ruffo T.

Técnico Universitario en Proyecto y Diseño Mecánico, Especialista SIG

Daniela Carrillo P.

Ingeniera Civil, Ingeniera de Proyecto

Ángela Fuentes N.

Ingeniera Civil, Ingeniera de Proyecto

Eliana de Amesti D.

Ingeniera Agrónoma, Especialista en Agroeconomía

Rodolfo Gotschich G.

Cartógrafo y Geógrafo

Víctor Días A.

Técnico Agrícola

Catherine Termini A.

Ingeniero de Ejecución en Geomensura



**Mejor Riego
para Chile**

yo
cuido
el agua

Mauricio Espinoza C.

Geógrafo

Hortencia Muñoz E.

Dibujante Proyectista

Pablo Latorre F.

Piloto Civil y Comercial

Juan Zárate S.

Ingeniero Civil Ayudante

Richard Leviqueo S.

Técnico Topógrafo



ÍNDICE VOLUMEN 2

	Pág.
1 INTRODUCCIÓN, OBJETIVOS Y ÁREA DE ESTUDIO	1
1.1 Introducción.....	1
1.2 Objetivos	2
1.2.1 Objetivo General.....	2
1.2.2 Objetivos Específicos.....	2
1.3 Área de estudio	3
2 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL ÁREA DE ESTUDIO.....	7
2.1 Sectorización y Estratificación Predial.....	7
2.2 Descripción General del Territorio	13
2.2.1 Localización Geográfica, Extensión y Límites.....	13
2.2.2 Antecedentes Regionales y Comunales.....	15
3 RECOPIACIÓN Y ANÁLISIS DE ANTECEDENTES.....	39
3.1 Recopilación General y Fichas Bibliográficas.....	39
3.2 Antecedentes de Clima.....	86
3.2.1 Aspectos Metodológicos.....	87
3.2.2 Variables Agroclimáticas Descritas en el Estudio.....	88
3.2.3 Caracterización Agroclimática.....	91
3.2.4 Cambio Climático.....	93
3.2.5 Adaptabilidad de los Cultivos	95
3.3 Antecedentes de Suelos	97
3.3.1 Introducción.....	97
3.3.2 Descripción de Series de Suelos	103
3.4 Antecedentes de Hidrología	110
3.4.1 Precipitaciones	110
3.4.2 Fluviometría.....	116
3.4.3 Temperatura.....	120
3.4.4 Evaporación.....	123
3.4.5 Caracterización cuencas aportantes	126
3.4.6 Calidad de Aguas Superficiales.....	130
3.5 Antecedentes de Hidrogeología	132
3.5.1 Geología y Geomorfología	132
3.5.1.1 Geología Regional	132

3.5.1.2	Geología Local	133
3.5.1.3	Geomorfología.....	137
3.5.2	Catastro de Captaciones Subterráneas	138
3.5.3	Formaciones Acuíferas	145
3.5.4	Parámetros Hidráulicos.....	149
3.5.5	Profundidad de Niveles Estáticos.....	150
3.5.6	Calidad de las Aguas Subterráneas.....	152
3.6	Antecedentes y Metodología para Determinar Disponibilidad Legal de Aguas para los Proyectos de Riego.....	152
3.6.1	Introducción.....	152
3.6.2	Antecedentes Utilizados	154
3.6.3	Derechos de Aguas Superficiales	155
3.6.3.1	Derechos Superficiales Constituidos	155
3.6.3.1.1	Derechos Consuntivos	156
3.6.3.1.2	Derechos No Consuntivos.....	157
3.6.3.2	Derechos Superficiales en Trámite.....	161
3.6.3.3	Reserva Fiscal de Derechos para el Embalse La Punilla	163
3.6.3.4	Esteros Bullileo y Las Piedras	163
3.6.3.5	Derechos Superficiales Sometidos al Pago de Patente por no Uso	164
3.6.3.5.1	Derechos que actualmente pagan patente por no uso.....	165
3.6.3.5.2	Renuncia ante la DGA a derechos que pagan patente por no uso	165
3.6.3.6	Derechos Superficiales Regularizados	168
3.6.3.7	Restricciones a Nuevos Derechos Superficiales	168
3.6.4	Derechos de Aguas Subterráneas	169
3.6.4.1	Derechos Subterráneos Constituidos	169
3.6.4.2	Derechos Subterráneos en Trámite	173
3.6.4.3	Derechos Subterráneos Sometidos al Pago de Patente por no Uso	175
3.6.4.4	Restricciones a nuevos derechos subterráneos.....	175
3.6.5	Organizaciones de Usuarios	175
3.7	Zonas de Explotaciones Agrícolas en el Área de Estudio y Productividad	177
3.7.1	Evolución Rubros Productivos.....	177
3.7.2	Superficie Regada	178
3.7.3	Rubros Productivos y Potencialidad	179
3.8	Antecedentes Relacionados con el Proyecto del Embalse La Punilla	185
4	PROGRAMA DE VISITAS A TERRENO	189

4.1	Actividades de Terreno Agronomía.....	189
4.2	Actividades de Terreno Ingeniería.....	190
4.3	Actividades de Terreno de Participación Ciudadana	192
5	ESTUDIO DE SUELOS	195
5.1	Caracterización de los Suelos del Área de Estudio	195
6	CATASTRO DE PREDIOS Y ENCUESTAS SIMPLES MUESTRALES EN EL ÁREA DE ESTUDIO	217
6.1	Introducción.....	217
6.2	Dificultades de la Encuesta.....	222
6.3	Procesamiento	223
6.4	Presentación de Resultados.....	223
7	ESTUDIO DE MERCADOS, COMERCIALIZACIÓN Y PRECIOS	311
7.1	Mercados Situación Actual.....	311
7.2	Estudio General de Mercados.....	314
8	SITUACIÓN ACTUAL AGROPECUARIA	321
8.1	Uso del Suelo.....	321
8.2	Demandas de Agua de Riego.....	372
8.2.1	Evapotranspiración Potencial y Real.....	372
8.2.2	Demanda Neta de Agua de Riego.....	373
8.2.3	Eficiencias de Riego y Tasas de Riego	374
8.2.4	Tasas de Riego, Demandas Brutas de Riego.....	379
8.3	Fichas Técnicas y Gastos Indirectos	385
8.4	Determinación de Valores Económicos	388
8.5	Entrevista a Organizaciones Gubernamentales	419
9	DIAGNÓSTICO DEL ESTADO ACTUAL DE LA INFRAESTRUCTURA DE RIEGO	423
9.1	Introducción.....	423
9.2	Catastro y Diagnóstico de Infraestructura de Riego Superficial	423
9.2.1	Catastro y Diagnóstico de Bocatomas y Singularidades.....	425
9.2.2	Catastro y Diagnóstico de Canales	431
9.3	Catastro y Diagnóstico de Infraestructura de Riego Subterráneo	435
10	ESTUDIO DE RECURSOS HÍDRICOS	443
10.1	Hidrología Superficial.....	443
10.1.1	Pluviometría.....	443
10.1.1.1	Series de Precipitaciones Diarias.....	443
10.1.1.2	Precipitaciones Mensuales y Anuales.....	444

10.1.1.3	Precipitaciones Máximas en 24 horas	449
10.1.2	Fluviometría.....	454
10.1.2.1	Estaciones Fluviométricas.....	454
10.1.2.2	Series de Caudales Medios Diarios.....	455
10.1.2.3	Caudales Medios Mensuales y Anuales	456
10.1.2.4	Caudales Medios en Cuencas Intermedias.....	462
10.1.2.5	Caudales Máximos Diarios.....	465
10.1.3	Temperatura.....	467
10.1.3.1	Temperaturas Medias Mensuales y Anuales.....	467
10.1.4	Evaporación.....	471
10.1.4.1	Evaporación media mensual y anual	471
10.1.5	Caracterización Cuencas Aportantes al Área de Estudio.....	474
10.1.5.1	Parámetros de las Cuencas de Estudio	474
10.1.5.2	Caudales Medios Mensuales de Subcuencas Aportantes	475
10.1.6	Efectos del Cambio Climático	482
10.1.6.1	Variación por Efectos del Cambio Climático en la Precipitación.....	486
10.1.6.2	Variación por Efectos del Cambio Climático en el Caudal	492
10.1.6.3	Variación por Efectos del Cambio Climático en la Temperatura.....	494
10.2	Hidrogeología.....	496
10.2.1	Catastro de Captaciones Subterráneas	496
10.2.2	Niveles del Agua Subterránea.....	505
10.2.3	Caracterización de los Acuíferos.....	509
10.2.4	Áreas de Interés Hidrogeológico	511
10.3	Calidad de las Aguas Superficiales y Subterráneas	515
10.4	Diagnóstico de la Situación Legal de los Derechos de Agua	523
10.4.1	Derechos de Agua de Fuentes Locales	523
10.4.1.1	Derechos de Aguas Superficiales de Fuentes Locales.....	524
10.4.1.2	Derechos de Aguas Subterráneas de Fuentes Locales.....	529
10.4.1.3	Disponibilidad de Aguas en Fuentes Locales.....	532
10.4.2	Derechos de Agua de Fuentes Externas.....	535
10.4.3	Conclusiones del Diagnóstico de la Situación Legal de Derechos	537
10.5	Modelo Hídrico del Sistema Hidrológico - Situación Histórica.....	538
10.5.1	Extensión Espacial del Modelo.....	538
10.5.2	Discretización Temporal	543
10.5.3	Modelo de Precipitación - Escorrentía	543
10.5.4	Representación Esquemática del Modelo.....	546
10.5.5	Información de Entrada al Modelo.....	552

10.5.5.1	Uso de suelos.....	552
10.5.5.2	Precipitaciones.....	555
10.5.5.3	Temperatura.....	558
10.5.5.4	Humedad Relativa.....	561
10.5.5.5	Fracción de Nubosidad.....	562
10.5.5.6	Latitud.....	563
10.5.5.7	Características del Acuífero.....	563
10.5.5.8	Sitios de Demanda.....	564
10.5.6	Calibración.....	564
10.5.7	Validación.....	570
11	TOPOGRAFÍA.....	573
11.1	Levantamiento Topográfico.....	573
11.1.1	Metodología.....	573
11.1.2	Instrumentación.....	574
11.1.3	Descripción del Trabajo Desarrollado.....	575
11.1.3.1	Monumentación Geodésica.....	575
11.1.3.2	Identificación.....	577
11.1.3.3	Referenciación.....	577
11.1.3.4	Cálculo de Poligonal Primaria.....	580
11.1.3.5	Determinación de Altura Ortométrica.....	581
11.1.3.6	Poligonal Secundaria.....	583
11.1.3.7	Cálculo de Poligonal Secundaria.....	583
11.1.3.8	Control de Calidad de Poligonales GNSS.....	584
11.1.4	Resultados.....	585
11.2	Autocontrol Topográfico.....	591
11.2.1	Antecedentes Generales.....	591
11.2.2	Equipos de Medición Utilizados en Autocontrol.....	591
11.2.3	Revisión Informe Técnico.....	592
11.2.4	Desarrollo de Actividades.....	593
11.2.5	Trabajos de Terreno Ejecutados.....	596
11.2.6	Revisión de Poligonal Principal.....	607
11.2.7	Revisión de Poligonal Secundaria.....	609
11.2.8	Chequeo y Revisión de Puntos Topográficos.....	611
11.2.9	Conclusiones del Autocontrol.....	615

TABLAS

	Pág.
Tabla 1.3-1 Tamaño Predial según Estrato de Tamaño.....	4
Tabla 2.1-1 Estratificación de la Propiedad.....	11
Tabla 2.2-1. Población urbana – rural (habitantes).....	16
Tabla 2.2-2 Población según Sexo (habitantes).....	17
Tabla 2.2-3 Población por grupos de edad.....	17
Tabla 2.2-4 Población de 15 años y más según Condición de Actividad.....	18
Tabla 2.2-5 Población Ocupada de 15 años y más por Rama de Actividad Económica.....	19
Tabla 2.2-6 Proyección Mano de Obra Año 2020 (Habitantes).....	21
Tabla 2.2-7 Población Total Área de Estudio (Habitantes).....	22
Tabla 2.2-8 Plantas Agroindustriales Frutícolas.....	25
Tabla 2.2-9 Infraestructura Existente en las Explotaciones Agropecuarias.....	27
Tabla 2.2-10 Superficie por Sistema de Riego, Año1997 (has).....	27
Tabla 2.2-11 Superficie por Sistema de Riego, Año 2007 (has).....	28
Tabla 3.1-1 Comparación uso del suelo en algunos cultivos Comuna San Fabián.....	58
Tabla 3.1-2 Demanda de cuenca Ñuble en m ³	59
Tabla 3.1-3 Determinación de Kc en algunos cultivos de la región de Ñuble.....	66
Tabla 3.1-4 Precio Real de la Papa.....	67
Tabla 3.2-1 Características Climáticas del Distrito 7-9-2: Antuco.....	93
Tabla 3.2-2. Características Climáticas del Distrito 7-9-2 Antuco.....	94
Tabla 3.2-3. Requerimientos climáticos.....	96
Tabla 3.3-1 Características Agrológicas.....	98
Tabla 3.3-2 Clase de Capacidad de Uso.....	98
Tabla 3.3-3 Categoría de Drenaje.....	99
Tabla 3.3-4 Categoría de Riego.....	100
Tabla 3.3-5 Aptitud Frutal.....	100
Tabla 3.3-6 Aptitud Agrícola.....	101
Tabla 3.3-7 Clase de Erosión.....	101
Tabla 3.4-1 Estaciones Meteorológicas en Área de Estudio.....	111
Tabla 3.4-2 Información Pluviométrica disponible en cada Estación.....	113
Tabla 3.4-3 Estaciones Fluviométricas.....	116
Tabla 3.4-4 Información Fluviométrica Disponible de cada Estación Fluviométrica.....	119
Tabla 3.4-5 Estaciones Meteorológicas con Estadística de Temperaturas.....	121
Tabla 3.4-6 Período de Estadística de Temperaturas por Estación.....	121
Tabla 3.4-7 Estaciones Meteorológicas con Estadística de Evaporación.....	123
Tabla 3.4-8 Período de Estadística de Evaporación por Estación.....	124
Tabla 3.4-9 Parámetros Cuencas Aportantes al Área de Estudio.....	129
Tabla 3.4-10 Estaciones DGA Calidad de Aguas en área de estudio.....	130
Tabla 3.4-11 Período Información Estaciones DGA Calidad de Aguas.....	131
Tabla 3.5-1. Catastro de Captaciones Subterráneas Sector San Fabián.....	141
Tabla 3.5-2 Estratigrafía Pozos Sector San Fabián.....	145

Tabla 3.5-3 Parámetros Hidráulicos Acuífero Sector San Fabián	150
Tabla 3.6-1. Derechos Superficiales Consuntivos en la Cuenca Aportante al Área de Estudio	156
Tabla 3.6-2. Derechos Superficiales Consuntivos, Desagregados por Fuente	157
Tabla 3.6-3. Derechos Superficiales No Consuntivos en la Cuenca Aportante al Área de Estudio	157
Tabla 3.6-4. Derechos Superficiales No Consuntivos, Desagregados por Fuente.....	158
Tabla 3.6-5. Derechos Superficiales en Trámite en la Cuenca Aportante al Área de Estudio.	161
Tabla 3.6-6. Derechos Superficiales en Trámite, Desagregados por Fuente	161
Tabla 3.6-7. Derechos Superficiales Constituidos en los Esteros Bullileo y Las Piedras	164
Tabla 3.6-8. Derechos Constituidos que Actualmente Pagan Patente por No Uso en la Cuenca Aportante al Área de Estudio	165
Tabla 3.6-9. Renuncias a Derechos Concedidos en la Cuenca Aportante al Área de Estudio.	166
Tabla 3.6-10. Derechos Superficiales Constituidos y Regularizados en la Cuenca Aportante al Área de Estudio.....	168
Tabla 3.6-11. Derechos Subterráneos Constituidos en el Área de Estudio.....	170
Tabla 3.6-12. Derechos Subterráneos Constituidos en el Área de Estudio según Uso	170
Tabla 3.6-13. Derechos Subterráneos en Trámite en el Área de Estudio	173
Tabla 3.7-1. Uso del Suelo	178
Tabla 3.7-2 Existencia de Ganado.....	178
Tabla 3.7-3. Superficie de Riego	179
Tabla 3.7-4. Superficie de Cultivos Anuales	180
Tabla 3.7-5. Superficie de Cultivos Industriales	181
Tabla 3.7-6. Superficie de Frutales, 2006/07	182
Tabla 3.7-7. Superficie de Frutales, 2019	183
Tabla 3.7-8. Superficie de Hortalizas	184
Tabla 5.1-1. Ubicación Muestras de Suelo	196
Tabla 5.1-2. Rango Parámetros de Análisis de Suelos Cationes, Suma de Bases y Al.....	196
Tabla 5.1-3 Rango de Parámetros de Análisis de Suelos pH, MO y Macronutrientes	197
Tabla 5.1-4 Rango Resultados de los Antecedentes Químicos de Muestras de Suelos.....	197
Tabla 5.1-5 Rango Resultados de los Antecedentes Químicos de Muestras de Suelos.....	198
Tabla 5.1-6 Rango Resultados de los Antecedentes Químicos de Muestras de Suelos.....	198
Tabla 5.1-7 Rango Resultados de los Antecedentes Químicos de Muestras de Suelos.....	199
Tabla 5.1-8 Rango Resultados de los Antecedentes Químicos de Muestras de Suelos.....	200
Tabla 5.1-9 Rango Resultados de los Antecedentes Químicos de Muestras de Suelos.....	200
Tabla 5.1-10 Resultados de los Antecedentes Físicos de Muestras de Suelos	202
Tabla 5.1-11 Resultados de los Antecedentes Físicos de Muestras de Suelos	204
Tabla 5.1-12 Resultados de los Antecedentes Físicos de Muestras de Suelos	206
Tabla 5.1-13 Resultados de los Antecedentes Físicos de Muestras de Suelos	208
Tabla 5.1-14 Resultados de los Antecedentes Físicos de Muestras de Suelos	210
Tabla 5.1-15 Resultados de los Antecedentes Físicos de Muestras de Suelos	212

Tabla 5.1-16 Caliza requerida para elevar 1 punto el pH en los primeros 15 cm de suelo.....	215
Tabla 6.1-1 Cobertura de la Encuesta Muestral Sector Lara	218
Tabla 6.1-2 Cobertura de la Encuesta Muestral Sector Los Puquios.....	218
Tabla 6.1-3 Cobertura de la Encuesta Muestral Sector La Mortandad	219
Tabla 6.1-4 Cobertura de la Encuesta Muestral Sector Las Guardias	219
Tabla 6.1-5 Cobertura de la Encuesta Muestral Sector Luis Cruz Martínez.....	220
Tabla 6.1-6 Cobertura de la Encuesta Muestral Sector Macal	220
Tabla 6.1-7 Cobertura de la Encuesta Muestral Sector Pichinal	221
Tabla 6.1-8 Cobertura de la Encuesta Muestral Sector Maitenal	221
Tabla 6.1-9 Cobertura de la Encuesta Muestral Sector La Vega	222
Tabla 6.1-10 Cobertura de la Encuesta Muestral Total Área	222
Tabla 6.4-1 Tenencia Sector Lara.....	224
Tabla 6.4-2 Tenencia Sector Los Puquios	224
Tabla 6.4-3 Tenencia Sector La Mortandad.....	225
Tabla 6.4-4 Tenencia Sector Las Guardias	225
Tabla 6.4-5 Tenencia Sector Luis Cruz Martínez	226
Tabla 6.4-6 Tenencia Sector Macal.....	226
Tabla 6.4-7 Tenencia Sector Pichinal.....	227
Tabla 6.4-8 Tenencia Sector Maitenal	227
Tabla 6.4-9 Tenencia Sector La Vega	228
Tabla 6.4-10 Tenencia Total Área	228
Tabla 6.4-11 Superficies Sector Lara	229
Tabla 6.4-12 Superficies Sector Los Puquios	230
Tabla 6.4-13 Superficies Sector La Mortandad	231
Tabla 6.4-14 Superficies Sector Las Guardias.....	232
Tabla 6.4-15 Superficies Sector Luis Cruz Martínez	233
Tabla 6.4-16 Superficies Sector Macal	234
Tabla 6.4-17 Superficies Sector Pichinal.....	235
Tabla 6.4-18 Superficies Sector Maitenal.....	236
Tabla 6.4-19 Superficies Sector La Vega.....	237
Tabla 6.4-20 Superficies Total Área	238
Tabla 6.4-21 Ganadería Bovina Sector Lara	238
Tabla 6.4-22 Ganadería Bovina Sector Los Puquios	239
Tabla 6.4-23 Ganadería Bovina Sector Las Guardias.....	239
Tabla 6.4-24 Ganadería Bovina Sector Luis Cruz Martínez	239
Tabla 6.4-25 Ganadería Bovina Sector Macal	239
Tabla 6.4-26 Ganadería Bovina Sector Pichinal.....	240
Tabla 6.4-27 Ganadería Bovina Sector Maitenal.....	240
Tabla 6.4-28 Ganadería Bovina Sector Total Área.....	240
Tabla 6.4-29 Ganadería Ovina Sector Lara	241
Tabla 6.4-30 Ganadería Ovina Sector Los Puquios.....	241
Tabla 6.4-31 Ganadería Ovina Sector La Mortandad	241
Tabla 6.4-32 Ganadería Ovina Sector Las Guardias	242

Tabla 6.4-33 Ganadería Ovina Sector Luis Cruz Martínez	242
Tabla 6.4-34 Ganadería Ovina Sector Macal	242
Tabla 6.4-35 Ganadería Ovina Sector Pichinal	242
Tabla 6.4-36 Ganadería Ovina Sector Maitenal	243
Tabla 6.4-37 Ganadería Ovina Sector La Vega	243
Tabla 6.4-38 Ganadería Ovina Sector Total Área	244
Tabla 6.4-39 Regularización de Derechos de Agua Sector Lara	244
Tabla 6.4-40 Regularización de Derechos de Agua Sector Los Puquios	245
Tabla 6.4-41 Regularización de Derechos de Agua Sector La Mortandad	245
Tabla 6.4-42 Regularización de Derechos de Agua Sector Las Guardias.....	246
Tabla 6.4-43 Regularización de Derechos de Agua Sector Luis Cruz Martínez	246
Tabla 6.4-44 Regularización de Derechos de Agua Sector Macal	247
Tabla 6.4-45 Regularización de Derechos de Agua Sector Pichinal	247
Tabla 6.4-46 Regularización de Derechos de Agua Sector Maitenal.....	248
Tabla 6.4-47 Regularización de Derechos de Agua Sector La Vega.....	248
Tabla 6.4-48 Regularización de Derechos de Agua Total Área.....	248
Tabla 6.4-49 Turnos de Riego Sector Lara	249
Tabla 6.4-50 Turnos de Riego Sector Los Puquios.....	249
Tabla 6.4-51 Turnos de Riego Sector La Mortandad	250
Tabla 6.4-52 Turnos de Riego Sector Las Guardias	250
Tabla 6.4-53 Turnos de Riego Sector Luis Cruz Martínez.....	250
Tabla 6.4-54 Turnos de Riego Sector Macal	250
Tabla 6.4-55 Turnos de Riego Sector Pichinal	251
Tabla 6.4-56 Turnos de Riego Sector Maitenal	251
Tabla 6.4-57 Turnos de Riego Sector La Vega	251
Tabla 6.4-58 Turnos de Riego Total Área	252
Tabla 6.4-59 Tranques de Acumulación Sector La Mortandad	252
Tabla 6.4-60 Tranques de Acumulación Sector Las Guardias	252
Tabla 6.4-61 Tranques de Acumulación Sector Luis Cruz Martínez	253
Tabla 6.4-62 Tranques de Acumulación Sector Macal	253
Tabla 6.4-63 Tranques de Acumulación Sector Pichinal	253
Tabla 6.4-64 Tranques de Acumulación Sector Maitenal	254
Tabla 6.4-65 Tranques de Acumulación Sector La Vega	254
Tabla 6.4-66 Tranques de Acumulación Total Área	254
Tabla 6.4-67 Tipo de Tranque Sector La Mortandad.....	255
Tabla 6.4-68 Tipo de Tranque Sector Las Guardias	255
Tabla 6.4-69 Tipo de Tranque Sector Luis Cruz Martínez.....	256
Tabla 6.4-70 Tipo de Tranque Sector Macal.....	256
Tabla 6.4-71 Tipo de Tranque Sector Pichinal	256
Tabla 6.4-72 Tipo de Tranque Sector Maitenal	257
Tabla 6.4-73 Tipo de Tranque Sector La Vega	257

Tabla 6.4-74 Tipo de Tranque Total Área	258
Tabla 6.4-75 Infraestructura de Riego Sector Lara.....	259
Tabla 6.4-76 Infraestructura de Riego Sector Los Puquios	259
Tabla 6.4-77 Infraestructura de Riego Sector La Mortandad.....	259
Tabla 6.4-78 Infraestructura de Riego Sector Las Guardias	260
Tabla 6.4-79 Infraestructura de Riego Sector Luis Cruz Martínez.....	260
Tabla 6.4-80 Infraestructura de Riego Sector Macal.....	261
Tabla 6.4-81 Infraestructura de Riego Sector Pichinal	261
Tabla 6.4-82 Infraestructura de Riego Sector Maitenal	261
Tabla 6.4-83 Infraestructura de Riego Sector La Vega	262
Tabla 6.4-84 Infraestructura de Riego Total Área	262
Tabla 6.4-85 Estado Infraestructura de Riego Sector Lara.....	263
Tabla 6.4-86 Estado Infraestructura de Riego Sector Los Puquios	263
Tabla 6.4-87 Estado Infraestructura de Riego Sector La Mortandad.....	263
Tabla 6.4-88 Estado Infraestructura de Riego Sector Las Guardias	264
Tabla 6.4-89 Estado Infraestructura de Riego Sector Macal.....	264
Tabla 6.4-90 Estado Infraestructura de Riego Sector Luis Cruz Martínez.....	264
Tabla 6.4-91 Estado Infraestructura de Riego Sector Pichinal	265
Tabla 6.4-92 Estado Infraestructura de Riego Sector Maitenal	265
Tabla 6.4-93 Estado Infraestructura de Riego Sector La Vega	265
Tabla 6.4-94 Estado Infraestructura de Riego Total Área	266
Tabla 6.4-95 Disponibilidad de Agua Sector Lara.....	266
Tabla 6.4-96 Disponibilidad de Agua Sector Los Puquios.....	266
Tabla 6.4-97 Disponibilidad de Agua Sector Luis Cruz Martínez.....	267
Tabla 6.4-98 Disponibilidad de Agua Sector La Mortandad.....	267
Tabla 6.4-99 Disponibilidad de Agua Sector Las Guardias	267
Tabla 6.4-100 Disponibilidad de Agua Sector Macal.....	268
Tabla 6.4-101 Disponibilidad de Agua Sector Pichinal	268
Tabla 6.4-102 Disponibilidad de Agua Sector Maitenal	268
Tabla 6.4-103 Disponibilidad de Agua Sector La Vega	269
Tabla 6.4-104 Disponibilidad de Agua Total Área	269
Tabla 6.4-105 Satisfacción Requerimientos de Agua Sector Lara	270
Tabla 6.4-106 Satisfacción Requerimientos de Agua Sector Los Puquios.....	270
Tabla 6.4-107 Satisfacción Requerimientos de Agua Sector La Mortandad.....	270
Tabla 6.4-108 Satisfacción Requerimientos de Agua Sector Las Guardias	271
Tabla 6.4-109 Satisfacción Requerimientos de Agua Sector Luis Cruz Martínez.....	271
Tabla 6.4-110 Satisfacción Requerimientos de Agua Sector La Vega	271
Tabla 6.4-111 Satisfacción Requerimientos de Agua Sector Macal	272
Tabla 6.4-112 Satisfacción Requerimientos de Agua Sector Pichinal	272
Tabla 6.4-113 Satisfacción Requerimientos de Agua Sector Maitenal	272
Tabla 6.4-114 Satisfacción Requerimientos de Agua Sector Total Área	273
Tabla 6.4-115 Ampliación Área de Riego Sector Lara	273
Tabla 6.4-116 Ampliación Área de Riego Sector Los Puquios	273

Tabla 6.4-117 Ampliación Área de Riego Sector La Mortandad	274
Tabla 6.4-118 Ampliación Área de Riego Sector Las Guardias.....	274
Tabla 6.4-119 Ampliación Área de Riego Sector Luis Cruz Martínez	274
Tabla 6.4-120 Ampliación Área de Riego Sector Macal	275
Tabla 6.4-121 Ampliación Área de Riego Sector Pichinal.....	275
Tabla 6.4-122 Ampliación Área de Riego Sector Maitenal.....	275
Tabla 6.4-123 Ampliación Área de Riego Sector La Vega.....	276
Tabla 6.4-124 Ampliación Área de Riego Total Área.....	276
Tabla 6.4-125 Frecuencia de Años Secos Sector Lara	276
Tabla 6.4-126 Frecuencia de Años Secos Sector Los Puquios	277
Tabla 6.4-127 Frecuencia de Años Secos Sector La Mortandad	277
Tabla 6.4-128 Frecuencia de Años Secos Sector Las Guardias.....	278
Tabla 6.4-129 Frecuencia de Años Secos Sector Luis Cruz Martínez	278
Tabla 6.4-130 Frecuencia de Años Secos Sector Macal	279
Tabla 6.4-131 Frecuencia de Años Secos Sector Pichinal.....	279
Tabla 6.4-132 Frecuencia de Años Secos Sector Maitenal.....	280
Tabla 6.4-133 Frecuencia de Años Secos Sector La Vega.....	280
Tabla 6.4-134 Frecuencia de Años Secos Total Área.....	280
Tabla 6.4-135 Mano de Obra Familiar Sector Lara.....	281
Tabla 6.4-136 Mano de Obra Familiar Sector Los Puquios	281
Tabla 6.4-137 Mano de Obra Familiar Sector Luis Cruz Martínez.....	282
Tabla 6.4-138 Mano de Obra Permanente Sector La Mortandad.....	282
Tabla 6.4-139 Mano de Obra Familiar Sector La Mortandad.....	283
Tabla 6.4-140 Mano de Obra Permanente Sector Las Guardias	283
Tabla 6.4-141 Mano de Obra Familiar Sector Las Guardias	284
Tabla 6.4-142 Mano de Obra Permanente Sector Macal.....	284
Tabla 6.4-143 Mano de Obra Familiar Sector Macal.....	284
Tabla 6.4-144 Mano de Obra Permanente Sector Pichinal.....	285
Tabla 6.4-145 Mano de Obra Familiar Sector Pichinal	285
Tabla 6.4-146 Mano de Obra Permanente Sector Maitenal	286
Tabla 6.4-147 Mano de Obra Familiar Sector Maitenal	286
Tabla 6.4-148 Mano de Obra Permanente Sector La Vega	286
Tabla 6.4-149 Mano de Obra Familiar Sector La Vega	287
Tabla 6.4-150 Mano de Obra Permanente Total Área	287
Tabla 6.4-151 Mano de Obra Familiar Total Área	288
Tabla 6.4-152 Mano de Obra Temporal Sector Las Guardias.....	288
Tabla 6.4-153 Mano de Obra Temporal Sector Macal	288
Tabla 6.4-154 Mano de Obra Temporal Sector Pichinal	289
Tabla 6.4-155 Mano de Obra Temporal Sector Maitenal.....	289
Tabla 6.4-156 Mano de Obra Temporal Sector La Vega	289
Tabla 6.4-157 Mano de Obra Temporal Total Área.....	290

Tabla 6.4-158 Fuente de Ingresos Sector Lara	290
Tabla 6.4-159 Fuente de Ingresos Sector Los Puquios	291
Tabla 6.4-160 Fuente de Ingresos Sector La Mortandad	291
Tabla 6.4-161 Fuente de Ingresos Sector Las Guardias.....	291
Tabla 6.4-162 Fuente de Ingresos Sector Luis Cruz Martínez	292
Tabla 6.4-163 Fuente de Ingresos Sector Macal	292
Tabla 6.4-164 Fuente de Ingresos Sector Maitenal.....	293
Tabla 6.4-165 Fuente de Ingresos Sector La Vega.....	293
Tabla 6.4-166 Fuente de Ingresos Total Área.....	294
Tabla 6.4-167 Restricciones al Desarrollo Sector Lara	294
Tabla 6.4-168 Restricciones al Desarrollo Sector Los Puquios	295
Tabla 6.4-169 Restricciones al Desarrollo Sector La Mortandad	295
Tabla 6.4-170 Restricciones al Desarrollo Sector Las Guardias.....	295
Tabla 6.4-171 Restricciones al Desarrollo Sector Luis Cruz Martínez	296
Tabla 6.4-172 Restricciones al Desarrollo Sector Macal	296
Tabla 6.4-173 Restricciones al Desarrollo Sector Pichinal.....	297
Tabla 6.4-174 Restricciones al Desarrollo Sector Maitenal.....	297
Tabla 6.4-175 Restricciones al Desarrollo Sector La Vega.....	298
Tabla 6.4-176 Restricciones al Desarrollo Total Área.....	299
Tabla 6.4-177 Intenciones de Cultivo con Proyecto Sector Lara.....	299
Tabla 6.4-178 Intenciones de Cultivo con Proyecto Sector Los Puquios	300
Tabla 6.4-179 Intenciones de Cultivo con Proyecto Sector La Mortandad.....	300
Tabla 6.4-180 Intenciones de Cultivo con Proyecto Sector Las Guardias	301
Tabla 6.4-181 Intenciones de Cultivo con Proyecto Sector Luis Cruz Martínez.....	301
Tabla 6.4-182 Intenciones de Cultivo con Proyecto Sector Macal.....	302
Tabla 6.4-183 Intenciones de Cultivo con Proyecto Sector Pichinal	302
Tabla 6.4-184 Intenciones de Cultivo con Proyecto Sector Maitenal	302
Tabla 6.4-185 Intenciones de Cultivo con Proyecto Sector La Vega	303
Tabla 6.4-186 Interés por Inversiones Sector Lara.....	303
Tabla 6.4-187 Interés por Inversiones Sector La Mortandad.....	304
Tabla 6.4-188 Interés por Inversiones Sector Pichinal	304
Tabla 6.4-189 Interés por Inversiones Sector Maitenal	304
Tabla 6.4-190 Interés por Inversiones Sector Los Puquios	305
Tabla 6.4-191 Interés por Inversiones Sector Las Guardias	305
Tabla 6.4-192 Interés por Inversiones Sector Luis Cruz Martínez.....	305
Tabla 6.4-193 Interés por Inversiones Sector Macal.....	306
Tabla 6.4-194 Interés por Inversiones Sector La Vega	306
Tabla 6.4-195 Interés por Inversiones Total Área	306
Tabla 6.4-196 Disposición a Financiamiento Sector Lara.....	307
Tabla 6.4-197 Disposición a Financiamiento Sector Los Puquios.....	307
Tabla 6.4-198 Disposición a Financiamiento Sector La Mortandad	308
Tabla 6.4-199 Disposición a Financiamiento Sector Las Guardias	308
Tabla 6.4-200 Disposición a Financiamiento Sector Luis Cruz Martínez.....	308

Tabla 6.4-201 Disposición a Financiamiento Sector Macal	309
Tabla 6.4-202 Disposición a Financiamiento Sector Pichinal	309
Tabla 6.4-203 Disposición a Financiamiento Sector Maitenal	309
Tabla 6.4-204 Disposición a Financiamiento Sector La Vega	310
Tabla 6.4-205 Disposición a Financiamiento Total Área	310
Tabla 7.2-1 Perspectivas en el Mediano a Largo Plazo	318
Tabla 7.2-2 Precios a Productor	320
Tabla 8.1-1 Lara Uso del Suelo Situación Actual Estrato de Tamaño 1,01 a 3 has.....	322
Tabla 8.1-2 Lara Uso del Suelo Situación Actual Estrato de Tamaño 3,01 a 12 has.....	322
Tabla 8.1-3 Lara Uso del Suelo Situación Actual Estrato de Tamaño 12,01 a 50 has.....	322
Tabla 8.1-4 Lara Uso del Suelo Situación Actual Estrato Tamaño Mayor de 50 has.....	323
Tabla 8.1-5 Total Uso del Suelo Sector Lara	323
Tabla 8.1-6 Los Puquios Uso del Suelo Situación Actual Estrato de Tamaño 0 a 0,5 has	325
Tabla 8.1-7 Los Puquios Uso del Suelo Situación Actual Estrato de Tamaño 0,51 a 1 has	326
Tabla 8.1-8 Los Puquios Uso del Suelo Situación Actual Estrato de Tamaño 1,01 a 3 has	326
Tabla 8.1-9 Los Puquios Uso del Suelo Situación Actual Estrato Tamaño 3,01 a 12 has	327
Tabla 8.1-10 Los Puquios Uso Suelo Situación Actual Estrato Tamaño 12,01 a 50 has	327
Tabla 8.1-11 Los Puquios Uso Suelo Situación Actual Estrato Tamaño Mayor de 50 has	328
Tabla 8.1-12 Total Uso del Suelo Sector Los Puquios.....	328
Tabla 8.1-13 La Mortandad Uso Suelo Situación Actual Estrato de Tamaño 0 a 0,5 has	330
Tabla 8.1-14 La Mortandad Uso Suelo Situación Actual Estrato de Tamaño 0,51 a 1 has	331
Tabla 8.1-15 La Mortandad Uso Suelo Situación Actual Estrato de Tamaño 1,01 a 3 has	331
Tabla 8.1-16 La Mortandad Uso Suelo Situación Actual Estrato Tamaño 3,01 a 12 has	332
Tabla 8.1-17 La Mortandad Uso Suelo Situación Actual Estrato Tamaño 12,01 a 50 has	332
Tabla 8.1-18 La Mortandad Uso Suelo Situación Actual Estrato Tamaño Mayor de 50 has...	333
Tabla 8.1-19 Total Uso del Suelo Sector La Mortandad	333
Tabla 8.1-20 Las Guardias Uso del Suelo Situación Actual Estrato Tamaño 0 a 0,5 has	335
Tabla 8.1-21 Las Guardias Uso del Suelo Situación Actual Estrato Tamaño 0,51 a 1 has	336
Tabla 8.1-22 Las Guardias Uso del Suelo Situación Actual Estrato Tamaño 1,01 a 3 has	336
Tabla 8.1-23 Las Guardias Uso Suelo Situación Actual Estrato Tamaño 3,01 a 12 has	337
Tabla 8.1-24 Las Guardias Uso Suelo Situación Actual Estrato Tamaño Mayor de 50 has	337
Tabla 8.1-25 Total Uso del Suelo Sector Las Guardias	338
Tabla 8.1-26 Luis Cruz Martínez Uso Suelo Situación Actual Estrato Tamaño 0 a 0,5 has	340
Tabla 8.1-27 Luis Cruz Martínez Uso Suelo Situación Actual Est. Tamaño 0,51 a 1 has	341
Tabla 8.1-28 Luis Cruz Martínez Uso Suelo Situación Actual Est. Tamaño 1,01 a 3 has	342
Tabla 8.1-29 Luis Cruz Martínez Uso Suelo Sit. Actual Estrato Tamaño 3,01 a 12 has	342
Tabla 8.1-30 Luis Cruz Martínez Uso Suelo Sit. Actual Estrato Tamaño 12,01 a 50 has	343
Tabla 8.1-31 Total Uso del Suelo Sector Luis Cruz Martínez	344
Tabla 8.1-32 Macal Uso del Suelo Situación Actual Estrato de Tamaño 0 a 0,5 has.....	345
Tabla 8.1-33 Macal Uso del Suelo Situación Actual Estrato de Tamaño 0,51 a 1 has.....	346
Tabla 8.1-34 Macal Uso del Suelo Situación Actual Estrato de Tamaño 1,01 a 3 has.....	347

Tabla 8.1-35 Macal Uso del Suelo Situación Actual Estrato de Tamaño 3,01 a 12 has.....	348
Tabla 8.1-36 Macal Uso del Suelo Situación Actual Estrato de Tamaño 12,01 a 50 has.....	348
Tabla 8.1-37 Macal Uso del Suelo Situación Actual Estrato Tamaño Mayor de 50 has.....	349
Tabla 8.1-38 Total Uso del Suelo Sector Macal	349
Tabla 8.1-39 Pichinal Uso del Suelo Situación Actual Estrato de Tamaño 0 a 0,5 has.....	353
Tabla 8.1-40 Pichinal Uso del Suelo Situación Actual Estrato de Tamaño 0,51 a 1 has.....	353
Tabla 8.1-41 Pichinal Uso del Suelo Situación Actual Estrato de Tamaño 1,01 a 3 has.....	354
Tabla 8.1-42 Pichinal Uso del Suelo Situación Actual Estrato de Tamaño 3,01 a 12 has.....	354
Tabla 8.1-43 Pichinal Uso del Suelo Situación Actual Estrato de Tamaño 12,01 a 50 has.....	355
Tabla 8.1-44 Pichinal Uso del Suelo Situación Actual Estrato Tamaño Mayor de 50 has	355
Tabla 8.1-45 Total Uso del Suelo Sector Pichinal	356
Tabla 8.1-46 Maitenal Uso del Suelo Situación Actual Estrato de Tamaño 0 a 0,5 has.....	360
Tabla 8.1-47 Maitenal Uso del Suelo Situación Actual Estrato de Tamaño 0,51 a 1 has.....	360
Tabla 8.1-48 Maitenal Uso del Suelo Situación Actual Estrato de Tamaño 1,01 a 3 has.....	360
Tabla 8.1-49 Maitenal Uso del Suelo Situación Actual Estrato de Tamaño 3,01 a 12 has.....	361
Tabla 8.1-50 Maitenal Uso Suelo Situación Actual Estrato de Tamaño 12,01 a 50 has.....	361
Tabla 8.1-51 Maitenal Uso del Suelo Situación Actual Estrato Tamaño Mayor de 50 has	362
Tabla 8.1-52 Total Uso del Suelo Sector Maitenal	362
Tabla 8.1-53 La Vega Uso del Suelo Situación Actual Estrato de Tamaño 0 a 0,5 has.....	365
Tabla 8.1-54 La Vega Uso del Suelo Situación Actual Estrato de Tamaño 0,51 a 1 has.....	365
Tabla 8.1-55 La Vega Uso del Suelo Situación Actual Estrato de Tamaño 1,01 a 3 has.....	366
Tabla 8.1-56 La Vega Uso del Suelo Situación Actual Estrato de Tamaño 3,01 a 12 has.....	366
Tabla 8.1-57 La Vega Uso del Suelo Situación Actual Estrato de Tamaño 12,01 a 50 has.....	367
Tabla 8.1-58 La Vega Uso del Suelo Situación Actual Estrato Tamaño Mayor de 50 has	367
Tabla 8.1-59 Total Uso del Suelo Sector La Vega	368
Tabla 8.1-60 Uso del Suelo Total Área de Estudio.....	371
Tabla 8.2-1 Evapotranspiración Potencial (mm)	372
Tabla 8.2-2 Coeficientes de Cultivo Kc.	373
Tabla 8.2-3 Precipitación Efectiva (mm).....	374
Tabla 8.2-4 Determinación de Eficiencias de Riego Sector Lara	375
Tabla 8.2-5 Determinación de Eficiencias de Riego Sector Los Puquios	375
Tabla 8.2-6 Determinación de Eficiencias de Riego Sector La Mortandad	375
Tabla 8.2-7 Determinación de Eficiencias de Riego Sector Las Guardias.....	376
Tabla 8.2-8 Determinación de Eficiencias de Riego Sector Luis Cruz Martínez	376
Tabla 8.2-9 Determinación de Eficiencias de Riego Sector Macal	377
Tabla 8.2-10 Determinación de Eficiencias de Riego Sector Pichinal.....	378
Tabla 8.2-11 Determinación de Eficiencias de Riego Sector Maitenal.....	378
Tabla 8.2-12 Determinación de Eficiencias de Riego Sector La Vega.....	379
Tabla 8.2-13 Demanda Bruta Sector Lara.....	380
Tabla 8.2-14 Demanda Bruta Sector Los Puquios	381
Tabla 8.2-15 Demanda Bruta Sector La Mortandad.....	381
Tabla 8.2-16 Demanda Bruta Sector Las Guardias	381
Tabla 8.2-17 Demanda Bruta Sector Luis Cruz Martínez.....	382

Tabla 8.2-18 Demanda Bruta Sector Macal.....	382
Tabla 8.2-19 Demanda Bruta Sector Pichinal	383
Tabla 8.2-20 Demanda Bruta Sector Maitenal	383
Tabla 8.2-21 Demanda Bruta Sector La Vega	384
Tabla 8.2-22 Demanda Bruta Total Área	385
Tabla 8.3-1 Resumen Fichas Técnico Económicas de Situación Actual.....	387
Tabla 8.3-2 Gastos Indirectos Situación Actual por Sector y Estratos de Tamaño	388
Tabla 8.4-1 Lara Márgenes Situación Actual Estrato de Tamaño 1,01 a 3 has	389
Tabla 8.4-2 Lara Márgenes Situación Actual Estrato Tamaño Mayor de 50 has.....	389
Tabla 8.4-3 Total Márgenes Sector Lara.....	389
Tabla 8.4-4 Los Puquios Márgenes Situación Actual Estrato de Tamaño 0 a 0,5 has	390
Tabla 8.4-5 Los Puquios Márgenes Situación Actual Estrato de Tamaño 0,51 a 1 has	390
Tabla 8.4-6 Los Puquios Márgenes Situación Actual Estrato de Tamaño 1,01 a 3 has	390
Tabla 8.4-7 Los Puquios Márgenes Situación Actual Estrato Tamaño 3,01 a 12 has	391
Tabla 8.4-8 Los Puquios Márgenes Situación Actual Estrato Tamaño Mayor de 50 has	391
Tabla 8.4-9 Total Márgenes Sector Los Puquios	392
Tabla 8.4-10 La Mortandad Márgenes Situación Actual Estrato de Tamaño 0 a 0,5 has	392
Tabla 8.4-11 La Mortandad Márgenes Situación Actual Estrato de Tamaño 0,51 a 1 has	393
Tabla 8.4-12 La Mortandad Márgenes Situación Actual Estrato de Tamaño 1,01 a 3 has	393
Tabla 8.4-13 La Mortandad Márgenes Situación Actual Estrato Tamaño 3,01 a 12 has	394
Tabla 8.4-14 La Mortandad Márgenes Situación Actual Estrato Tamaño 12,01 a 50 has	394
Tabla 8.4-15 La Mortandad Márgenes Situación Actual Estrato Tamaño Mayor de 50 has...	394
Tabla 8.4-16 Total Márgenes Sector La Mortandad.....	395
Tabla 8.4-17 Las Guardias Márgenes Situación Actual Estrato Tamaño 0 a 0,5 has.....	395
Tabla 8.4-18 Las Guardias Márgenes Situación Actual Estrato Tamaño 0,51 a 1 has.....	396
Tabla 8.4-19 Las Guardias Márgenes Situación Actual Estrato Tamaño 1,01 a 3 has.....	396
Tabla 8.4-20 Las Guardias Márgenes Situación Actual Estrato Tamaño 3,01 a 12 has.....	397
Tabla 8.4-21 Las Guardias Márgenes Situación Actual Estrato Tamaño Mayor de 50 has	397
Tabla 8.4-22 Total Márgenes Sector Las Guardias	398
Tabla 8.4-23 Luis Cruz Martínez Márgenes Situación Actual Estrato Tamaño 0 a 0,5 has	398
Tabla 8.4-24 Luis Cruz Martínez Márgenes Sit. Actual Estrato Tamaño 0,51 a 1 has	399
Tabla 8.4-25 Luis Cruz Martínez Márgenes Sit. Actual Estrato Tamaño 1,01 a 3 has	399
Tabla 8.4-26 Luis Cruz Martínez Márgenes Sit. Actual Estrato Tamaño 3,01 a 12 has	400
Tabla 8.4-27 Luis Cruz Martínez Márgenes Sit. Actual Estrato Tamaño 12,01 a 50 has	400
Tabla 8.4-28 Total Márgenes Sector Luis Cruz Martínez.....	401
Tabla 8.4-29 Macal Márgenes Situación Actual Estrato de Tamaño 0 a 0,5 has	402
Tabla 8.4-30 Macal Márgenes Situación Actual Estrato de Tamaño 0,51 a 1 has	402
Tabla 8.4-31 Macal Márgenes Situación Actual Estrato de Tamaño 1,01 a 3 has	403
Tabla 8.4-32 Macal Márgenes Situación Actual Estrato de Tamaño 3,01 a 12 has	404
Tabla 8.4-33 Macal Márgenes Situación Actual Estrato de Tamaño 12,01 a 50 has	404
Tabla 8.4-34 Total Márgenes Sector Macal.....	405

Tabla 8.4-35 Pichinal Márgenes Situación Actual Estrato de Tamaño 0 a 0,5 has.....	406
Tabla 8.4-36 Pichinal Márgenes Situación Actual Estrato de Tamaño 0,51 a 1 has.....	406
Tabla 8.4-37 Pichinal Márgenes Situación Actual Estrato de Tamaño 1,01 a 3 has.....	407
Tabla 8.4-38 Pichinal Márgenes Situación Actual Estrato de Tamaño 3,01 a 12 has.....	408
Tabla 8.4-39 Pichinal Márgenes Situación Actual Estrato de Tamaño 12,01 a 50 has.....	409
Tabla 8.4-40 Pichinal Márgenes Situación Actual Estrato Tamaño Mayor de 50 has.....	409
Tabla 8.4-41 Total Márgenes Sector Pichinal	410
Tabla 8.4-42 Maitenal Márgenes Situación Actual Estrato de Tamaño 0 a 0,5 has.....	411
Tabla 8.4-43 Maitenal Márgenes Situación Actual Estrato de Tamaño 0,51 a 1 has.....	411
Tabla 8.4-44 Maitenal Márgenes Situación Actual Estrato de Tamaño 1,01 a 3 has.....	412
Tabla 8.4-45 Maitenal Márgenes Situación Actual Estrato de Tamaño 3,01 a 12 has.....	412
Tabla 8.4-46 Maitenal Márgenes Situación Actual Estrato de Tamaño 12,01 a 50 has.....	413
Tabla 8.4-47 Maitenal Márgenes Situación Actual Estrato Tamaño Mayor de 50 has	413
Tabla 8.4-48 Total Márgenes Sector Maitenal	414
Tabla 8.4-49 La Vega Márgenes Situación Actual Estrato de Tamaño 0 a 0,5 has.....	415
Tabla 8.4-50 La Vega Márgenes Situación Actual Estrato de Tamaño 0,51 a 1 has.....	415
Tabla 8.4-51 La Vega Márgenes Situación Actual Estrato de Tamaño 1,01 a 3 has.....	416
Tabla 8.4-52 La Vega Márgenes Situación Actual Estrato de Tamaño 3,01 a 12 has.....	416
Tabla 8.4-53 La Vega Márgenes Situación Actual Estrato Tamaño Mayor de 50 has.....	417
Tabla 8.4-54 Total Márgenes Sector La Vega	417
Tabla 8.4-55 Márgenes Total Área de Estudio	418
Tabla 9.2-1. Resumen Catastro Obras Superficial	427
Tabla 9.2-2. Resumen Catastro Canales de Riego	433
Tabla 9.3-1. Catastro Captaciones Subterráneas para Riego	437
Tabla 10.1-1 Precipitación Media Mensual y Anual (mm), Estaciones de Estudio Período 1960/61 – 2019/20	445
Tabla 10.1-2 Precipitación Mensual y Anual (mm), Estaciones de Estudio Período 1989/90 – 2019/20	447
Tabla 10.1-3 Series de Precipitaciones Máximas en 24 Horas (mm)	450
Tabla 10.1-4 Resultados Análisis de Frecuencia Precipitaciones Máximas 24 horas (mm)	452
Tabla 10.1-5 Resultados Coeficientes de Frecuencia	453
Tabla 10.1-6 Estaciones Fluviométricas Utilizadas.....	454
Tabla 10.1-7 Caudales Medios por Períodos (m ³ /s), Estaciones de Estudio	457
Tabla 10.1-8 Caudal medio mensual y anual (m ³ /s), estaciones de estudio período 1989/90 – 2019/20	459
Tabla 10.1-9 Análisis de Frecuencia Caudales medios mensuales (m ³ /s), estación Río Ñuble en La Punilla, 1989/90 – 2019/20.....	460
Tabla 10.1-10 Análisis de Frecuencia Caudales medios mensuales (m ³ /s), estación Río Ñuble en San Fabián, 1989/90 – 2019/20	461
Tabla 10.1-11 Características Cuencas Intermedias Aportantes.....	464
Tabla 10.1-12 Caudal medio mensual y anual (m ³ /s), cuencas intermedias período 1989/90 – 2019/20	465
Tabla 10.1-13 Series de Caudales Máximo instantáneos anuales (m ³ /s)	466

Tabla 10.1-14 Resultados Análisis de Frecuencia Caudales máximos instantáneos (m ³ /s)....	467
Tabla 10.1-15 Temperatura media mensual y anual (°C), estaciones de estudio período 1989/90 – 2019/20.....	469
Tabla 10.1-16 Evaporación media mensual y anual (mm), estaciones de estudio	472
Tabla 10.1-17 Análisis de Frecuencia Caudales Medios Mensuales (m ³ /s), Subcuenca C_01a	477
Tabla 10.1-18 Análisis de Frecuencia Caudales medios mensuales (m ³ /s), Subcuenca C_02 (estero Lara).....	478
Tabla 10.1-19 Análisis de Frecuencia Caudales medios mensuales (m ³ /s), Subcuenca C_06 (estero Bullileo)	479
Tabla 10.1-20 Análisis de Frecuencia Caudales medios mensuales (m ³ /s), Subcuenca C_11 (estero Las Piedras)	480
Tabla 10.1-21 Análisis de Frecuencia Caudales medios mensuales (m ³ /s), Subcuenca C_14 (estero Melozal).....	481
Tabla 10.1-22 Análisis de Frecuencia Caudales medios mensuales (m ³ /s), Subcuenca C_15 (estero Grande)	482
Tabla 10.1-23 Trayectorias Representativas de Concentración para Cambio Climático	484
Tabla 10.1-24 Precipitación media mensual y anual (mm), estaciones de estudio período Futuro Cercano 2020/21 – 2044/45.....	488
Tabla 10.1-25 Precipitación media mensual y anual (mm), estaciones de estudio período Futuro Intermedio 2045/46 – 2069/70.....	489
Tabla 10.1-26 Comparación entre período histórico y escenarios futuros con cambio climático de la Precipitación media anual	490
Tabla 10.1-27 Caudal medio mensual y anual (m ³ /s), estaciones de estudio período Futuro Cercano 2020/21 – 2044/45.....	493
Tabla 10.1-28 Caudal medio mensual y anual (m ³ /s), estaciones de estudio período Futuro Intermedio 2045/46 – 2069/70.....	493
Tabla 10.1-29 Comparación entre período histórico y escenarios futuros con cambio climático del Caudal medio anual	493
Tabla 10.1-30 Temperatura media mensual y anual (°C), estaciones de estudio período Futuro Cercano 2020/21 – 2044/45.....	494
Tabla 10.1-31 Temperatura media mensual y anual (°C), estaciones de estudio período Futuro Intermedio 2045/46 – 2069/70.....	495
Tabla 10.1-32 Comparación entre período histórico y escenarios futuros con cambio climático de la Temperatura media anual	495
Tabla 10.2-1. Resumen Catastro de Captaciones Subterráneas	499
Tabla 10.2-2 Parámetros Hidráulicos Acuífero Sector San Fabián.....	511
Tabla 10.3-1. Requisitos de Calidad Agua para Riego según NCh1333 Of78.....	516
Tabla 10.3-2. Resultados Análisis de Calidad Aguas Superficiales	519
Tabla 10.3-3. Resultados Calidad de Aguas Subterráneas	522
Tabla 10.4-1. Derechos Superficiales Vigentes y En Trámite que Imponen Restricciones	534

Tabla 10.5-1. Relación entre cuencas aportantes modelo WEAP 2020 y Modelo de Simulación Arrau 2014.....	540
Tabla 10.5-2. Variables en método humedad del suelo.....	544
Tabla 10.5-3. Uso de Suelo Subcuencas Aportantes	554
Tabla 10.5-4. Gradientes Precipitación – Altura.....	556
Tabla 10.5-5. Gradientes Temperatura – Altura	559
Tabla 10.5-6. Humedad Relativa estación Santa Rosa – Chillán (%)	562
Tabla 10.5-7. Fracción de Nubosidad	562
Tabla 10.5-8. Latitud Cuencas Aportantes	563
Tabla 10.5-9. Parámetros calibrados.....	565
Tabla 10.5-10. Índices de calibración	568
Tabla 10.5-11. Índices de Validación	570
Tabla 11.1-1. Coordenadas desde Certificado IGM SIRGAS	578
Tabla 11.1-2. Cuadro de cálculo de vectores.	581
Tabla 11.1-3. Cuadro de cierre de ciclo GNSS.	581
Tabla 11.1-4 Cuadro de Cálculo de Altura Ortométrica	582
Tabla 11.1-5. Cuadro de Vectores Red Secundaria.	584
Tabla 11.1-6. Cuadro de control de cierres.	584
Tabla 11.1-7. Cuadro de Coordenadas de Red Geodésica.	585
Tabla 11.2-1. Cálculo de Vectores Poligonal Primaria Autocontrol	608
Tabla 11.2-2. Cierre de Ciclos GNSS	608
Tabla 11.2-3. Coordenadas de Poligonal Principal.	608
Tabla 11.2-4. Cuadro Comparativo.....	609
Tabla 11.2-5. Cálculo de Vectores de Poligonal Secundaria	610
Tabla 11.2-6. Coordenadas de Poligonal Secundaria	610
Tabla 11.2-7. Cuadro Comparativo de Poligonal Secundaria	610
Tabla 11.2-8. Cuadro de Distancias por Tramos (Líneas Base).....	610
Tabla 11.2-9. Comparación de Puntos según Planimetría	612
Tabla 11.2-10. Comparación de Puntos por Altimetría.....	614
Tabla 11.2-11. Cuadro Resumen Autocontrol	615

FIGURAS

	Pág.
Figura 1.3-1. Ubicación del sector 6, Zona de Estudio	5
Figura 2.1-1 Sectorización Sector 6 del Embalse La Punilla.....	12
Figura 2.2-1. Mapa de Ubicación General	14
Figura 3.1-1. Catastro de Usuarios Río Ñuble y sus Afluentes	53
Figura 3.1-2 Vista parcial de ortofoto de suelos de CIREN CORFO	55
Figura 3.1-3 Cartografía Estudio de Diagnóstico en Área de Río Ñuble.....	62
Figura 3.1-4 Vista parcial de ortofoto de propiedades de CIREN CORFO	63
Figura 3.1-5 Zona Agrícola Homogénea Itata.....	69
Figura 3.2-1. Mapa Agroclimático	92

Figura 3.4-1. Ubicación Estaciones Meteorológicas de Interés	112
Figura 3.4-2. Isoyetas de Precipitación Anual, Actualización Balance Hídrico Nacional (DGA, 2017).....	115
Figura 3.4-3. Ubicación Estaciones Fluviométricas de Interés	118
Figura 3.4-4. Isotermas de Temperatura Anual, Actualización Balance Hídrico Nacional (DGA, 2017).....	122
Figura 3.4-5. Isolíneas de Evaporación de Tanque Anual, Actualización Balance Hídrico Nacional (DGA, 2017)	125
Figura 3.4-6. Ubicación Cuencas Aportantes al Área de Estudio	128
Figura 3.4-7. Ubicación Estaciones DGA Calidad de Aguas	130
Figura 3.5-1. Geología Sector San Fabián	136
Figura 3.5-2. Catastro de Captaciones Sector San Fabián	143
Figura 3.5-3 Ubicación Pozos con Estratigrafía Sector San Fabián.....	146
Figura 3.5-4 Ubicación Perfiles Gravimétricos Sector San Fabián.....	148
Figura 3.5-5 Perfil Gravimétrico N°8	149
Figura 3.5-6. Ubicación Estación DGA Cód. BNA 08106004-5.....	151
Figura 3.5-7 Medición de N.E. Pozo DGA San Fabián Camino a Puente Nahueltoro.....	151
Figura 3.6-1. Derechos Superficiales Constituidos en la Cuenca Aportante al Área de Estudio, Diferenciados por Tipo de Derecho.....	159
Figura 3.6-2. Derechos Superficiales Constituidos en la Cuenca Aportante al Área de Estudio, Diferenciados por Uso del Agua	160
Figura 3.6-3. Derechos Superficiales en Trámite en la Cuenca Aportante al Área de Estudio.....	162
Figura 3.6-4. Derechos Afectos a Pago de Patente por No Uso y Renuncia a Derechos de Aguas Superficiales en la Cuenca Aportante al Área de Estudio	167
Figura 3.6-5. Derechos Subterráneos Constituidos en el Área de Estudio	171
Figura 3.6-6. Derechos Subterráneos Constituidos en el Área de Estudio, Diferenciados por Uso del Agua	172
Figura 3.6-7. Derechos Subterráneos en Trámite en el Área de Estudio	174
Figura 3.8-1. Áreas de Beneficio del embalse La Punilla	186
Figura 3.8-2. Distribución de Volúmenes en el embalse La Punilla	187
Figura 5.1-1. Fotografía Calicata MCP-1	203
Figura 5.1-2. Fotografía Calicata AYN-1.....	203
Figura 5.1-3. Fotografía Calicata AYN-2.....	205
Figura 5.1-4. Fotografía Calicata MCP-4V.....	205
Figura 5.1-5. Fotografía Calicata AYN-3.....	207
Figura 5.1-6. Fotografía Calicata AYN-3.....	207
Figura 5.1-7. Fotografía Calicata AYN-2.....	209
Figura 5.1-8. Fotografía Calicata AYN-2.....	209
Figura 5.1-9. Fotografía Calicata MCP-1	211
Figura 5.1-10. Fotografía Calicata SBA-3	211
Figura 5.1-11. Fotografía Calicata SBA-1	213

Figura 5.1-12. Fotografía Calicata MCP-3	213
Figura 9.2-1. Ficha Tipo Catastro Superficial	424
Figura 9.2-2. Ubicación Catastro Superficial	429
Figura 9.3-1. Ubicación y Estado Captaciones Subterráneas para Riego	441
Figura 10.1-1. Isoyetas de precipitación anual, Actualización Balance Hídrico Nacional (DGA, 2017)	448
Figura 10.1-2. Relación Pp Máx 24 Horas, T=10 años/Altura Estaciones área de estudio.....	453
Figura 10.1-3. Caudales Medios Mensuales por Estación	459
Figura 10.1-4. Curvas Variación Estacional Caudales medios mensuales, estación Río Ñuble en La Punilla, 1989/90 – 2019/20.....	460
Figura 10.1-5. Curvas Variación Estacional Caudales medios mensuales, estación Río Ñuble en San Fabián, 1989/90 – 2019/20	461
Figura 10.1-6. Esquema del Sistema de Recursos Hídricos del río Ñuble – Proyecto Embalse La Punilla	462
Figura 10.1-7. Cuencas intermedias del Sistema de Recursos Hídricos del río Ñuble – Proyecto Embalse Punilla.....	464
Figura 10.1-8. Temperaturas medias mensuales por estación	469
Figura 10.1-9. Isotermas de temperatura anual, Actualización Balance Hídrico Nacional (DGA, 2017)	470
Figura 10.1-10. Evaporación media mensual por estación	472
Figura 10.1-11. Isolíneas de evaporación de tanque anual, Actualización Balance Hídrico Nacional (DGA, 2017)	473
Figura 10.1-12. Subcuencas aportantes al modelo hídrico	476
Figura 10.1-13. Curvas Variación Estacional Caudales medios mensuales, Subcuenca C_01a	477
Figura 10.1-14. Curvas Variación Estacional Caudales medios mensuales, Subcuenca C_02 (estero Lara).....	478
Figura 10.1-15. Curvas Variación Estacional Caudales medios mensuales, Subcuenca C_06 (estero Bullileo)	479
Figura 10.1-16. Curvas Variación Estacional Caudales medios mensuales, Subcuenca C_11 (estero Las Piedras)	480
Figura 10.1-17. Curvas Variación Estacional Caudales medios mensuales, Subcuenca C_14 (estero Melozal).....	481
Figura 10.1-18. Curvas Variación Estacional Caudales medios mensuales, Subcuenca C_15 (estero Grande)	482
Figura 10.1-19. Esquema conceptual metodología de cambio climático	484
Figura 10.1-20. Isoyetas de precipitación anual, Escenarios actual y futuros con cambio climático	491
Figura 10.2-1. Ficha Tipo Catastro de Captaciones Subterráneas.....	497
Figura 10.2-2. Ubicación Captaciones Subterráneas Catastradas.....	503
Figura 10.2-3. Equipotenciales Sector San Fabián	507
Figura 10.2-4. Delimitación acuífero sector San Fabián.....	510
Figura 10.2-5. Sectores de Interés Hidrogeológico	513

Figura 10.3-1. Puntos de Muestreo de Calidad del Agua	517
Figura 10.4-1. Derechos de Aprovechamiento de Aguas Superficiales Concedidos en Fuentes Locales	527
Figura 10.4-2. Derechos de Aprovechamiento de Aguas Superficiales en Trámite de Fuentes Locales	529
Figura 10.4-3. Derechos de Aprovechamiento Aguas Subterráneas Concedidos Definitivos en el Área de Estudio	531
Figura 10.4-4. Derechos de Aprovechamiento Aguas Subterráneas en Trámite en el Área de Estudio	532
Figura 10.5-1. Extensión del Modelo Hídrológico	541
Figura 10.5-2. Representación Esquemática del Sistema en WEAP	542
Figura 10.5-3. Esquema Método Humedad del Suelo WEAP	544
Figura 10.5-4. Topología Modelo Hídrico en WEAP – Situación Actual	550
Figura 10.5-5. Topología Modelo Hídrico en WEAP – Situación Futura	551
Figura 10.5-6. Uso de suelo subcuencas aportantes	553
Figura 10.5-7. Gradientes Precipitación - Altura	557
Figura 10.5-8. Gradientes Temperatura - Altura	560
Figura 10.5-9. Ubicación estación Santa Rosa	561
Figura 10.5-10. Humedad Relativa estación Santa Rosa – Chillán	562
Figura 10.5-11. Resultados Calibración	569
Figura 10.5-12. Resultados Validación	571
Figura 11.1-1. Características de los monolitos	576
Figura 11.1-2. Certificado de Coordenadas SIRGAS	579
Figura 11.1-3. Esquema de vinculación Geodésica de la poligonal Principal	580
Figura 11.1-4. Esquema de superficies de referencia	582
Figura 11.1-5. Esquema Poligonal Secundaria	583
Figura 11.1-6. Índice de Tiles (Tile Index)	586
Figura 11.1-7. Modelo Digital de Terreno	586
Figura 11.1-8. DTM como nube de puntos con color RGB	587
Figura 11.1-9. Cartografía con curvas de nivel e imágenes ecw insertadas.	587
Figura 11.1-10. Ortofotos en formato tif	588
Figura 11.1-11. Archivos dwg de planimetría unificada sin curvas de nivel	588
Figura 11.1-12. Vista de informe de Aerotop	589
Figura 11.1-13. Vista de certificados de equipos	589
Figura 11.1-14. Vista de carpetas de archivos RINEX	590
Figura 11.1-15. Vista de Monografías	590
Figura 11.2-1 . Recepción de Antecedentes Levantamiento LIDAR	592
Figura 11.2-2. Tres Vértices de Figura Principal	594
Figura 11.2-3. Poligonal Secundaria	594
Figura 11.2-4. Puntos Fotoidentificables Propuestos	595
Figura 11.2-5. Figura Principal	596

Figura 11.2-6. Tres Primeros Vectores Poligonal	597
Figura 11.2-7. Últimos Vectores de Poligonal	597
Figura 11.2-8. Monolito SF-1	599
Figura 11.2-9. Monolito SF-2	599
Figura 11.2-10. Monolito SF-2A.....	600
Figura 11.2-11. Monolito SF-3	600
Figura 11.2-12. Monolito SF-4A.....	601
Figura 11.2-13. Monolito SF-5	601
Figura 11.2-14. Tramo 1. RTK de Puntos de Control.....	602
Figura 11.2-15. Tramo 2, RTK de Puntos de Control	603
Figura 11.2-16. Tramo 3, RTK de Puntos de Control	603
Figura 11.2-17. Tramo 4, RTK de Puntos de Control	604
Figura 11.2-18. Tramo 5, RTK de Puntos de Control	604
Figura 11.2-19. Portón de Acceso a Parcelas, donde se Ubican los Puntos 1- 5.....	605
Figura 11.2-20. Sitio Cerrado en Punto 16	606
Figura 11.2-21. Portón de Acceso a los Puntos 22-25.....	606
Figura 11.2-22. Portón de Acceso a los Puntos 26-29.....	607
Figura 11.2-23. Revisión de Poligonal Principal.....	607
Figura 11.2-24. Ubicación de Puntos de Red Geodésica	609
Figura 11.2-25. Puntos Propuestos para Revisión.....	611
Figura 11.2-26. Punto controlado 27.....	613
Figura 11.2-27. Punto controlado 32.....	613

ANEXOS

Anexo 2.1-1	Listado de Predios del Total del Área de Influencia
Anexo 3.3-1	Nomenclatura Relacionada con los Antecedentes y Leyendas del Estudio de Suelos.
Anexo 3.4-1	Calidad de Aguas del río Ñuble
Anexo 3.6-1	Derechos de Agua Superficial Constituidos
Anexo 3.6-2	Derechos de Agua Superficial en Trámite
Anexo 3.6-3	Derechos de Agua Superficial Afectos al Pago de Patente
Anexo 3.6-4	Renuncia a Derechos de Agua Superficial Concedidos
Anexo 3.6-5	Derechos de Agua Subterránea Constituidos
Anexo 3.6-6	Derechos de Agua Subterránea en Trámite
Anexo 5.1-1	Resultados Laboratorio Muestras de Suelo
Anexo 6.1-1	Formato Catastro San Fabián
Anexo 6.1-2	Formato Encuesta Simple San Fabián
Anexo 6.1-3	Listado de Catastro Predial y de Encuesta Simple
Anexo 7.2-1	Estudio de Mercado Comercialización y Precios
Anexo 8.3-1	Fichas Situación Actual San Fabián
Anexo 9.2-1	Fichas Obras
Anexo 10.1-1	Precipitaciones Diarias Rellenadas
Anexo 10.1-2	Gráficos de Precipitaciones Mensuales por Estación
Anexo 10.1-3	Precipitaciones Mensuales
Anexo 10.1-4	Caudales Medios Diarios Rellenados
Anexo 10.1-5	Gráficos de Caudales Medios Mensuales por Estación
Anexo 10.1-6	Caudales Medios Mensuales
Anexo 10.1-7	Temperaturas Medias Mensuales
Anexo 10.1-8	Evaporación Media Mensual
Anexo 10.1-9	Series de Caudales Medios Mensuales en Subcuencas Aportantes
Anexo 10.1-10	Curvas de Variación Estacional en Subcuencas Aportantes
Anexo 10.1-11	Series Futuras bajo efectos del Cambio Climático
Anexo 10.2-1	Fichas Catastro de Captaciones Subterráneas

- Anexo 10.3-1 Análisis de Calidad de Aguas
- Anexo 10.4-1 Derechos de Aprovechamiento de Aguas Constituidos
- Anexo 10.4-2 Derechos de Aprovechamiento de Aguas Regularizados
- Anexo 10.4-3 Derechos de Aprovechamiento de Aguas en Trámite
- Anexo 10.5-1 Modelo - Situación Histórica Calibrada
- Anexo 10.5-2 Modelo - Superficies Asociadas a cada Tipo de Suelos, por Subcuenca
- Anexo 10.5-3 Modelo - Cálculo para obtener los Gradientes de Precipitaciones
- Anexo 10.5-4 Modelo - Cálculo para obtener los Gradientes de Temperatura
- Anexo 10.5-5 Modelo - Cálculo del Promedio Mensual de Humedad Relativa
- Anexo 10.5-6 Modelo - Series Observada y Simulada
- Anexo 11.1-1 Levantamiento Topográfico Láser Aerotransportado
- Anexo 11.1-2 Anexos Digitales Topografía
- Anexo 11.2-1 Certificados de Calibración de Bases Nivelantes Tribach (Autocontrol)
- Anexo 11.2-2 Certificado IGM del Punto CLL1 (Autocontrol)
- Anexo 11.2-3 Anexos Digitales Autocontrol

1 INTRODUCCIÓN, OBJETIVOS Y ÁREA DE ESTUDIO

1.1 Introducción

La Comisión Nacional de Riego (CNR) tiene como objetivos estratégicos la generación de políticas de estado en materia de uso de los recursos hídricos para riego, además de incrementar la superficie de riego, seguridad y eficiencia en el uso del recurso hídrico para riego en el país, aumentar la participación de pequeña agricultura y agricultura familiar. En este contexto, la construcción y operación del embalse La Punilla, ubicado en la comuna de San Fabián, provincia de Punilla y Región de Ñuble, con capacidad para almacenar 600 Hm³, beneficiará a 5.000 agricultores, aumentando la seguridad hídrica de 60.000 hectáreas de las comunas de San Carlos, Chillán, Ñiquén, San Nicolás y Coihueco, y potencialmente a la comuna de San Fabián.

Sin embargo, el estudio del embalse La Punilla no consideró directamente las demandas hídricas para riego en el sector 6, entre los esteros Lara y Grande, asociado a la comuna de San Fabián. La construcción del embalse traerá consigo la posible disponibilidad de nuevos derechos de aprovechamiento de aguas denominados “Derechos Tipo B”, que corresponden al agua embalsada extra a la ya comprometida con los derechos de aprovechamiento existentes para la cuenca del río Ñuble, con lo que se podría beneficiar a un mayor número de hectáreas de, aproximadamente, 6.000 has potenciales.

Debido a las características de la zona en cuanto a las clases de suelo, agricultura, clima, etc., el área de estudio presenta condiciones favorables para potenciar el riego. Para caracterizar de forma adecuada las principales variables asociadas al riego actual y proyectado, es necesario realizar un levantamiento general de la información relevante, tal como: clases de suelos, incluida su capacidad de uso, catastro de predios, análisis de infraestructura de riego (bocatomas, canales, tranques de acumulación, pozos, impulsiones, etc.), antecedentes del clima, medio ambiente, caracterización agropecuaria, etc. Además, resulta fundamental estudiar el escenario actual de disponibilidad hídrica del sector de estudio, analizando ríos, vertientes, esteros y acuíferos que pudieran aprovecharse, caracterizando su explotación actual y las posibilidades de incrementarla.

En este contexto, como resultado del presente estudio se plantearon distintas alternativas que representan una solución integral al riego del sector 6 del embalse La Punilla en la comuna de San Fabián, y adicionalmente, alternativas para el riego de una parte de la superficie potencial regable, con aguas de fuentes superficiales locales y de fuentes subterráneas.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo General

El objetivo general del estudio fue diagnosticar la situación actual de riego, a través de un catastro de potenciales regantes en el área agrícola (sector 6 de la subdivisión del proyecto de embalse La Punilla) de la comuna de San Fabián, y una estimación de los recursos hídricos disponibles desde el futuro embalse La Punilla y otras fuentes hídricas, para satisfacer la demanda agrícola actual y proyectada, en base a las características del suelo y clima, además de una propuesta de alternativas de infraestructura para el abastecimiento de riego.

1.2.2 Objetivos Específicos

Los objetivos específicos asociados al presente estudio, fueron los siguientes:

- a) Diagnóstico y recopilación de antecedentes de clima, suelos, hidrología, medio ambiente y caracterización agropecuaria, entre otros.
- b) Estimación de los caudales disponibles en las principales fuentes hídricas locales y estimación de la oferta de agua regulada por el futuro embalse La Punilla, asociada a acciones tipo B, para el sector 6 de la comuna de San Fabián.
- c) Ejecución de un catastro de la infraestructura de riego existente en el sector, y diagnosticar la situación legal de los derechos de aprovechamiento de aguas superficiales y subterráneas que se encuentren inscritos y/o en trámite.
- d) Realización de un catastro de la totalidad de los potenciales regantes que formarán parte del futuro rol de regantes del sector 6 del embalse La Punilla.

- e) Estimación de la demanda hídrica para riego y una propuesta de distribución de caudales para el sector 6, en base a la oferta de caudales identificados y disponibles de acuerdo con el diseño del embalse La Punilla.
- f) Dimensionamiento simplificado de las mejores alternativas de infraestructura requeridas para captar, conducir, distribuir y acumular las aguas provenientes principalmente del embalse La Punilla, además de una estimación de costos y evaluación económica para cada alternativa de proyecto.

1.3 Área de Estudio

La zona de estudio corresponde al sector 6 del embalse La Punilla, ubicado en la comuna de San Fabián, provincia de Punilla, región de Ñuble. Este sector delimita al Este con el Estero Lara y al Oeste con el Estero Grande. En la Figura 1.3-1 se presenta la ubicación espacial del sector 6, donde además se incluyen las estaciones fluviométricas y meteorológicas del sector, que sirvieron para la caracterización climática e hidrológica del área de estudio.

El recurso hídrico de la zona de estudio presenta un régimen marcadamente pluvial, presentando los caudales máximos entre los meses de junio y octubre. La precipitación media anual histórica del sector se estima sobre 1.700 mm, no obstante, producto del cambio climático, estas precipitaciones han ido disminuyendo de manera importante, según el Atlas Agroclimático del año 2017, y además las tasas de evapotranspiración han aumentado en el último tiempo.

De acuerdo con la información del Censo Agropecuario del año 2007, existe un total de 536 explotaciones agrícolas en la comuna de San Fabián, las que abarcarían una superficie total de casi 142.500 has, de las que sólo 333 has son actualmente regadas con alta seguridad. En la Tabla 1.3-1 se presenta el tamaño predial según estrato de tamaño, información obtenida del Censo Agropecuario de 2007.

Tabla 1.3-1 Tamaño Predial según Estrato de Tamaño

Estrato de tamaño (has)	Nº explotaciones	Superficie (has)
Menores de 1	99	50,9
De 1 a menos de 5	227	515,7
De 5 a menos de 10	69	476,0
De 10 a menos de 20	42	614,2
De 20 a menos de 50	45	1.365,4
De 50 a menos de 100	22	1.506,0
De 100 a menos de 200	9	1.132,6
De 200 a menos de 500	6	1.556,8
De 500 a menos de 1.000	5	3.753,4
De 1.000 a menos de 2.000	1	1.500,0
De 2.000 y más	11	130.075,7
Total	536	142.546,7

Fuente: Censo agropecuario, 2007.

Mejor Riego
para Chile

SECTOR 6

RIO NUBLE EN SAN FABIAN 2

RIO NUBLE EN LA PUNILLA 2

RIO SAUCOS ANTES JUNTA CON NUBLE

San Fabian de Alico

San Fabian 2

Estero Grande

Estero Bureo

Estero Labranza

Estero Fangua

Estero Los Guindos

Estero Las Damas

Estero Los Coihues

Estero de La Batea

Quebrada La Imposible

Quebrada El Leon

Quebrada Auraco

Rio Nuble

Rio Cato

Rio Santa Gertrudis

Rio Las Damas

Rio La Zorra

Rio Los Saucos

Canal Zanahu

Quebrada Herrington

Quebrada Santa Gertrudis

Quebrada Los Saucos

Quebrada Los Coihues

Quebrada de La Batea

Nublino

La Huenuña de Nublino

La Huenuña de Nublino

5 Km

0 2.5 5

Leyenda

- San Fabián de Alico
- Fluviométricas
- Meteorológicas
- Embalse Punilla

Figura 1.3-1. Ubicación del sector 6, Zona de Estudio

Fuente: Elaboración propia.

Página 5

2 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL ÁREA DE ESTUDIO

2.1 Sectorización y Estratificación Predial

Con el objetivo de efectuar una adecuada caracterización del área de este estudio, se requiere necesariamente de la identificación de los límites de la envolvente del proyecto. Esto se efectúa demarcando en planos los terrenos que poseen potencial para ser regados, descartando todo lo que sea parques, reservas nacionales y cerros de predios forestales.

Previo a realizar los trabajos en terreno para caracterizar la situación actual del área en estudio, se elaboró un listado de predios del total del área de influencia del presente estudio. Este listado que se presenta en el Anexo 2.1-1 y se obtuvo en base a las ortofotos digitales de CIREN, al año 2016 y la base de datos contenida para cada predio, información proveniente del Rol Extracto Agrícola del Servicio de Impuestos Internos a junio del año 2020.

Cabe señalar que no se consideró el Catastro de Usuarios de la Cuenca del Río Ñuble de la Dirección General de Aguas del año 1987, debido a que al compararse con la información de CIREN, esta última contiene una serie de subdivisiones prediales que la DGA, debido a lo extemporáneo de la información, no tenía catastrada.

El listado de agricultores, subdividido por estrato de tamaño, sirvió de base para el catastro predial y la aplicación de la encuesta muestral. Dicho listado, posteriormente fue complementado con información del catastro y de la propia encuesta muestral.

En esta actividad se presenta un mapa de propiedades (ver plano en página siguiente) el cual es parte del SIG generado durante esta consultoría. Este mapa considera la inclusión de las propiedades en formato digital de CIREN.

De la cartografía de predios se obtuvo el listado de agricultores, el cual contiene la siguiente información:

- Rol del Servicio de Impuestos Internos

- Nombre del propietario
- Destino de la propiedad
- Nombre del predio
- Superficies planimetreadas
- Superficies del SII- CIREN

Se debe señalar que tanto el nombre del agricultor como el destino de la propiedad no están en la base de datos predial que entrega CIREN, sino que se obtuvo directamente de la página del SII mediante la información de avalúos y contribuciones, en junio de 2020.

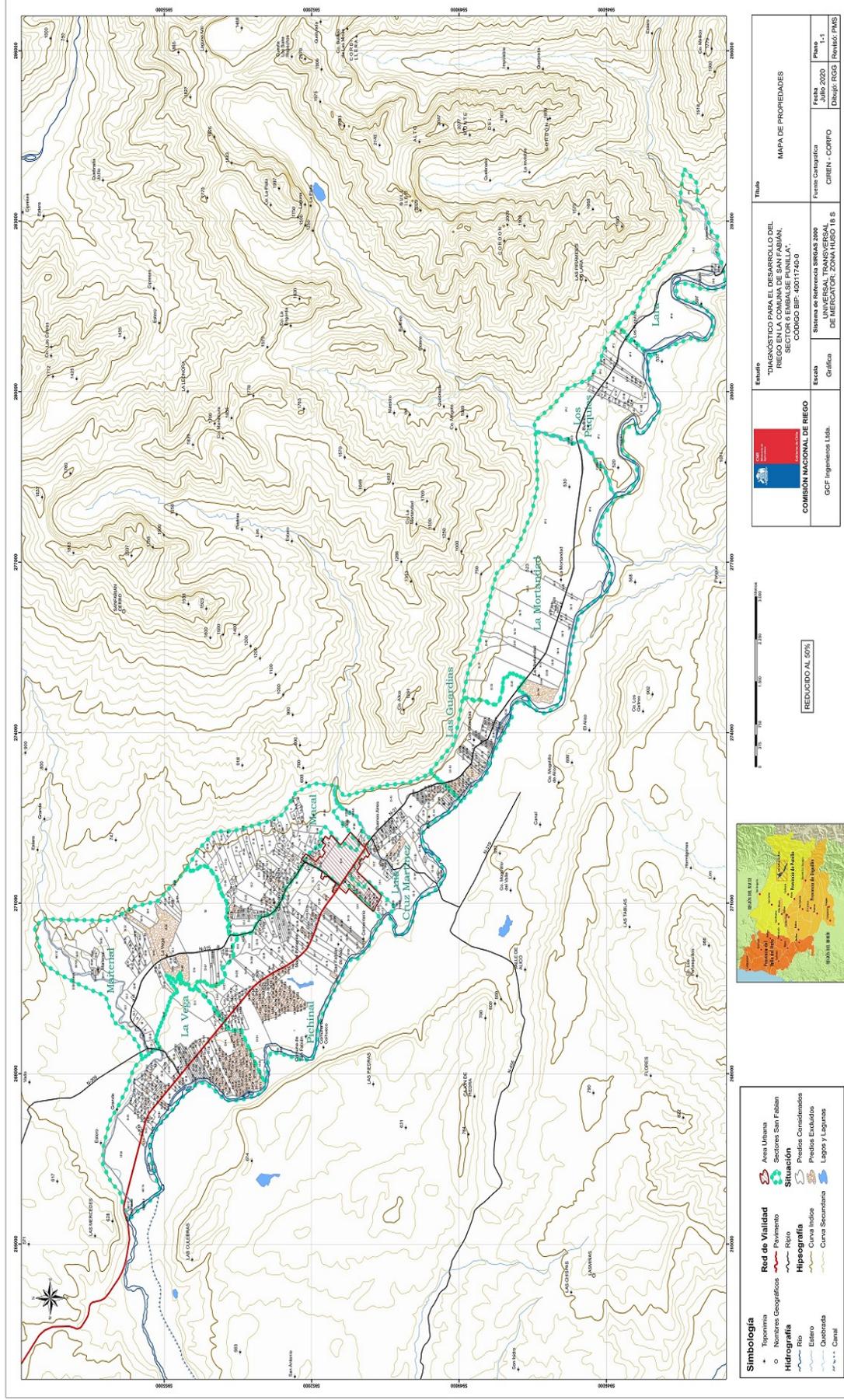
En el caso del destino de la propiedad, esta información es de utilidad en la determinación de predios destinados a la actividad silvoagropecuaria, permitiendo descartar aquellos predios con destino habitacional, bodegas, hoteles y eriazos, entre otros.

Los predios eriazos por definición del SII son un bien raíz de destino no agrícola, en el que no existen construcciones. En cambio, un predio agrícola, esté o no construido, está destinado preferentemente a la producción agropecuaria o forestal.

No obstante, en terreno durante el proceso de encuesta, se validaron los predios clasificados por el SII como sin uso agrícola, ya que podían tener algún tipo de producción y necesitar agua de riego.

Las propiedades identificadas al interior de la envolvente del proyecto, fueron estratificadas tomando como base el estudio de Evaluación Agroeconómica del Embalse Punilla realizada por MdeA Consultores para la DOH en el año 2009.

Debido a que en la comuna de San Fabián existe un alto número de predios menores o iguales a 1 ha, en esta oportunidad se subdividió este estrato en 0 a 0,5 has y 0,51 a 1 ha. De igual forma, por ser escasa la presencia de predios mayores de 100 has, se fusionaron todos los predios mayores de 50 has.



Fuente: Ortofotos Ciren año 2016 y Servicio Impuestos Internos Junio del 2020

La estratificación adoptada corresponde a la siguiente:

- Sitios o predios muy pequeños: Representa a predios entre 0 y 0,5 has, que son básicamente de autoconsumo predial.
- Minifundios: Representa a predios entre 0,51 y 1,0 ha, que se dedican principalmente al cultivo de chacras, hortalizas y algo de berries. En este estrato coexisten predios con escaso y adecuado nivel tecnológico.
- Subfamiliar: Representa a predios entre 1,01 y 3,0 has, que se dedican esencialmente al cultivo de chacras, hortalizas, algo de berries y ganadería. En este estrato coexisten predios con escaso y adecuado nivel tecnológico.
- Familiar: Representa a predios entre 3,01 y 12,0 has. Estos predios se dedican básicamente al cultivo de chacras, cereales, algo de berries y ganadería. Presentan un mayor nivel tecnológico que el grupo anterior.
- Mediano: Representa a predios entre 12,01 has y 50,0 has. Estas explotaciones poseen generalmente un nivel tecnológico medio a alto, existiendo una mayor intensificación en el manejo de ganado y en algunos casos frutales.
- Grandes: Representa a predios mayores de 50 has. Estos predios se dedican esencialmente a la ganadería, cereales, algo de fruticultura y cultivos forestales.

Un resumen de la estratificación se presenta en la siguiente tabla:

Tabla 2.1-1 Estratificación de la Propiedad

Estrato Tamaño	Número Predios		Superficies Planimetría (ha)				Superficies SII-Ciren (ha)		
	Nº	%	Total	Dentro Área	%	Fuera Área	Total	Riego	Secano
0 a 0,5	79	13,1	31,14	31,14	0,8		35,98	6,53	29,45
0,51 a 1	187	31,0	125,83	125,83	3,3		305,76	28,86	276,90
1,01 a 3	164	27,2	287,11	284,90	7,5	2,20	257,30	29,54	227,76
3,01 a 12	106	17,6	664,79	634,87	16,8	29,92	637,31	37,42	599,89
12,01 a 50	43	7,1	899,77	695,38	18,4	204,39	901,15	21,73	879,42
Mayor de 50 ha	25	4,1	29.562,11	2.012,15	53,2	27.549,96	5.843,49	15,49	5.828,00
Total	604	100,0	31.570,75	3.784,28	100,0	27.786,47	7.980,99	139,57	7.841,42

Fuente: elaboración propia

Tal como se desprende de la tabla, en el área existen alrededor de 604 predios de carácter agrícola o forestal, de estos 3.784 has se encuentran dentro de la envolvente del área y unas 27.786 has están fuera del área de estudio. La superficie excluida del área, corresponde básicamente a predios de mayor tamaño, en sectores de cerros y con presencia de cultivos forestales.

Cabe destacar, que además existen unos 350 predios descartados por tener un destino no agrícola, ni forestal, básicamente habitacional o eriazos.

En relación a la sectorización del área, se optó por usar la definida por la Comuna de San Fabián y el PRODESAL. Según lo anterior, el Sector 6 definido del estudio del embalse La Punilla, área que compete al actual estudio, está subdividido en nueve sectores, los que ordenados de oriente a poniente son los siguientes:

- Lara
- Los Puquios
- La Mortandad
- Las Guardias
- Luis Cruz Martínez
- Macal
- Pichinal
- Maitenal
- La Vega

Cabe señalar que los archivos kmz proporcionados con la sectorización, presenta límites difusos en algunos sectores, subdividiendo propiedades, por lo que se optó llevar dicha delimitación en torno a los límites prediales, de manera de no cortarlos y que una propiedad no esté en más de un sector.

En la figura siguiente se puede apreciar la sectorización adaptada del área de estudio:

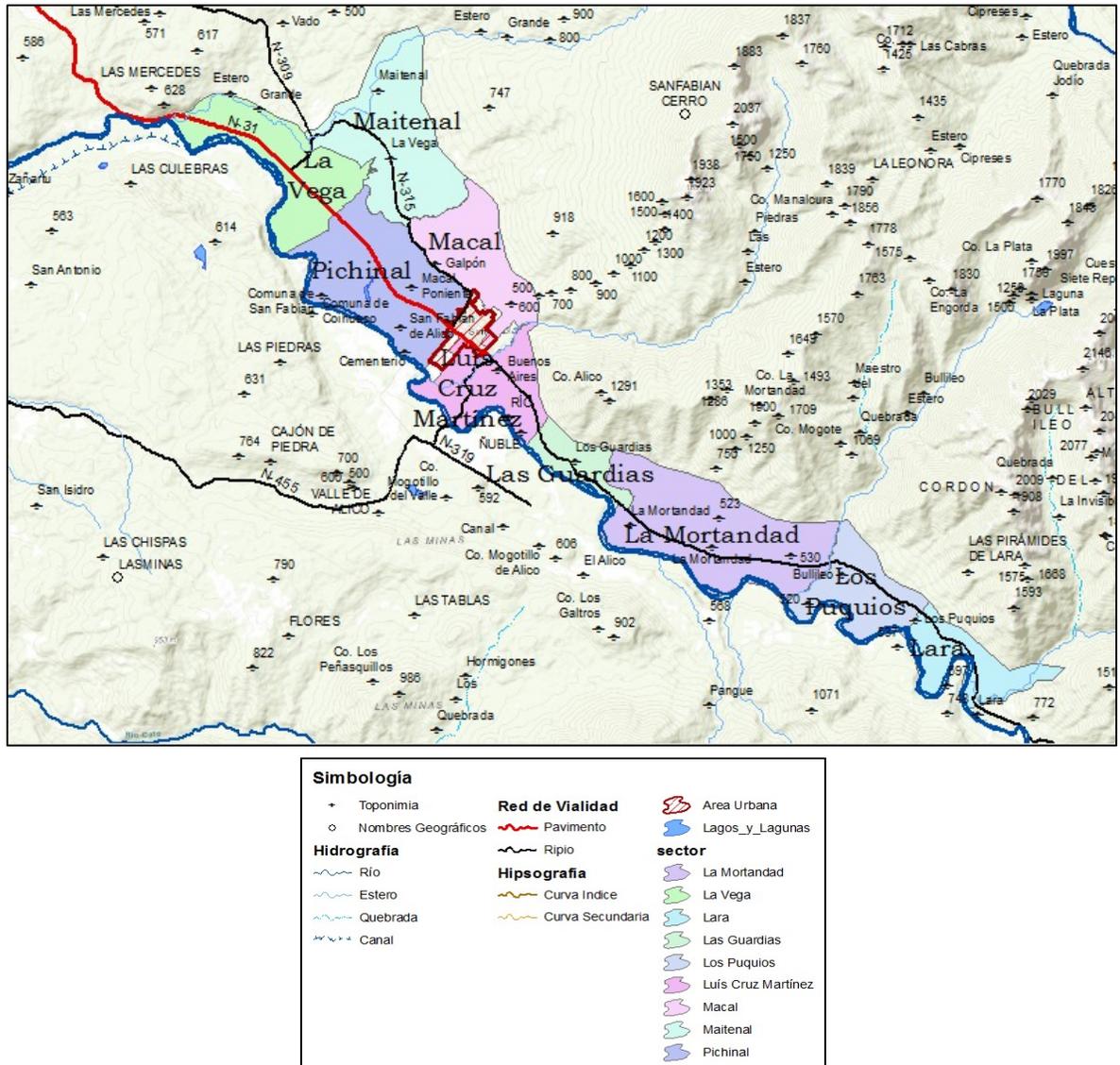


Figura 2.1-1 Sectorización Sector 6 del Embalse La Punilla

2.2 Descripción General del Territorio

En este acápite se presenta una descripción general del área de influencia de San Fabián, cuyo objetivo es proporcionar elementos de carácter general que permitan una descripción global del área de estudio.

Los antecedentes bibliográficos fueron recopilados de publicaciones efectuadas por INE, CIREN-CORFO, ex Dirección de Riego y por el Ministerio de Planificación y Cooperación.

2.2.1 Localización Geográfica, Extensión y Límites

El área del proyecto, que se presenta en la siguiente figura, se encuentra ubicada en la XVI Región de Ñuble, Provincia de Punilla, y se extiende en la comuna de San Fabián. La XVI Región, comprende una superficie del orden de 13.178,5 km², equivalente al 1,7% del total nacional.

El área de riego de interés en esta comuna que puede ser servida por el embalse La Punilla, está ubicada en torno a la localidad de San Fabián de Alico y se muestra a continuación.

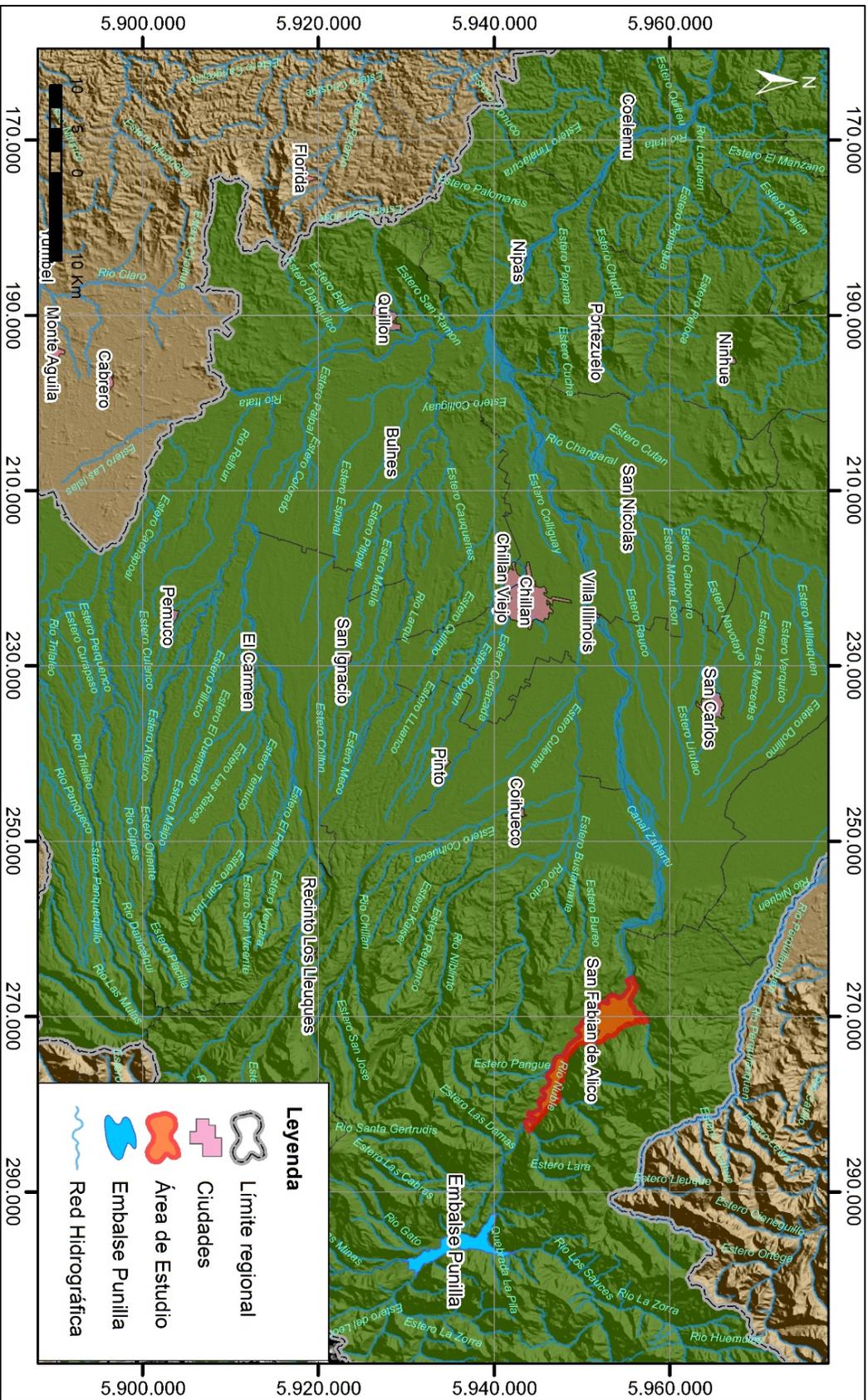


Figura 2.2-1. Mapa de Ubicación General

Coordenadas UTM WGS84 H19S

2.2.2 Antecedentes Regionales y Comunales

Como se mencionó anteriormente el área del proyecto se encuentra inserta en la XVI Región. A continuación, se presentan algunos antecedentes relacionados con el contexto regional y de la comuna de San Fabián. Cabe señalar que la información de población por género y edad fue obtenida del Censo de Población del INE, año 2017; el resto de los antecedentes corresponde a los recopilados del Censo de 2002.

a) Población

Según los últimos censos, la población regional entre 1970 y 1982 exhibió un crecimiento del 18,2%, al pasar de 323.205 a 382.052 habitantes, lo que implica una tasa interanual de crecimiento de 1,404%; en 1992 la población alcanzó a 419.249 personas, cifra 9,7% más elevada que la registrada en 1982, equivalente a una tasa de crecimiento de 0,933% anual. En el año 2002 la población de la región de Ñuble totalizó 438.103 habitantes, lo que revela una tasa interanual de crecimiento respecto de 1992 de 0,441%. En 2017 la población de la XVI Región sumó 480.609 habitantes, lo que arroja una tasa interanual del orden del 0,619%, en relación a lo censado en 2002.

Entretanto en la comuna de San Fabián la población, entre 1970 y 1982, descendió desde 4.311 a 3.862 habitantes, lo que significó una tasa interanual de crecimiento de -0,912%; entre el período 1982 y 1992 disminuyó en 1,5%, totalizando 3.803 personas, lo que implicó una tasa interanual del orden de -0,154%; entre 1992 y 2002 la tasa de crecimiento fue de -0,421% anual, lo que derivó en una población total en 2002 de 3.646 habitantes. En 2017 la población de la comuna de San Fabián alcanzó a 4.308 habitantes, lo que arroja una tasa interanual del orden del 1,118%, en relación a lo censado en 2002. Esta última recuperación al año 2017, ha permitido que el total de habitantes en la comuna sea similar a lo de 1970.

En la XVI Región los incrementos de la población implicaron una expansión de la densidad de habitantes, por cuanto en 1970 este índice era de 24,5 habitantes por kilómetro cuadrado, en 1982 de 29 hab/km², en 1992 de unos 31,8 hab/km², en 2002 de 33,2 hab/km² y en 2017 del orden de 36,5 hab/km².

i. Población urbano-rural

En la siguiente tabla se presenta información de la población total, urbana y rural de acuerdo a los antecedentes recopilados del Censo de Población, efectuado por el Instituto Nacional de Estadísticas en 2017. De ésta se desprende que la Comuna de San Fabián, en contraposición con el total regional, está constituida mayoritariamente de población rural. En efecto, ésta alcanza, en la comuna a casi el 61%, mientras que a nivel regional, se ubica ligeramente por sobre el 30%.

Desde el punto de vista de concentración poblacional, en el año 2017, la representatividad de la comuna en estudio abarcaba el 0,9% del total regional.

Tabla 2.2-1. Población urbana - rural (habitantes)

Tipo de Población	XVI Región		San Fabián	
	Número	Part.	Número	Part.
Urbana	333.680	69,4%	1.694	39,32%
Rural	146.929	30,6%	2.614	60,68%
Total	480.609	100,0%	4.308	100,00%

Fuente: Elaborado en base a antecedentes del Censo de Población, INE 2017.

ii. Población masculina - femenina

La composición masculina y femenina de la población se presenta en la próxima tabla. Estos antecedentes indican que la proporción de cada género entre la comuna de San Fabián y la Región de Ñuble son opuestos.

En efecto, la proporción de población masculina a nivel regional es del orden de 48,4%, en tanto que en San Fabián esta porción alcanza el 51,1%. Así el índice de masculinidad, que corresponde al número de hombres por cada cien mujeres, en el área de estudio es del orden de 104,66 y en la XVI Región es de 93,78.

Tabla 2.2-2 Población según Sexo (habitantes)

Tipo de Población	XVI Región		San Fabián	
	Número	Part.	Número	Part.
Hombres	232.587	48,4%	2.203	51,1%
Mujeres	248.022	51,6%	2.105	48,9%
Total	480.609	100,0%	4.308	100,0%

Fuente: Elaborado en base a antecedentes del Censo de Población, INE 2017.

iii. Población por edades

Los antecedentes de población por grupos de edad presentados en la siguiente tabla, revelan que la composición por rango de edades, en términos generales, es semejante en ambos niveles político administrativos (XVI Región y comuna de San Fabián). Así, al comparar la proporción acumulada de los grupos de edad se constata que el de mayor representatividad está constituido por el de 25 a 44 años, el que corresponde fundamentalmente a la fuerza laboral activa, ubicándose en ambos casos por sobre el 26,5%. A su vez, el segundo lugar de mayor relevancia en la región es el correspondiente al tramo 45 a 54 años de edad; es decir, laboralmente activo. En la comuna, los de más de 65 años agrupan el 17,1% de la población, el que corresponde a la población más longeva. De esta manera, a nivel regional los segmentos de menos de 24 años, superan en términos porcentuales a los estratos de la comuna.

Tabla 2.2-3 Población por grupos de edad

Rango de Edad	XVI Región		San Fabián	
	Número	Part.	Número	Part.
0 a 4 años	29.300	6,1%	248	5,8%
5 a 14 años	64.586	13,4%	551	12,8%
15 a 24 años	66.560	13,8%	531	12,3%
25 a 44 años	127.769	26,6%	1.153	26,8%
45 a 54 años	70.269	14,6%	604	14,0%
55 a 64 años	57.009	11,9%	484	11,2%
65 años y más	65.116	13,5%	737	17,1%
Total	480.609	100,0%	4.308	100,0%

Fuente: Elaborado en base a antecedentes del Censo de Población, INE 2017.

iv. Ocupación

En la Tabla 2.2-4 se presenta la población sobre 15 años según su actividad. De ésta se obtiene que en la Región y en la comuna la proporción de población económicamente activa supera el 40%, con un 44,7% a nivel regional y un 40,9% en el comunal. No obstante, el porcentaje de cesantes en San Fabián es menor al constatado en la Región de Ñuble.

En consecuencia, la población no económicamente activa alcanza la mayor proporción en la comuna de San Fabián con el 59,1% de la población de 15 años y más. En ambos niveles político administrativo, la proporción de los distintos tipos de habitantes sin actividad económica difiere, aunque el de mayor cuantía corresponde a los dedicados a quehaceres del hogar, seguidos por estudiantes y jubilados; en la XVI Región y en la comuna, los jubilados superan a los estudiantes.

Tabla 2.2-4 Población de 15 años y más según Condición de Actividad

Condición de Actividad	XVI Región		San Fabián	
	Número	Part.	Número	Part.
Total	324.788		2.618	
Activos:	145.330	44,7%	1.072	40,9%
Ocupados	125.705	86,5%	937	87,4%
Cesantes	19.625	13,5%	135	12,6%
No Activos:	179.458	55,3%	1.546	59,1%
Quehaceres Hogar	94.639	52,7%	941	60,9%
Estudiando	34.149	19,0%	231	14,9%
Jubilado	28.289	15,8%	240	15,5%
Otra	22.381	12,5%	134	8,7%

Fuente: Elaborado en base a antecedentes del Censo de Población, INE 2002.

Por otra parte, los antecedentes de población ocupada por Rama de Actividad Económica, presentados en la Tabla 2.2-5, indican que el grupo correspondiente al sector agrícola es el que concentra el mayor número de personas en ambos niveles político administrativos, con más del 23% y 35% de ocupación, en la XVI Región y en la comuna, respectivamente.

Tabla 2.2-5 Población Ocupada de 15 años y más por Rama de Actividad Económica

Rama de Actividad Económica	XVI Región		San Fabián	
	Número	Part.	Número	Part.
Agricultura, ganadería y silvicultura	28.561	23,5%	316	35,4%
Pesca	124	0,1%	1	0,1%
Explotación minas y canteras	310	0,3%	10	1,1%
Industria	12.691	10,4%	58	6,5%
Suministro electricidad, agua y gas	658	0,5%	2	0,2%
Construcción	9.555	7,9%	96	10,8%
Comercio	21.622	17,8%	84	9,4%
Hoteles y restaurantes	2.673	2,2%	11	1,2%
Transporte y comunicación	7.068	5,8%	15	1,7%
Intermediación financiera	1.056	0,9%	0	0,0%
Actividad inmobiliaria y empresarial	6.996	5,8%	57	6,4%
Adm. Pública y defensa	3.912	3,2%	55	6,2%
Enseñanza	9.332	7,7%	69	7,7%
Servicio social y de salud	4.697	3,9%	37	4,1%
Otras actividades sociales	5.195	4,3%	38	4,3%
Servicio doméstico	6.999	5,8%	43	4,8%
Organizaciones extraterritoriales	5	0,0%	0	0,0%
Ignorado	1	0,0%	0	0,0%
Total	121.455	100,0%	892	100,0%

Fuente: Elaborado en base a antecedentes del Censo de Población, INE 2002.

Otras ramas de actividad de importancia son las correspondientes a comercio, industria, construcción y enseñanza.

Se debe señalar que la información de la Tabla 2.2-4 y Tabla 2.2-5 a diferencia de la Tabla 2.2-1 a la Tabla 2.2-3, se elaboró en función del Censo del año 2002, debido a que el Censo 2017 es una versión abreviada, la cual no contiene este tipo de información más específica.

v. Disponibilidad de mano de obra agrícola al año 2020

Como ya se mencionó, el área específica de estudio se inserta en la comuna de San Fabián. Por esta razón, para efectos de estimar la mano de obra agrícola al año 2020 se tomó en

consideración la población total de esta comuna al año 2017, con los porcentajes que caracterizan a la condición de actividad y rama de actividad económica del año 2002.

Tomando en consideración la caracterización de la comuna de San Fabián por Condición de Actividad, Rama de Actividad Económica, se estimó para el año 2017 la mano de obra disponible para trabajar en el sector agrícola. Estos antecedentes se presentan en la Tabla 2.2-6.

Tabla 2.2-6 Proyección Mano de Obra Año 2020 (Habitantes)

Item	Hombres	Mujeres	Total
Total Area de Estudio (Año 2002)			
Población Total Area Estudio	1.877	1.769	3.646
Población de 15 años y más	1.372	1.246	2.618
Representatividad	73,1%	70,4%	71,8%
Población Económicamente Activa	823	249	1.072
Representatividad Población Activa	60,0%	20,0%	40,9%
Población Ocupada	706	231	937
Tasa de Ocupación	85,8%	92,8%	87,4%
No Activos	549	997	1.546
Quehaceres Hogar	183	758	941
Representatividad No Activos	40,0%	80,0%	59,1%
Representatividad Quehaceres Hogar	33,3%	76,0%	60,9%
Ocupados Sector Agrícola	297	19	316
Participación Sector Agrícola	42,1%	8,2%	33,7%
Total Area de Estudio (Año 2017)			
Población Total Area Estudio	2.203	2.105	4.308
Población de 15 años y más	1.803	1.706	3.509
Población Económicamente Activa	1.082	341	1.422
Población Ocupada	928	316	1.244
No Activos	721	1.365	2.087
Quehaceres Hogar	240	1.038	1.278
Ocupados Sector Agrícola	390	26	416
Total Area de Estudio (Año 2020)			
Tasa Interanual Crecimiento (1970-2017)	-0,126%	0,138%	-0,001%
Población Total Area Estudio	2.195	2.114	4.308
Población de 15 años y más	1.604	1.489	3.093
Población Económicamente Activa	962	298	1.260
Población Ocupada	825	276	1.102
No Activos	642	1.191	1.833
Quehaceres Hogar	214	906	1.116
Ocupados Sector Agrícola	347	23	371

Fuente: Elaborado en base a antecedentes del Censo de Población, INE 2002 y 2017.

Según el Censo de Población de INE de 2017, la población total existente en ese año era de 4.308 habitantes, de los cuales 2.203 corresponden al género masculino y 2.105 al femenino;

de ellos 1.803 hombres y 1.706 mujeres están en el rango etario de 15 años o más. Aplicando a estos montos la proporción de población laboralmente activa y la empleada en el sector agrícola, se obtiene que al año 2017 la mano de obra disponible es de 416 personas, de las cuales 390 unidades corresponden al género masculino y 26 al femenino.

En la siguiente tabla se presenta la evolución de la población de la comuna de San Fabián, de acuerdo a cifras presentadas en los 5 últimos censos de población efectuados por INE.

Tabla 2.2-7 Población Total Área de Estudio (Habitantes)

Año	Hombres	Mujeres	Total
1970	2.338	1.973	4.311
1982	2.019	1.843	3.862
1992	1.830	1.973	3.803
2002	1.877	1.769	3.646
2017	2.203	2.105	4.308

Fuente: Elaborado en base a antecedentes del Censo de Población, INE Años 1970, 1982, 1992, 2002 y 2017.

De esto se desprende que la población total del área al año 1970 sumaba 4.311 habitantes y en 2017 llegó a 4.308 habitantes, lo que arroja una tasa interanual del orden de -0,001%. Este indicador para el género masculino es -0,126% y para el femenino 0,138%.

La tasa interanual de crecimiento de la población se calculó utilizando la siguiente fórmula:

$$Pf = Po(1 + i)^n$$

$$(1 + i) = \sqrt[n]{\frac{Pf}{Po}}$$

$$i = \sqrt[n]{\frac{Pf}{Po}} - 1$$

En donde:

Pf: Población Final

Po: Población Inicial

- n: Número de Años
- i: Tasa Interanual

Tomando en cuenta la caracterización de San Fabián por Condición de Actividad, Rama de Actividad Económica y la tasa interanual de crecimiento de la población, se estimó para el año 2020 la mano de obra disponible para trabajar en el sector agrícola. Esos antecedentes son los de la tabla de Proyección Mano de Obra Año 2020 (Habitantes), ya presentada.

La estimación para el año 2020 da cuenta de un total de 371 personas dedicadas a trabajar en este rubro. Entretanto, se debe tener en consideración que la proporción de población inactiva es de 40% en hombres y 80% en mujeres, de los cuales el 33,3% y 76%, respectivamente, se ocupa en los quehaceres del hogar. Se estima que una fracción de ellos estaría dispuestos a emplearse como personal temporal en el sector agrícola.

b) Situación Institucional Pública y Privada

i. Infraestructura Agroindustrial

La comuna de San Fabián no dispone de infraestructura agroindustrial, pero otras comunas aledañas ofrecen diferentes alternativas para la producción comunal, ya sea en producción actual, como la que se obtendría en situación con proyecto.

Por ello, se analizó la situación de las comunas de Chillán, Chillán Viejo, Coihueco, Pinto, Los Ángeles, San Carlos, San Nicolás y Ñiquén, cuya información se presenta tabulada.

En la Tabla 2.2-8, se aprecia la existencia de infraestructura agroindustrial destinada a la elaboración de congelados, sidra y deshidratados, como también plantas de embalaje, frío y pre-frío, para la exportación de las diferentes especies frutales desarrolladas en la región. Respecto al maqui, éste se da en San Fabián a nivel de cultivo silvestre, aunque se sabe que en la Región del Maule se estaría desarrollando con invernaderos especializados.

Por otra parte, para el cultivo de trigo y arroz, el área cuenta con a los menos ocho molinos para la comercialización del primero, entre los que se destacan Bío Bío, San Bartolomé, Río Viejo, Victoria, Coihueco, El Trébol y Fuentes; para el segundo destacan las arroceras Ñuble, Tucapel y Santa Marta, entre otras. Las legumbres se transan en la empresa Agroprodex ubicada en Chillán. La remolacha se comercializa en la IANSA, planta Chillán.

En el caso del ganado, éste se transa en las ferias ganaderas Bío Bío Ltda. y Tattersall; ésta última tiene tres sucursales ubicadas en Nacimiento, Bulnes y Los Ángeles. Asimismo, la leche cuenta con cuatro puntos de venta constituidos por las empresas Nestlé, Soprole, Parmalat y Cooperativa Agrícola y Lechera de la Unión Ltda., ubicadas en Chillán.

Los berries, entretanto, son comercializados en la empresa Hortifrut cuyas plantas se extienden en Chillán y Los Ángeles. Asimismo, se destacan otras exportadoras de fruta como Unifrutti Traders, Tempo Frut, Olmué y Veneto, las que se ubican en las cercanías de Chillán.

En el caso de hortalizas, en las cercanías del área de influencia del proyecto destacan Agrinova y Bonduelle, que elaboran hortalizas congeladas y para las frescas cuentan con la Comunidad Feria Lo Valledor y el Terminal Hortofrutícola, ambas ubicadas en Chillán.

En materia vitivinícola, cabe señalar que existen diferentes viñas y exportadores de vinos, entre los que destacan viña Errázuriz Domínguez, Isidoro Barra Benavente, Vitivinícola Itata, Vinos del Larqui y Agrícola y Vitivinícola de Los Ángeles.

Tabla 2.2-8 Plantas Agroindustriales Frutícolas

Comuna	Tipo de Agroindustria	Nº de Empresas	Tipo de Proceso	Capacidad de Proceso	Especie
Chillán	Planta Agroindustrial	4	Congelado IQF	15.000-80.000 kilos/día	Arándano, Frambuesa, Moras y Cerezas
		1	Conservería	30-100 kilos/día	Cereza, Arándano, Frambuesa y Mora
	Planta Frío	14	Frío	30 a 720 m3	s/i
	Planta Embalaje	14	Embalaje	160-15.000 kilos/día	Arándano, Cereza, Frambuesa y Pera Asiática
Chillán Viejo	Planta Agroindustrial	1	Deshidratado	25.000 kilos/día	Mosqueta
	Planta Frío	1	Frío y Prefrío	460 a 1.206 m3	s/i
	Planta Embalaje	1	Embalaje	1.500-23.000 kilos/día	Cereza, Manzano Rojo, Pera Asiática
Coihueco	Planta Agroindustrial	1	Congelado IQF	140 kilos/día	Frambuesa
	Planta Frío	18	Frío	5 a 2.100 m3	s/i
		2	Prefrío	15 a 38 m3	s/i
	Planta Embalaje	54	Embalaje	26-7.300 kilos/día	Arándano Frambuesa y Pera Asiática
Pinto	Planta Agroindustrial	1	Mermelada	50 kilos/día	Arándano, Frambuesa, Durazno Conservero
	Planta Frío	2	Frío	8 a 90 m3	s/i
Los Ángeles	Planta Agroindustrial	1	Sidra	800 kilos/día	Manzano Rojo
		1	Congelado Bloque	8.000 kilos/día	Frambuesa
		3	Congelado IQF	3.000-7.000 kilos/día	Frambuesa
		2	Deshidratado	6.000-80.000 kilos/día	Frambuesa, Manzano Rojo, Moras y Mosqueta
	Planta Frío	13	Frío y Prefrío	180 a 11.700 m3	s/i
	Planta Embalaje	17	Embalaje	60-9.900 kilos/día	Arándano, Frambuesa y Manzana
San Carlos	Planta Frío	3	Frío	180 a 15.336 m3	s/i
		2	Prefrío	2.025 a 8.904 m3	s/i
	Planta Embalaje	7	Embalaje	320-9.500 kilos/día	Arándano, Frambuesa y Pera Asiática
San Nicolás	Planta Frío	2	Frío	486 a 12.250 m3	s/i
		1	Prefrío	108 m3	s/i
Ñiquén	Planta Agroindustrial	1	Congelado Bloque	50.000 kilos/día	Frambuesa
		1	Congelado IQF	50.000 kilos/día	Frambuesa

Fuente: CIREN-CORFO, Directorio Agroindustrial Frutícola de Chile, VIII Región Año 2006.

ii. Infraestructura Predial

Los antecedentes proporcionados por el VII Censo Nacional Agropecuario, realizado por INE en 2007, último realizado, que guardan relación con la infraestructura predial, indican que ésta corresponde a pozos profundos, bodegas de almacenaje, galpones, establos, porquerizas y pabellones porcinos, gallineros y pabellones avícolas, invernaderos, packing, cámaras de frío, silos para grano, tranques y romanas de ganado. En la Tabla 2.2-9 se presenta esa información por Región y Comuna.

Los pozos profundos en la XVI Región serían un total de 386 unidades, de los cuales 10 (2,6%) se encuentran en esta comuna. Los tranques, a su vez, en la región del Ñuble llegan a 211 unidades, de los cuales el 1,9%, equivalente a cuatro unidades, se concentra en San Fabián.

La capacidad de las bodegas de vino, a nivel regional suma algo más de 117 millones de litros, infraestructura no constatada en la comuna de estudio.

Entretanto, las bodegas de almacenaje y galpones, llegan en la XVI Región a un total de 7.367 y 10.038 unidades, distribuidas en el área de estudio en 1,2 y 3,1%, respectivamente. La presencia de establos, porquerizas y pabellones porcinos, gallineros y pabellones avícolas en la comuna de San Fabián son el 2,3%, 3,1% y 2,7% del total regional, en tanto que la participación de romanas es del orden del 0,9% del total regional. Los invernaderos, por su parte, abarcan el 1% del total regional, con una extensión de 2.538 m².

Por último, señalar que la presencia de packing y de cámaras de frío, es nula en la comuna. Según lo anterior, se debe considerar enviar la producción a ciudades de mayor tamaño, como San Carlos y Chillán, donde se encuentra la infraestructura agroindustrial de la zona. En todo caso, el acceso a San Fabián de Alico es por vías pavimentadas, lo cual facilita el transporte de la producción.

Tabla 2.2-9 Infraestructura Existente en las Explotaciones Agropecuarias

Tipo	Unidad	XVI Región	San Fabián	
		Capacidad	Capacidad	Cobertura
Pozos Profundos	número	386	10	2,6%
Bodegas de Vino	lts	117.442.658	0	0,0%
Bodegas almacenaje	número	7.367	86	1,2%
Galpones	número	10.038	312	3,1%
Establos	número	2.513	58	2,3%
Porquerizas-Pab.porcinos	número	2.371	73	3,1%
Gallineros-Pab.avícolas	número	11.477	305	2,7%
Invernaderos	m ²	243.445	2.538	1,0%
Packing	número	109	0	0,0%
Cámaras de Frío	m ³	83	0	0,0%
Silos para granos	número	95	0	0,0%
Tranques	número	211	4	1,9%
Romanas de ganado	número	116	1	0,9%

Fuente: Elaborado en base a antecedentes del VII Censo Nacional Agropecuario, INE 2007.

En relación al sistema de riego utilizado por los agricultores (ver siguiente tabla), es interesante destacar que en ambos niveles político administrativos el sistema más utilizado es el gravitacional.

Tabla 2.2-10 Superficie por Sistema de Riego, Año1997 (has)

Tipo de riego	XVI Región		San Fabián	
	Superficie	Part.	Superficie	Part.
Gravitacional	84.728,9	98,4%	599,1	100,0%
Mecánico mayor	908,1	1,1%	0,0	0,0%
Microriego	477,9	0,6%	0,0	0,0%
Total	86.114,9	100,0%	599,1	100,0%

Fuente: Elaborado en base a antecedentes VI Censo Nacional Agropecuario, INE 1997.

En la próxima tabla se presenta la misma información expuesta en la tabla anterior, pero con información del VII Censo Nacional Agropecuario realizado por INE en el año 2007. En ésta se aprecia que a nivel regional la superficie regada alcanza a 87.377,3 has, de las cuales el 87,1%

son abastecidas mediante riego gravitacional, proporción que en la comuna es estudio alcanza a 89,5%.

Tabla 2.2-11 Superficie por Sistema de Riego, Año 2007 (has)

Tipo de riego	XVI Región		San Fabián	
	Superficie	Part.	Superficie	Part.
Gravitacional	76.094,8	87,1%	298,0	89,5%
Mecánico mayor	7.492,6	8,6%	18,1	5,4%
Microriego	3.789,9	4,3%	16,7	5,0%
Total	87.377,3	100,0%	332,8	100,0%

Fuente: Elaborado en base a antecedentes VII Censo Nacional Agropecuario, INE 2007.

Se debe señalar que si bien en la Región del Ñuble la superficie regada entre los años 1997 y 2007 experimentó un aumento del orden del 1,5%; en ambos casos la superficie abastecida en forma gravitacional descendió en ese período. Así en la XVI Región esta área disminuyó en 10,2%, evolución que en San Fabián fue de un significativo 50,3%. De esta manera el área regada en la comuna en análisis suma 332,8 has, monto 44,5% más bajo que el registrado en 1997.

No obstante, la superficie regada a través de los sistemas mecánico mayor y microriego manifestó una expansión en ambos niveles político-administrativos, tecnología que era inexistente en el año 1997 en San Fabián.

En este contexto, cabe destacar que, si bien el riego tecnificado aumentó en los últimos diez años, aún queda un amplio margen para incorporar sistemas mecanizados, con el objeto de hacer más eficiente el uso del recurso hídrico, hasta por lo menos igualar la proporción constatada en otras regiones del país.

iii. Apoyo Técnico y Financiero

INDAP pone a disposición de la Agricultura Familiar Campesina una completa Plataforma de Instrumentos, que beneficia a más de 176.000 usuarios, a través de 4.800 profesionales y técnicos involucrados, en relación directa con más de 280 Municipios del país, con una inversión de más de 200 mil millones al año en transferencias y créditos, una estructura de

más de 110 agencias de áreas distribuidas en las 16 regiones de Chile y con el trabajo de 1.900 funcionarios comprometidos con la Agricultura Familiar Campesina.

En el caso de INDAP Ñuble, éste cuenta con oficinas de Dirección Regional en Chillán, y se despliega en todo el territorio de la región en siete oficinas de agencias de área: San Carlos, Quirihue, Coelemu, Chillán, Bulnes, El Carmen y Yungay. También cuenta con 2 oficinas de sector: San Ignacio y Pemuco.

Actualmente, en la Comuna de San Fabián, INDAP a través de PRODESAL atiende a 256 agricultores, de ellos un total de 146 se encuentran al interior del Sector 6 del embalse La Punilla.

Para acreditar la condición de usuario o usuaria en INDAP, se deben cumplir los requisitos establecidos en la Ley Orgánica N° 18.910 de INDAP, que dicen lo siguiente:

- Activos no superiores a 3.500 UF.
- Explotar una superficie de terreno o, vivir y trabajar en el campo.
- Ingresos principalmente provenientes de la explotación agrícola o actividad silvoagropecuaria.

Para acreditar el requisito de activos no superiores a 3.500 UF, se debe tener un registro social de hogares actualizado y la calificación socioeconómica no debe superar el tramo del 70%.

En INDAP, desde el año 2016 se ha producido una reestructuración en todo lo referido a programas de capacitación y financiamiento. De esta forma se creó una nueva Plataforma de Servicios de INDAP. Lo anterior, se trata de cambios conceptuales que reenfozan la acción del Instituto. A ellos le siguen tres nuevos programas transversales (Comercialización, Agricultura Sustentable y Desarrollo de Consultores), junto a 70 cambios operacionales introducidos en la mayoría de los programas ya existentes, que resuelven los problemas identificados en la primera fase de diagnóstico.

Finalmente, la reestructuración termina con la creación de seis nuevos instrumentos (Programa de Asociatividad Económica, Programa de Asesoría Especializada y Gestor Comercial, Sello Manos Campesinas, Red de Tiendas Mundo Rural, Créditos Especiales y Proyectos Integrados), que completan la oferta de INDAP, para así poder responder a los múltiples requerimientos de la agricultura familiar campesina.

Dentro de los servicios que actualmente imparte INDAP se encuentran los siguientes:

- Programa de comercialización
- Programa de agricultura sustentable
- Programa de desarrollo de consultores
- Programas de competitividad por rubro
- Programa de desarrollo local (PRODESAL)
- Programa de desarrollo territorial indígena (PDTI)
- Servicio de asesoría técnica (SAT)
- Programa de alianzas productivas (AP)
- Programa de riego (PRI, PRA, PROM y estudios de riego y drenaje)
- Bono legal de aguas (BLA)
- Programa de desarrollo de inversiones (PDI)
- Programa de consolidación de la tenencia de tierras
- Programa de gestión y soporte organizacional (PROGYSO)
- Programa de asociatividad económica (PAE)
- Programa de asesoría técnica especializada y gestor comercial
- Programa sello “manos campesinas”
- Programa tiendas “mundo rural”
- Créditos especiales mujeres, jóvenes y turismo rural
- Proyectos integrados
- Sistema de incentivos para la recuperación de suelos degradados (SIRSD)
- Praderas suplementarias
- Créditos de corto y largo plazo
- Programa de apoyo a la contratación de seguros agropecuarios (PACSA)
- Programa de gestión empresarial (PGE)
- Programa sabores del campo

De especial importancia para este proyecto, es el Programa de Riego Intrapredial o PRI ofrecido por INDAP. Los objetivos de este programa son mejorar el acceso, disponibilidad y gestión del recurso hídrico a nivel predial, a través de la ejecución de proyectos de inversión en obras de riego o drenaje intrapredial, y de inversiones complementarias cuyo destino sea la bebida animal, uso doméstico y el riego de huertas familiares.

El PRI busca contribuir al desarrollo productivo de la Agricultura Familiar Campesina a través del mejoramiento de la eficiencia de uso del agua de riego a nivel intrapredial y/o de la incorporación de nueva superficie de riego o drenaje a la producción.

INDAP financia hasta un 90% del costo total bruto (incluido el IVA) de las inversiones requeridas para la ejecución de las obras. El 10% restante, deberá ser aportado por el beneficiario.

El incentivo económico que entrega el programa llega a un máximo anual de \$8.000.000 para personas naturales y \$15.000.000 para personas jurídicas. En el caso de personas jurídicas incluye a comunidades agrícolas, comunidades y asociaciones indígenas.

El apoyo a la formulación del proyecto no podrá exceder del 10% del costo directo de ejecución del proyecto. El apoyo a la ejecución y/o capacitación de usuarios no podrá exceder el 8% del costo directo de ejecución del proyecto.

El programa está dirigido a personas de la Agricultura Familiar Campesina, que en forma individual o asociativa manifiesten interés en desarrollar un proyecto de riego o drenaje intrapredial atendiendo a sus objetivos de desarrollo agropecuario o de actividades conexas (turismo rural, artesanías, agregación de valor o servicios).

Dentro de los beneficios está el apoyo técnico y financiero para realizar inversiones en proyectos de riego o drenaje intrapredial con posibilidad de incluir el uso de Energías Renovables No Convencionales (ERNC), este apoyo considera los siguientes:

- Apoyo a la formulación del proyecto: costos de diseño de ingeniería y presentación del proyecto
- Apoyo a la inversión: costos de suministros de equipos, materiales de construcción y elementos de riego. A ello se incluye el costo de ejecución de obras y si corresponde, los costos de estudio y replanteo topográfico, instalación de equipos y montajes, utilidad y gastos generales e imprevistos
- Apoyo a la ejecución de inversiones y/o la capacitación de usuarios: orientado a apoyar la ejecución, instalación, montaje, puesta en marcha, periodo de prueba y capacitación de usuarios cuando corresponda

Existe una oferta de asesorías de parte de INDAP, integrado por tres tipos de servicios que tienen un tiempo de duración determinado: SAL (2 años), SAP (5 años) y SAE (sin tiempo predeterminado). Cada uno de ellos está en función del nivel de desarrollo de los agricultores. El detalle de cada uno de estos programas es el siguiente:

Servicio de Asesoría Local (SAL)

El Servicio de Asesoría Local (SAL) apoya a grupos de usuarios que se encuentran en proceso de organizar y estructurar un negocio o negocios productivos. El SAL les apoya en los aspectos tecnológicos de sus empresas para mejorar las condiciones de producción, desarrollar capacidades para organizarse y así como definir y poner en marcha uno o más negocios agrícolas.

El SAL otorga a sus usuarios dos tipos de asistencia técnica:

- Asiste a los productores con relación a los rubros que explotan y en la gestión de las empresas prediales y/o asociativas.
- Ayuda al grupo a organizarse y a desarrollar una organización para que ésta pueda mejorar la capacidad de gestión de proyectos y negocios asociativos.

Las asesorías son entregadas por Consultores Privados, seleccionados por los propios productores en conjunto con INDAP, con los cuales se hace un contrato anual.

El SAL lo pueden pedir todos los pequeños productores que cumplan con los requisitos de ser usuarios de INDAP, organizados formal o informalmente en grupos de 20 productores como mínimo.

Como máximo, el SAL dura dos temporadas agrícolas, es decir, dos años. La renovación del servicio, al término de la primera temporada depende de la evaluación que hagan los propios grupos de agricultores en conjunto con INDAP.

INDAP aporta al financiamiento del SAL hasta con 12 UF por temporada por usuario. Por su parte, los agricultores deben aportar, como mínimo, un 7% del costo total del Servicio (0,9 UF) en la primera temporada y un 10 % (1,3 UF en la segunda).

Excepcionalmente, el aporte de INDAP puede llegar, por usuario, hasta 18 UF en la I y II Regiones, y a 14,4 UF por año en la III, XI y XII y algunos sectores aislados de la VII, VIII, IX, X Regiones.

Servicios de Asesorías a Proyectos (SAP)

Este servicio está destinado a grupos de productores que ya se encuentran trabajando en una lógica de proyecto, sobre la base de uno o más negocios agrícolas, y que cuentan con una determinada capacidad de gestión asociativa.

El SAP sirve para que sus usuarios aumenten y mejoren las capacidades empresariales y organizativas necesarias para llevar a cabo el negocio asociativo que ellos han definido y organizado. Con este fin, INDAP brinda una amplia gama de asesorías, que abarcan desde las técnicas de producción hasta las de gestión de los diferentes procesos que tiene cada empresa en particular.

Los grupos de productores pueden solicitar al SAP los siguientes tipos de asistencia técnica:

- Asesoría para la gestión técnica, económica y comercial de las explotaciones agrícolas, permitiendo desarrollar la capacidad de los agricultores para tomar decisiones
- Asesoría Técnica en el manejo de los rubros que forman parte del negocio agrícola a nivel de las explotaciones individuales
- Asesoría en el manejo técnico de sus productos después de la cosecha, es decir, para los procesos de acopio, agregación de valor y comercialización de los productos
- Asesoría para el desarrollo de las organizaciones, con el fin de dotarlas de mayores capacidades para gestionar proyectos y negocios asociativos
- Asesoría en el manejo y conocimiento de los mercados y/o en la gestión administrativa y comercial de negocios asociativos
- Asesoría para la coordinación de las actividades consideradas dentro de un proyecto

Pueden postular grupos u organizaciones de 10 productores como mínimo, organizados formal o informalmente, que hayan identificado y se encuentren operando uno o más negocios agrícolas. También deben contar con capacidad básica de gestión asociativa, razón por la cual puedan tener mayor claridad respecto de los apoyos tecnológicos que requieren.

La duración máxima del SAP es de cinco temporadas. Su renovación, al término de cada una de ellas, depende de la evaluación del servicio que hacen los propios grupos de agricultores en conjunto con INDAP.

INDAP aporta al financiamiento de los SAP hasta con 18 UF por temporada, por cada usuario. Por su parte, los agricultores deben hacer un aporte creciente, que va de un 10% del costo total del Servicio (2 UF) en la primera temporada, a un 30% (7,7 UF) en la quinta.

Excepcionalmente, el aporte de INDAP puede llegar hasta 21,6 UF por año en la I, II, III, XI, XII y algunos sectores aislados de la VII, VII, IX y X Regiones.

Servicio de Asesoría Especializada (SAE).

El Servicio de Asesoría Especializada (SAE), es un servicio que INDAP pone a disposición de Organizaciones o Empresas Campesinas ya consolidadas, que requieren asesorías especializadas y temporales.

A través de este Servicio, INDAP apoya a los usuarios para que encuentren respuestas técnicas a las nuevas necesidades que surgen de sus actividades productivas o de la gestión de sus negocios asociativos.

Este servicio le sirve a las Empresas Asociativas de Productores para:

- Mejorar su sistema de gerencia y dirección
- Profundizar su relación con otras empresas (alianzas) vinculadas a su negocio (proveedores de insumos, compradores de productos, otros productores, etc.)
- Mejorar aspectos tecnológicos específicos y sanitarios no previstos o de carácter coyuntural
- Incorporar procesos técnicos innovadores

Asesorías que entrega:

- Apoyo al aumento de las capacidades técnicas y de gestión de la Empresa Asociativa
- Apoyo a la generación de nuevos conocimientos
- Ejecución directa de funciones técnicas y/o gerenciales
- Apoyo específico para encarar aspectos tecnológicos y sanitarios especializados

Estas asesorías pueden abordar problemas ubicados tanto en el nivel de la propia Empresa solicitante, como en el de otras Empresas Asociativas y/o explotaciones que estén vinculadas al negocio que ella opera.

Pueden postular todas las Empresas Asociativas de pequeños productores que hayan alcanzado un desarrollo suficiente para operar uno o más negocios agrícolas, y a las cuales se

vinculan, como socios, proveedores o de otras maneras, un número significativo de pequeños productores.

Asimismo, pueden ser usuarios del servicio SAE todas aquellas agrupaciones o redes de Empresas Asociativas que, ya sea agrupadas de manera formal o informal, solicitan en forma conjunta el SAE.

El Servicio SAE durará el tiempo necesario para el logro de los productos acordados en cada oportunidad, con un máximo de un año de asesoría.

INDAP financia hasta un 75% del costo total del Servicio en el primer año, un 70% en el segundo y un 65% en los años siguientes. Cada Empresa Asociativa podrá solicitar este subsidio las veces que los requiera dentro de cada año hasta alcanzar el tope de 10 UF al año, por cada productor que respalda la Solicitud, un máximo de 2.200 UF año por Empresa.

El Saldo hasta completar el costo tal del Servicio solicitado deberá ser aportado por la Empresa Asociativa demandante.

Además de estas asesorías integradas, INDAP cuenta con un sistema especializado para el desarrollo de sectores más pobres, éste se denomina PRODESAL (Servicio de Desarrollo Local en Comunidades Rurales Pobres).

El PRODESAL es un servicio que ofrece INDAP a los pequeños productores con escaso capital productivo que, por lo general, viven en condiciones de pobreza y de deterioro de su medio ambiente. Este Servicio está destinado a apoyar a familias minifundistas que viven en zonas pobres, de modo que mejoren su productividad agropecuaria, recuperen su medio ambiente deteriorado y se asocien en torno a una propuesta de desarrollo local integrada.

Actualmente el PRODESAL de San Fabián atiende a 256 agricultores, de ellos un total de 146 se encuentran al interior del Sector 6 del embalse La Punilla. El PRODESAL entrega ayuda a los agricultores tanto en apoyo técnico como en financiamiento para reparación de invernaderos, gallineros y cercos.

Casi el 90% de la agricultura es pequeña, familiar campesino, dedicada a la producción de hortalizas de autoconsumo y con algunos excedentes para venta en el mercado local.

INDAP en conjunto con el municipio han establecido varias tareas para programar el desarrollo de la agricultura, la cual cuenta con un clima y sello definido para ciertos productos, como es el caso del maqui. Se debe destacar, que la producción de maqui en la comuna de San Fabián, es una de las mayores dentro de la Región de Ñuble.

Los agricultores usuarios de INDAP, muestran y comercializan sus productos en la feria que se ubica en la plaza de la ciudad. Los productos comercializados son dulces de frutas, hortalizas, tejidos, harinas, legumbres y frutos secos, entre otros productos típicos de la zona. Estos se caracterizan por lo saludable y natural de su procedencia.

Por otra parte, es preciso indicar que en el área de estudio y comunas aledañas se encuentran diversas agroindustrias y varias empresas, ya sean exportadoras de fruta, vitivinícolas y otras que otorgan asesoría a los productores como también anticipos.

En la ciudad de San Fabián de Alico existen sucursales de dos bancos, el Banco Estado y el Banco Santander, con presencia de RedBanc.

Por último, se debe señalar que, entre las ciudades de San Carlos y Chillán existe una mayor cantidad de bancos e instituciones financieras que prestan servicios crediticios a los agricultores del área en estudio.

iv. Infraestructura de agua potable

El abastecimiento de agua potable en la comuna lo realiza la Cooperativa de Servicio de Agua Potable de San Fabián, creada hace 55 años para abastecer de este recurso a la comunidad.

Las fuentes de agua provienen de recursos superficiales de una toma en el estero Las Piedras y de 3 pozos de agua subterránea.

La captación de agua superficial está diseñada para conducir 22 l/s hasta el estanque de San Fabián, desde donde se distribuye luego de tratarla para su potabilidad.

En cuanto a los pozos, uno se ubica en el sector de Malalcura y entrega un caudal de 6,5 l/s. El segundo, que pertenecería a la Municipalidad, se localiza cerca de la medialuna, entregando 7,5 l/s, aunque se usa como captación de emergencia. Existe un tercer pozo recientemente construido, en 2019, que se localiza en el sector de Pingueral y entrega 20 l/s, que se usan en caso que las fuentes anteriores mermen, como ocurre a veces en verano, para reforzar el abastecimiento en el sector de La Vega y sus alrededores.

El número total de arranques es de 1.600 a la fecha.

3 RECOPIACIÓN Y ANÁLISIS DE ANTECEDENTES

3.1 Recopilación General y Fichas Bibliográficas

En el presente estudio se efectuó una recopilación de aquellos antecedentes disponibles, que tienen relación con los diferentes aspectos que se trataron en este trabajo, tales como existencia y potencialidad de los recursos del área del proyecto, características de la actividad agropecuaria actual y perspectivas de desarrollo a futuro, entre otras.

La recopilación de antecedentes se logró a través de la revisión de información bibliográfica y efectuando consultas a personas vinculadas con la temática del proyecto.

La información bibliográfica se obtuvo de la revisión de publicaciones de las siguientes instituciones: Comisión Nacional de Riego (CNR), Dirección de Obras Hidráulicas (DOH), Instituto Nacional de Estadísticas (INE), Dirección General de Aguas (DGA), CIREN, ODEPA e INDAP, entre otros.

Una vez recopilada la información existente respecto del área de estudio, ésta fue analizada en forma crítica, con el objeto de poder calificar el uso que se le daría durante el desarrollo del mismo y determinar con precisión aquellos antecedentes que se requiriese actualizar, complementar y en ciertos casos generar. Esto último, se llevó a cabo cuando la calidad de la información existente no era adecuada a la finalidad del proyecto o simplemente era inexistente. Además, posterior a la recopilación de antecedentes, se efectuó una visita a las áreas de interés, en donde se tomó contacto con autoridades agrícolas de la región, con organismos de investigación, el INIA, INDAP, PRODESAL y universidades, entre otros.

Al respecto se rescata la siguiente información referida a aquellos estudios más cercanos a la temática del presente proyecto.

3.1.1 Referencia bibliográfica N°1

Título	: Evaluación Agroeconómica del Sector de Influencia de Riego del Embalse Punilla, VIII Región del Bío Bío
Tipo de Documento	: Estudio
Autor	: MdeA Consultores Ltda.
Mandante	: DOH
Fecha Edición	: 2009

Objetivos del estudio:

El objetivo principal del estudio fue realizar la evaluación económica del proyecto “Embalse Punilla, VIII Región”, en el valle del río Ñuble, en base a la metodología establecida por MIDEPLAN para proyectos de Riego.

Antecedentes y resultados del estudio:

Este estudio efectuó una completa caracterización actual, optimizada y futura del área de riego del embalse La Punilla. En el estudio, de carácter concesionado, se analizó una obra de regulación multipropósito determinando su rentabilidad a nivel de cultivos y no de predio (predio tipo o predio promedio). Lo anterior es una metodología factible para proyectos concesionados, pero no para ser utilizado para valorar la factibilidad técnica económica de un proyecto a construir por vía de la ley 1.123.

De acuerdo a los antecedentes el área bajo cota de canal, factible de ser beneficiada con un embalse multipropósito (riego e hidroelectricidad) como sería el Punilla, ascendería a alrededor de 70.000 has ubicadas entre las comunas de Chillán, San Carlos, San Nicolás, Coihueco y Ñiquén, y en la cual existen 4.710 predios que son regados por 53 canales matrices.

En base a los antecedentes obtenidos tanto del estudio realizado por EDIC como por el propio estudio de MdeA Consultores que consideró entre otras actividades una encuesta a alrededor de 1.900 predios y encuestas de Estudios de Casos, se comprobó que el área de influencia del embalse La Punilla riega con baja seguridad, por lo cual el impacto real que tendría la obra

del embalse La Punilla en el sector bajo cota canal, tanto en áreas actualmente regadas como en aquellas que se podrían incorporar al riego, sería significativo tanto en aspectos económicos como sociales.

Se debe señalar que este estudio consideró el Atlas Agroclimático de la Universidad de Chile del año 1993, por lo que, si se considera el cambio climático y el nuevo Atlas Agroclimático del año 2017, las demandas con las que se determinó la superficie de riego del embalse, estarían subdimensionadas.

Utilidad del documento para el presente estudio:

Este estudio se utilizó como referencia para estimar el balance hídrico producto de las demandas de los cinco sectores del proyecto original, más el sector 6, y la oferta del embalse. Además, se consideró toda aquella información de beneficios, costos e inversiones que puedan ser homologadas al presente estudio de San Fabián.

3.1.2 Referencia bibliográfica N°2

Título	: Estudio de Operación y Adaptación Red de Riego, en el Área de Influencia del Embalse Punilla
Tipo de Documento	: Estudio
Autor	: CYGSA
Mandante	: DOH
Fecha Edición	: 2008

Objetivos del estudio:

El objetivo fue obtener un levantamiento del área de influencia del embalse La Punilla y la red de canales disponible.

Antecedentes y resultados del estudio:

Se efectuó un levantamiento de la red de canales con las envolventes de riego de cada uno de ellos, de manera de efectuar una sectorización del área.

En relación a la información cartográfica existente en Autocad en este estudio de CYGSA, se debe indicar que la misma información se encuentra en el estudio de factibilidad elaborado por EDIC en el año 2001.

Utilidad del documento para el presente estudio:

El estudio de MdeA Consultores del año 2009 utilizó como base cartográfica la información generada de este estudio.

3.1.3 Referencia bibliográfica N°3

Título	:	Diseño Central y Embalse Punilla.
Tipo de Documento	:	Estudio
Autor	:	EDIC
Mandante	:	DOH
Fecha Edición	:	2004

Objetivos del estudio:

Los objetivos de este estudio fueron:

- Realizar un análisis crítico de lo realizado en el estudio de factibilidad del embalse La Punilla, para definir si era necesario complementar, optimizar o modificar alguno de los temas que fueron estudiados en dicho estudio.
- Elaborar el diseño a nivel de detalle de la presa y sus obras asociadas, es decir, túneles de desvío, vertedero evacuador de crecidas, desagüe de fondo del embalse, caminos de acceso, túnel de tubería, etc. y a nivel de diseño básico o anteproyecto, las obras de la central hidroeléctrica.

- Realizar el Estudio de Expropiaciones y Servidumbres necesarias para materializar el proyecto de las Obras del Embalse y Central Punilla y la elaboración de los documentos necesarios a este efecto.

Antecedentes y Resultados del estudio:

Dado el tamaño del proyecto, se consideró necesario fortalecer los equipos de especialistas nacionales con la participación de un Panel de 3 expertos extranjeros de nivel internacional, los señores Alfred Hendron, Nelson Pinto y Bayardo Materon, lo que permitió que los diseños y especificaciones técnicas de construcción, incorporaran los últimos avances de la ingeniería de Grandes Presas.

Las primeras etapas de la consultoría de diseño, incluyeron una revisión crítica del Estudio de Factibilidad, concluyéndose que se requería efectuar trabajos adicionales para complementar la información necesaria para el proyecto, y la realización de estudios de optimización del tamaño y disposición de las obras principales del proyecto, como paso previo al desarrollo de los diseños a nivel de detalle.

En el Estudio de Factibilidad del proyecto Embalse Punilla, se habían desarrollado anteproyectos de las distintas obras, pero en este estudio de Diseño, se determinó que algunas de ellas debían ser reubicadas por condiciones geológicas y geotécnicas, y otras debían ser optimizadas.

Entre las modificaciones que fueron planteadas, se señaló que debido a la existencia de un paleo cauce en la ribera izquierda de la angostura, se debía estudiar una reubicación de algunas obras, en especial los túneles y el vertedero, así como su disposición general. El eje de presa debía reestudiarse por la existencia de la quebrada Casa de Piedra, que interferiría con los rellenos del muro en su estribo derecho. En el vertedero debía estudiarse nuevamente el número y dimensiones de las compuertas y la central hidroeléctrica debía optimizarse en cuanto a número de unidades generadoras y potencia nominal.

Los estudios generales y trabajos de apoyo realizados incluyeron: topografía, prospecciones geotécnicas y geofísicas.

Una vez establecidas las características definitivas de las obras en cuanto a solución óptima, ubicación, dimensiones, etc. se procedió a desarrollar el diseño de las obras.

Utilidad del documento para el presente estudio:

La información presentada en este informe es de utilidad para el presente estudio en cuanto a definir las características definitivas que tendrían las obras, y con ello, el alcance de los mejoramientos proyectados en cuanto a seguridad de riego de las áreas actualmente regadas e incorporar nuevas superficies de riego.

3.1.4 Referencia bibliográfica N°4

Título	: Estudio de Factibilidad Embalse Punilla
Tipo de Documento	: Estudio
Autor	: Edic
Mandante	: DOH
Fecha Edición	: 2001

Objetivos del estudio:

El objetivo del trabajo fue desarrollar el estudio de factibilidad del embalse La Punilla considerado como obra de objetivo multipropósito que permitiese: asegurar y extender el riego en el valle del río Ñuble, producir energía eléctrica y posibilitar un desarrollo turístico del futuro lago y sus riberas.

En paralelo con el desarrollo del estudio de factibilidad se elaboró un Estudio de Impacto Ambiental Preliminar.

Los objetivos específicos del estudio fueron los siguientes:

- Definir el tamaño óptimo del proyecto, considerando los tres usos del embalse a partir

de un análisis de costos y beneficios.

- Seleccionar el tipo de presa, elaborar su anteproyecto y definir sus costos.
- Determinar el área agrícola del proyecto y definir las necesidades de ampliación de la red de canales existentes, elaborar sus diseños preliminares y calcular sus costos.
- Determinar el tamaño de la central hidroeléctrica, elaborar su diseño preliminar y calcular sus costos.
- Determinar los elementos que conformarían el desarrollo turístico y calcular sus costos.
- Identificar los impactos ambientales del proyecto, proponer medidas de mitigación y definir sus costos.

Antecedentes y resultados del estudio:

Los principales resultados del estudio fueron:

- El proyecto Punilla era una interesante alternativa tanto para desarrollar el riego del valle del río Ñuble, como para aprovechar el recurso en generación hidroeléctrica.
- Los indicadores económicos resultantes en la evaluación recomendaron continuar con el desarrollo del proyecto de detalle (V.A.N. de unos 100 millones de dólares y una T.I.R. de 14,8%).
- El estudio de factibilidad realizado indicó que el proyecto concebido como multipropósito presentaba sinergias positivas entre el sector riego y el de energía, lo que potenciaba la relación costo-beneficios. El proyecto concebido como de un solo propósito tenía menores rentabilidades.
- El tamaño óptimo de embalse sería aquél definido por la cota de presa 760 m.s.n.m., que permitía obtener un embalse de unos 600 hm³, con una presa del orden de 120 m de altura.
- La modalidad de operación óptima del embalse sería privilegiar la producción de energía eléctrica en invierno y el riego en verano. Con esto se lograría instalar una central de unos 92 MW y regar unas 66.000 ha.
- El proyecto presentaba interesantes condiciones como para ser ofrecido en concesión al sector privado. No obstante, se requería que el Estado entregase un subsidio que

dependería de los riesgos que se adoptasen en la comercialización de las aguas del embalse.

- El desarrollo turístico se consideró como un “plus” del proyecto, a ser desarrollado por el futuro concesionario del embalse.

Se debe dejar constancia que este estudio, si bien procede a evaluar la construcción del embalse La Punilla, dichos antecedentes carecen de consistencia, debido a que se trabajó con la estructura de cultivos como unidad de análisis y no se caracterizó el área de estudio a partir de una encuesta simple que representara la realidad del área a través de los predios.

Por otra parte, al carecer de información proporcionada por los propios agricultores, las eficiencias de riego consideradas no se ajustan a la realidad del área.

Asimismo, se debe señalar que, si bien el Estudio de Mercados, Comercialización y Precios analizó los Tratados de Libre Comercio suscritos por Chile a esa fecha, éste debió ser actualizado posteriormente por el estudio de MdeA, dado que no incluye aquellos tratados más recientes y de gran relevancia como son los suscritos con Estados Unidos, Unión Europea, China, Corea y Japón. Además, se debe actualizar las superficies de cultivo, los precios, exportaciones e importaciones.

En relación al número de beneficiarios del proyecto, este estudio descartó a los predios menores de 1 ha, por lo que el universo predial se ajustó sólo a 2.900 propiedades.

En relación al estudio de suelos, este proviene íntegramente de la información de CIREN, la cual se basó en el estudio de suelos de Itata, para la Comisión Nacional de Riego.

En cuanto a clima, este estudio presenta, por un lado, precipitaciones altas y, por otro, valores de evapotranspiración potencial bajas. Lo anterior significa que las tasas de riego pueden estar subvaloradas en relación a la realidad actual del área.

Finalmente, en relación a las demandas de agua de riego, en situación futura, en la mayoría del área se consideró sólo un aumento de la eficiencia de riego en 5%, considerando la

construcción de tranques de acumulación de agua nocturnos. La tecnificación del riego planteada en dicho estudio es mínima.

Utilidad del documento para el presente estudio:

La información presentada en este informe no resulta de mucha utilidad debido a lo señalado en el punto anterior. Además, posteriormente se realizó el estudio para el diseño de las obras, que consideró algunos cambios, y se han realizado otros estudios, que incluyen actualizaciones en otros temas (como mercados, comercialización y precios), lo que generó información actualizada, que representa real utilidad para el presente trabajo.

3.1.5 Referencia bibliográfica N°5

Título	: Proyecto Embalse San Fabián, Estudio de Factibilidad
Tipo de Documento	: Estudio
Autor	: Ingenieros Civiles Víctor Aros A. y José Vargas B.
Mandante	: JV Río Ñuble
Fecha Edición	: 1981

Objetivos del estudio:

El objetivo fue determinar la factibilidad de construcción de un embalse para la comuna de San Fabián en el lecho del Estero Grande.

Antecedentes y resultados del estudio:

En este estudio se realizó en primer lugar un estudio de factibilidad agroeconómica en que se consulta un estudio completo del área en cuanto a la ubicación, límites, suelos, clima, agua, recursos humanos, estado de desarrollo del área, situación actual de regadío, tenencia de la tierra y derechos de agua con el correspondiente Rol de Regantes. El proyecto abarcó una superficie medida en el estudio de suelos de 75.920 has.

Posteriormente, el estudio plantea las posibles alternativas de proyectos en que considera el embalse La Punilla y la racionalización del río Ñuble. Luego se aborda el estudio del embalse San Fabián, describiéndose las obras de ingeniería, presa del embalse, canal unificador, etc.

El proyecto continúa con la pesquisa del recurso agua y su disponibilidad en relación a la demanda por parte de los cultivos. Se elabora un Rol potencial de regantes y se plantea el programa de construcción y calendario de inversiones.

Finalmente, el estudio realiza un análisis del desarrollo agrícola del área una vez construidas las obras y se procede a determinar la factibilidad del proyecto a través de la evaluación económica del mismo. Adicionalmente, se efectúa un análisis de sensibilidad en base al acortamiento del período de vida útil de las obras y mediante el aumento o disminución del costo de las obras.

Utilidad del documento para el presente estudio:

La utilidad de este estudio es referencial debido a la extemporaneidad de los antecedentes.

3.1.6 Referencia bibliográfica N°6

Título	: Proyecto Itata, Estudio Hidrológico y Situación Actual Agropecuaria
Tipo de Documento	: Estudio
Autor	: Consorcio PROITATA Asociación de Profesionales
Mandante	: CNR
Fecha Edición	: 1992

Objetivos del estudio:

El objetivo fue llevar a cabo los estudios básicos que permitieran conocer y evaluar los recursos de clima, suelo y agua, y determinar la situación actual en que se encuentra la zona desde el punto de vista agropecuario, en la forma de un diagnóstico.

Antecedentes y resultados del estudio:

El proyecto considera una descripción del área de estudio, tanto geográfica como económica y se realiza la sectorización del área en un total de 29 sectores.

Cabe señalar que este estudio realizó una descripción de la red de riego existente. En cuanto a la red del Río Ñuble, se determinó que el río cuenta con una cuenca cordillerana de alrededor de 1.650 Km². En un año 85% el caudal promedio es de 80 m³/s en primavera y de 25 m³/s en verano. Por lo anterior la superficie regada varía entre 24.000 has y 44.000 has, dependiendo de los recursos disponibles, existiendo alrededor de 60.000 has bajo canal.

Utilidad del documento para el presente estudio:

Los antecedentes incluidos en este estudio se han incorporado en sucesivos estudios posteriores, desde el Estudio Integral de Riego Proyecto Itata de Ingendesa-Edic del año 1994 hasta el estudio de MdeA Consultores del año 2009.

3.1.7 Referencia bibliográfica N°7

Título	:	Estudio Integral de Riego Proyecto Itata
Tipo de Documento	:	Estudio
Autor	:	Consortio de Ingeniería Ingendesa- EDIC
Mandante	:	CNR
Fecha Edición	:	1994

Objetivos del estudio:

El estudio tuvo el objetivo de efectuar el desarrollo integral de la cuenca en base a la información del estudio PROITATA del año 1992. En este proyecto de debieron evaluar diversas alternativas de inversión en obras de riego.

Se debe señalar que el estudio PROITATA, tenía como objetivo principal caracterizar la situación actual de la cuenca, en cambio, en este proyecto de Ingendesa-Edic, el objetivo fue plantear el desarrollo futuro del área, para asegurar el riego de una zona comprendida entre el límite norte de la hoya y el río Larqui por el sur.

Antecedentes y resultados del estudio:

El estudio consideró varios temas, entre ellos, un estudio agroeconómico, identificación de sitios de embalse y estudio de obras matrices para riego, obras hidroeléctricas, análisis ambiental, análisis económico y financiero, evaluación, aspectos legales, etc.

Se formulación Programas de Desarrollo de los Recursos Naturales disponibles, basados en el aumento de la superficie regada, y/o de la seguridad de riego, como parte del Estudio Integral, a nivel de factibilidad, de un sector de la cuenca del río Itata. Para que esto se cumpliera se requirió del conocimiento de la Situación Actual del Área del Proyecto.

En este estudio se efectuó una reformulación de la Situación Actual Agropecuaria propuesta por PROITATA. Esta reformulación se consideró necesaria, para poder compatibilizar el grado de agregación de la información, con el nivel del análisis del desarrollo agrícola que provocaron los proyectos de obras hidráulicas que se proyectaron en este estudio.

Se efectuó el desarrollo del sector agropecuario posible con la implementación de las obras de riego que se determinaron en el transcurso del estudio, y que fueron orientadas a remover los factores limitantes detectados en el Área del Proyecto, especialmente en relación con las disponibilidades estivales de agua, a nivel de predio, con un 85 % de seguridad de riego.

Se realizó la identificación y reconocimiento de posibles obras de regulación, aprovechamiento de acuíferos y análisis de posibilidades de trasvases de recursos.

El estudio de posibles embalses permitió identificar 31 alternativas de obras y posteriormente se definió las que debían considerarse en el modelo de simulación correspondiente.

Respecto a estas obras, se desarrolló un programa de prospecciones para fundamentar su diseño de factibilidad en base a antecedentes confiables.

Paralelamente, se realizó el estudio de impacto ambiental de las obras y del desarrollo agropecuario. Asimismo, también los aspectos legales relacionados con estas obras.

Finalmente, se realizó la evaluación económica y financiera de las distintas alternativas consideradas para el regadío del área incluyendo análisis de sensibilidad de los distintos indicadores, niveles de empleo, recuperación de costos y programas complementarios.

Entre las alternativas de obras, se consideró el proyecto de embalse La Punilla, que se ubica en el río Ñuble unos 3 km aguas abajo de su confluencia con el río Los Sauces, además de otras como el proyecto de embalse San Fabián, que se ubicaría en un sector al poniente de San Fabián de Alicó y que recibiría aportes desde los esteros Las Piedras y Bullileo, además del aporte propio de la pequeña cuenca que confluye a este sector.

Utilidad del documento para el presente estudio:

Los antecedentes incluidos en este estudio se han incorporado en sucesivos estudios posteriores, desde el Estudio Integral de Riego Proyecto Itata de Ingendesa-Edic del año 1994 hasta el estudio de MdeA Consultores del año 2009, por lo que la información contenida en él no se utilizó directamente, sino a través de antecedentes actualizados en los otros estudios señalados.

3.1.8 Referencia bibliográfica N°8

Título	: Catastro General de Usuarios de la Subcuenca del Río Ñuble y sus Afluentes. VIII Región
Tipo de Documento	: Catastro
Autor	: Consultores en Economía, Planificación y Administración Ltda.
Mandante	: DGA
Fecha Edición	: 1987

Objetivos del estudio:

El objetivo del estudio fue catastrar los usuarios que riegan con las aguas del Río Ñuble y sus afluentes, con identificación de las OAS, derechos, superficies de riego, canales, bocatomas y diversas obras de arte.

Antecedentes y resultados del estudio:

En este catastro se encuentra disponible en formato DjVu, y en pdf. La cuenca del río Ñuble abarca un total de 5.328 predios con un total de superficie regada del orden de las 35.500 has. En cuanto a la red de riego, ésta se encuentra conformada por 57 canales, 53 de los cuales están sometidos a jurisdicción de la Junta de vigilancia del río Ñuble.

Cabe señalar que la información de este catastro contrasta con la considerada en el estudio de factibilidad de EDIC, en donde sólo se consideraron 44 canales.

Utilidad del documento para el presente estudio:

Este catastro es de utilidad al momento de ubicar cartográficamente los canales, bocatomas y predios con derechos de riego. El problema es la extemporaneidad de la información.

En la imagen siguiente se observa como ejemplo parte del área del Sector 6 de la Comuna de San Fabián.

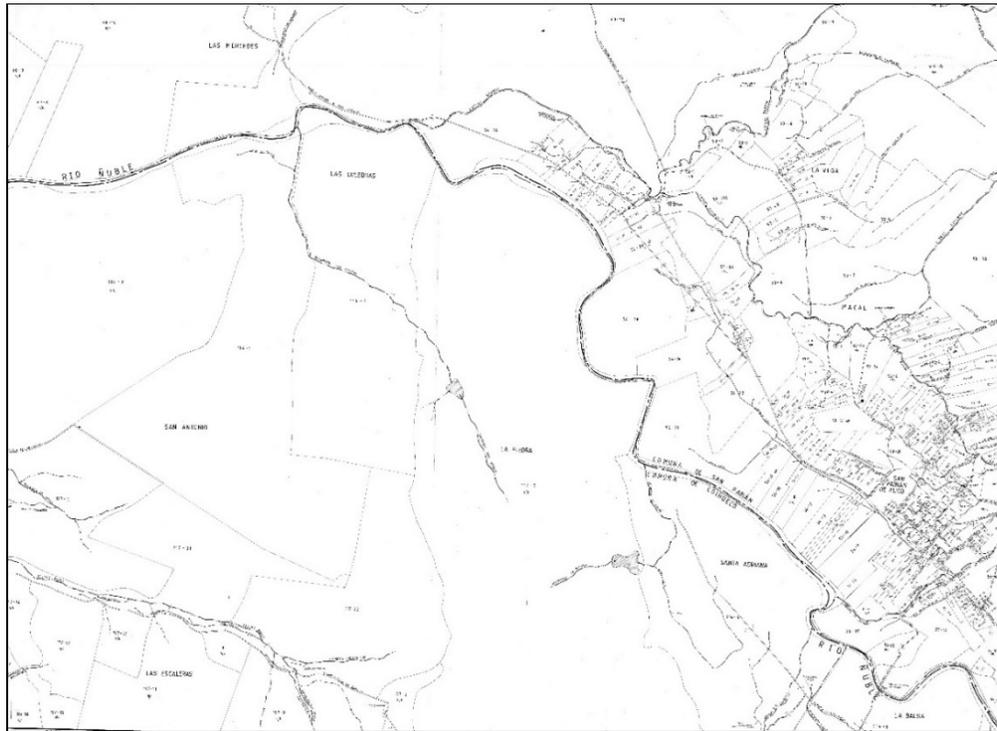


Figura 3.1-1. Catastro de Usuarios Río Ñuble y sus Afluentes

3.1.9 Referencia bibliográfica N°9

Título	: Atlas Agroclimático de Chile
Tipo de Documento	: Publicación
Autor	: Agrimed - Universidad de Chile (F. Santibáñez)
Mandante	: FIA (Apoyo Financiero)
Fecha Edición	: 2017

Utilidad del documento para el presente estudio:

El estudio cuenta con una amplia información climática, considerando para ello las siguientes variables: temperaturas máximas, mínimas y medias, suma térmica, días grados acumulados, horas frío acumuladas, radiación solar, humedad relativa, precipitaciones, evapotranspiración potencial, déficit hídrico, índices de humedad, número de heladas mensuales, etc.

También entrega información de distritos agroclimáticos y de escenarios de cambio climáticos a los años 2050 y 2070.

Se tuvo en consideración otros estudios con los cuales se verificó la información del Atlas de 2017. En cuanto a la información correspondiente a la Evapotranspiración Potencial, se verificó utilizando el estudio “Cálculo y Cartografía de la Evapotranspiración Potencial en Chile” elaborado por Ciren-Corfo y la Comisión Nacional de Riego, año 1997.

Finalmente, se cuenta para la determinación de requerimientos de clima y suelo con la Publicación Ciren N°107 correspondiente a “Requerimientos de Clima y Suelo en Chacras y Hortalizas” actualizada al año 1995. Este estudio posee una amplia gama de información orientadora en la elección de cultivos de acuerdo a cada zona geográfica dentro del país.

3.1.10 Referencia bibliográfica N°10

Título	: Ortofotos Digitales de Suelos. Región de Ñuble
Tipo de Documento	: Imágenes digitales
Autor	: CIREN CORFO
Mandante	: -
Fecha Edición	: 2004

Descripción:

Corresponden a Ortofotos Digitales de Suelos de la Comuna de la región de Ñuble escala 1:10.000. Las Ortofotos han sido elaboradas por el Centro de Información de Recursos Naturales CIREN CORFO, con información del año 2004.

Utilidad para el presente estudio:

Desde el punto de vista del presente estudio, las ortofotos de suelos aportan la información respecto a las características de las series de suelos presentes en la comuna de San Fabián.

En la imagen siguiente se observa cómo es entregada la información de suelos por parte de CIREN.

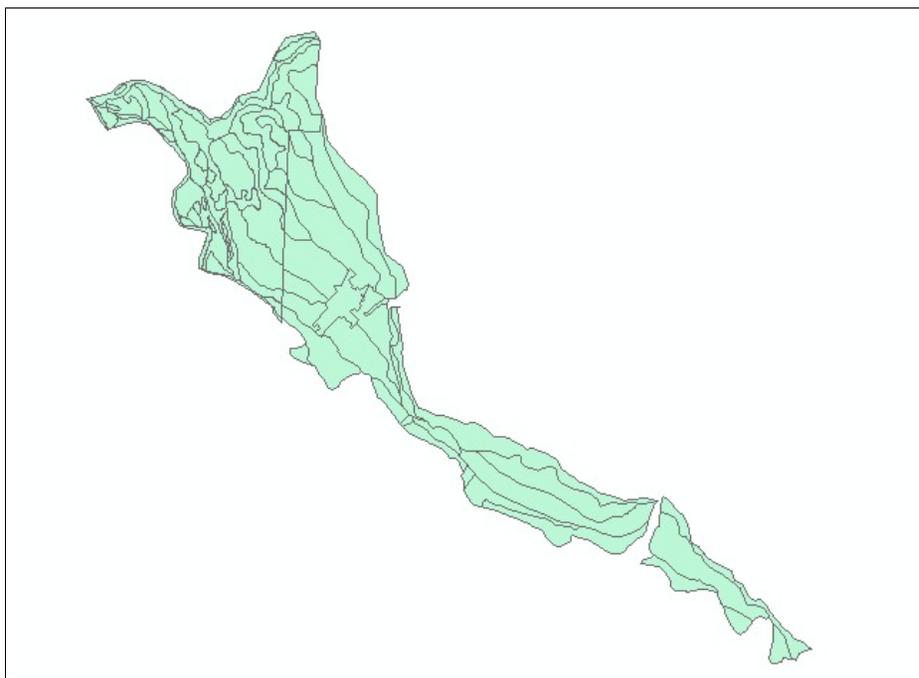


Figura 3.1-2 Vista parcial de ortofoto de suelos de CIREN CORFO

3.1.11 Referencia bibliográfica N°11

Título	: Diagnóstico y Caracterización de los Problemas de Drenaje en Chile.
Tipo de Documento	: Estudio Básico
Autor	: GCF
Mandante	: CNR
Fecha Edición	: 2008

Objetivos del estudio:

El objetivo del estudio fue contar con bases técnicas, socioeconómicas, jurídicas, culturales y ambientales destinadas a establecer el lineamiento de una Política de Drenaje de los suelos

del país y la posterior propuesta de un plan director o Programa Nacional de Riego y Drenaje que analice y defina propuestas que permitan su operatividad.

Antecedentes y Resultados del estudio:

Como parte del estudio, se preparó una tipología de drenaje, la que posteriormente se utilizó como parte de la caracterización de los sectores con problemas de drenaje que fueron identificados.

A partir de la identificación y caracterización de los sectores de mal drenaje en el país, que fueron definidos como tales en función de determinados criterios técnicos, se realizó el diagnóstico actualizado de la situación de drenaje en Chile.

En forma complementaria se desarrolló un análisis de los instrumentos jurídicos nacionales vigentes, de la legislación internacional y de su posible adaptación al caso chileno.

Los sectores con problemas de mal drenaje que se identificó, fueron caracterizados mediante una serie de parámetros que permitieron definir un indicador de su potencial para desarrollar en ellos proyectos de drenaje. Los sectores se ordenaron de acuerdo a dicho indicador y se eligió aquellos que estuvieran por sobre el valor medio, resultando de ello un total de 130 sectores que fueron seleccionados para elaborar en ellos proyectos de saneamiento a nivel de perfil.

Los proyectos de perfil incluyeron evaluaciones económicas considerando precios sociales y de mercado las que permitieron determinar, como una primera aproximación, la factibilidad económica de implementar los proyectos.

En función de los resultados de dichas evaluaciones, se eligió un conjunto de proyectos para conformar una cartera de proyectos de inversión, a nivel de perfil, en el contexto de la Ley 18.450.

Finalmente, se plantearon los lineamientos generales para una política nacional de drenaje en el país y para un programa de habilitación de suelos con mal drenaje y de conservación de suelos húmedos.

Utilidad del documento para el presente estudio:

Desde el punto de vista del presente estudio, el trabajo analizado proporciona información útil para conocer cuáles son aquellos sectores que históricamente han presentado problemas de drenaje en la región de Ñuble.

3.1.12 Referencia bibliográfica N°12

Título	: VI y VII Censo Nacional Agropecuario
Tipo de Documento	: Publicación
Autor	: INE
Mandante	: -
Fecha Edición	: 1997 y 2007

Descripción:

Los censos agropecuarios entregan información estadística de número y superficie de explotaciones agropecuarias, según clasificación geográfica y según tamaño y por uso del suelo, entre otras.

Utilidad del documento para el presente estudio:

Los antecedentes de este estudio fueron fundamentales en la obtención del uso actual del suelo, la estratificación de las propiedades y la obtención de rendimientos de algunas especies cultivadas en Chile.

A modo de ejemplo en la tabla siguiente se presenta la variación de superficie experimentada por algunos rubros productivos en la comuna de San Fabián.

Tabla 3.1-1 Comparación uso del suelo en algunos cultivos Comuna San Fabián

Especie	Superficie 1996/97 (has)	Superficie 2007/07 (has)
Cereales Riego	34,9	40,7
Cereales Secano	970,2	391,5
Frutales	21,5	30,4

3.1.13 Referencia bibliográfica N°13

Título	: Actualización Uso Actual y Futuro de los Recursos Hídricos Zona II, SUR. Regiones V a Sur a XII.
Tipo de Documento	: Estudio Básico
Autor	: AC Ingenieros
Mandante	: DGA
Fecha Edición	: 2007

Objetivos del estudio:

Los objetivos del estudio fueron: disponer de información actualizada de la situación actual de las demandas para diferentes usos a nivel regional, de cuencas y subcuencas, estimar las demandas futuras para horizontes de 10 y 25 años, identificando zonas críticas (por escasez del recurso o por uso intensivo), plantear recomendaciones que permitan reducir o eliminar los efectos de las restricciones sobre la disponibilidad del recurso al desarrollo económico y social del país.

Antecedentes y Resultados del estudio:

El estudio consta de una recopilación de antecedentes considerando los siguientes usos: agropecuario y forestal, agua potable, industrial, generación de energía, minero, turismo, acuícola, receptor de contaminantes y caudal ecológico.

Para cada cuenca y subcuenca DGA se incluye la caracterización de las demandas asociadas según la metodología expuesta y las proyecciones de la demanda para horizontes de 10 y 25 años. También se identifican zonas críticas de aprovechamiento, o con uso más intensivo,

donde determinados usos podrían verse limitados por factores como disponibilidad, calidad del agua, etc.

Utilidad del documento para el presente estudio:

Desde el punto de vista del presente estudio, el trabajo analizado proporciona información respecto a demandas de uso agrícola, pero dado que corresponden a proyecciones realizadas hace más de una década, sólo es información general de poca relevancia.

A modo de ejemplo se presenta una tabla en donde se aprecia el uso actual de la cuenca Ñuble y sus demandas mensuales y totales en m³ para cada especie asignada y del total del área.

Tabla 3.1-2 Demanda de cuenca Ñuble en m³

Cultivos	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Total	Superficie
Cereales y Chacras														
Arroz						1.855.578	6.410.391	10.072.470	11.441.952	10.680.090	2.757.660		43.218.141	2.337,0
Avena Grano						312.909	405.337	89.067					807.312	336,1
Garbanzo							34.018	87.892	101.069	9.381			232.359	36,5
Papa								614.844	818.700	645.409	207.677		2.286.629	272,9
Poroto							1.163.563	3.386.432	5.155.047	3.941.219	1.941.753		15.588.014	1.861,7
Trigo						6.113.987	17.277.040	12.704.582					36.095.609	7.447,0
Otras Especies							1.996.566	4.824.050					6.820.616	1.969,0
Cultivos Industriales														
Remolacha						503.188	11.282.482	13.262.917	15.067.930	10.488.461	3.042.208		53.647.184	4.616,4
Hortalizas														
Aneja Verde						6.871	339.645	475.949					822.465	185,7
Choclo							537.484	1.567.471	1.787.193	1.489.039			5.381.188	576,7
Espárrago							364.603	1.015.852	1.181.448	124.439			2.686.342	484,2
Haba						17.043				93.113	55.296	3.670	169.122	62,2
Poroto Verde							95.438	277.761	422.826	110.249			906.275	152,7
Otras Hortalizas							257.334	810.602	1.191.702	917.212			3.176.850	612,7
Frutales														
Arándano								4.740	7.975	7.318			20.033	17,3
Castaño								10.573	22.811	26.113	24.359	9.737	93.592	8,9
Frambuesa								233.311	602.946	693.310	437.019	36.613	2.003.199	389,5
Cerezo								60.332	184.755	284.327	265.034	90.743	885.189	163,5
Kiwi								61.541	196.776	226.288	210.924	127.075	845.345	86,8
Manzano Rojo								168.488	507.262	773.184	721.019	357.062	2.527.014	299,8
Manzano Verde								55.347	166.818	254.305	237.118	117.394	830.982	97,1
Uva Vinífera								7.909	20.418	23.491	19.272	8.849	79.939	14,7
Otros Especies								122.153	351.100	411.093	382.542	165.341	1.432.228	180,7
Praderas														
Maiz Silo								1.153.057	2.753.467	3.165.763	2.951.613		10.023.901	762,1
Pradera Artificial						2.860.550	14.750.880	23.511.782	27.328.339	25.453.670	14.549.222	1.068.038	109.522.483	7.468,8
TOTAL AGRÍCOLA						11.670.126	56.787.490	77.512.763	70.362.053	59.208.500	23.466.629	1.094.450	300.102.011	30.440,00

3.1.14 Referencia bibliográfica N°14

Título	: Catastro Frutícola, Principales Resultado. Región de Ñuble
Tipo de Documento	: Publicación
Autor	: CIREN CORFO
Mandante	: ODEPA
Fecha Edición	: 2019

Descripción:

Esta publicación contiene los datos actualizados a 2019 del Catastro Frutícola de la Región de Ñuble.

Utilidad del documento para el presente estudio:

Aporta antecedentes del tema en la comuna. Específicamente en la comuna de San Fabián sólo se catastraron tres especies, nogales con 6,2 has, frambuesa en 5 has y arándanos con 2,3 has.

3.1.15 Referencia bibliográfica N°15

Título	: Diagnóstico Actual del Riego y Drenaje En Chile y su Proyección. X Región.
Tipo de Documento	: Estudio
Autor	: AC Ingenieros
Mandante	: CNR
Fecha Edición	: 2003

Objetivos del estudio:

Los objetivos del estudio fueron: presentar una síntesis del estado actual de la actividad agrícola, señalar los problemas y causas que afectan u obstaculizan el desarrollo de la misma y actualizar la información de áreas regadas y regables en la región.

Antecedentes y Resultados del estudio:

En este estudio se recopiló gran cantidad de información en forma cartográfica. Entre los antecedentes de importancia para el presente trabajo se pueden considerar las siguientes variables: suelos, clima, población, red de canales y embalses, uso actual del suelo, proyectos bonificados por la Ley 18.450, etc.

El resultado del estudio fue el diagnóstico de la situación actual, con determinación de la superficie de riego en la región, sectores con problemas de drenaje y lineamientos para una estrategia de desarrollo del sector agropecuario.

Utilidad del documento para el presente estudio:

Desde el punto de vista del presente estudio, el trabajo analizado contiene información que ya resulta antigua, por lo que solo podría usarse como referencia.

Como ejemplo se muestra una imagen de parte de la cartografía en donde se ubican los principales cauces, quebradas, caminos, ciudades, poblados y canales de riego.

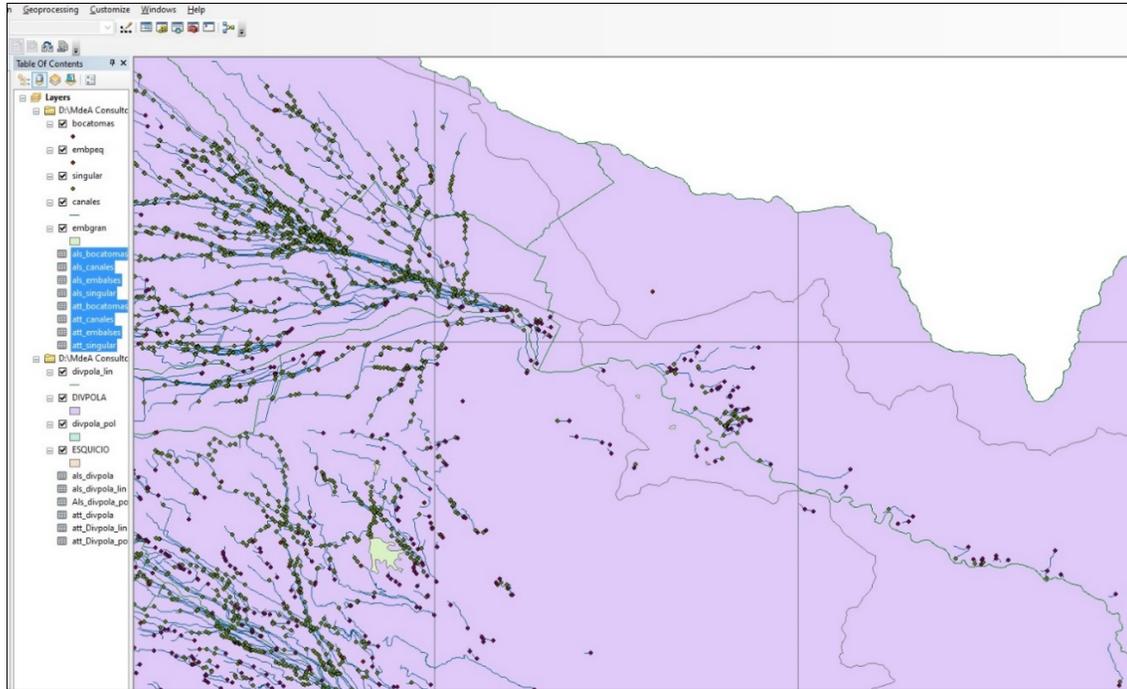


Figura 3.1-3 Cartografía Estudio de Diagnóstico en Área de Río Ñuble

3.1.16 Referencia bibliográfica N°16

Título	: Ortofotos Digitales de Propiedades. Región de Ñuble
Tipo de Documento	: Imágenes digitales
Autor	: CIREN CORFO
Mandante	: -
Fecha Edición	: 2016

Descripción:

Corresponden a Ortofotos Digitales de Propiedades escala 1:10.000 y Rol Extracto Agrícola de la Comuna de San Fabián. Han sido elaboradas por el Centro de Información de Recursos Naturales CIREN CORFO, con información del año 2016.

Esta información servirá de base y orientación para la ubicación de los predios del área de estudio. Cabe indicar que el material cartográfico no es totalmente concordante en cuanto a

la identificación de propiedades, en relación a otras fuentes, como en el caso del Rol Extracto Agrícola del S.I.I.

Utilidad para el presente estudio:

Desde el punto de vista del presente estudio, las ortofotos de propiedades aportan la información actualizada a 2016, respecto a límites de propiedades y roles de extracto agrícola en la comuna de San Fabián.

En la imagen adjunta se observa cómo es entregada la información de propiedades por parte de CIREN.

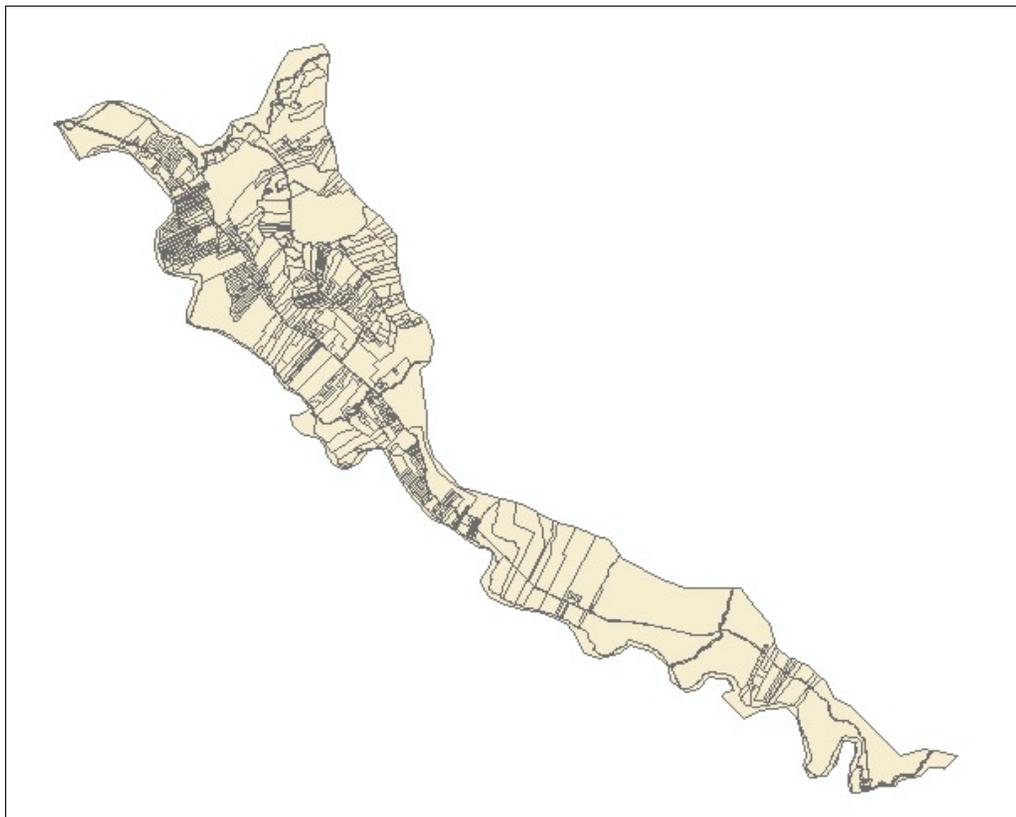


Figura 3.1-4 Vista parcial de ortofoto de propiedades de CIREN CORFO

3.1.17 Referencia bibliográfica N°17

Título	: Indicadores Comercio Exterior.
Tipo de Documento	: Informe
Autor	: Banco Central de Chile
Mandante	: -
Fecha Edición	: Se actualiza trimestralmente

Descripción:

El Banco Central proporciona, a través de esta publicación periódica, información de precios y volúmenes de exportación de los principales productos que el país exporta.

Antecedentes y Resultados del estudio:

El informe, contiene, en lo que es relevante a este estudio, estadísticas trimestrales y anuales de comercio exterior clasificadas por producto y por destino.

Utilidad del documento para el presente estudio:

Desde el punto de vista del presente estudio, estos antecedentes han sido de gran utilidad para la elaboración del Estudio de Mercados, comercialización y precios.

3.1.18 Referencia bibliográfica N°18

Título	: Las Necesidades de Agua de los Cultivos (FAO N°24) y Evapotranspiración del Cultivo (FAO N°56).
Tipo de Documento	: Publicación
Autor	: FAO
Mandante	: -
Fecha Edición	: 1977 y 1990

Descripción:

El objetivo de estas publicaciones es entregar las herramientas necesarias para que los distintos países en donde participa la FAO puedan determinar de la manera más precisa posible, las demandas evapotranspirativas de los cultivos bajo riego.

No existe un área específica de acción de estos documentos. Se puede precisar que si entregan antecedentes de acuerdo a las características agroclimáticas de los diferentes hemisferios.

El FAO N°56 fue elaborado en el año 1990 y contiene información más actualizada que el FAO N°24 (1977) para verificar y complementar los factores de cultivo en la determinación de las necesidades de agua de riego de las diferentes especies frutales, hortícolas, cultivos y praderas.

La publicación FAO N°56 presenta una actualización del procedimiento para calcular la evapotranspiración de referencia y la evapotranspiración del cultivo a partir de datos meteorológicos y coeficientes del cultivo. El panel de expertos que trabajó en la actualización recomendó la adopción del método combinado de Penman-Monteith como el nuevo procedimiento estándar para la evapotranspiración de referencia e indicó los procedimientos para calcular los distintos parámetros incluidos en el método.

Utilidad del documento para el presente estudio:

Desde el punto de vista del presente estudio, el trabajo analizado proporciona información de referencia para la determinación de las necesidades de agua de riego de las diferentes especies frutales, hortícolas, cultivos y praderas que se desarrollaron en los proyectos de riego del estudio.

A modo de ejemplo en la siguiente tabla se presentan los Kc de algunos cultivos existentes en la Región de Ñuble.

Tabla 3.1-3 Determinación de Kc en algunos cultivos de la región de Ñuble

Cultivos	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril
Cereales y Chacras												
Arroz					1,05	1,10	1,15	1,20	1,20	1,20	0,75	
Avena Grano	0,40	0,82	0,99	1,15	1,15	1,15	0,75	0,33				
Garbanzo						0,40	0,80	1,05	1,05	0,30		
Papa						0,38	0,42	1,00	1,12	0,98	0,74	
Poroto						0,50	0,68	0,86	1,05	0,90	0,85	
Trigo	0,64	0,65	0,83	1,06	1,11	1,11	1,04	0,64				
Otras Especies	0,20	0,20	0,30	0,40	0,40	0,70	0,70	0,80				
Cultivos Industriales												
Remolacha					0,35	0,87	1,39	1,20	1,20	0,95	0,70	
Hortalizas												
Aneja Verde					0,50	0,83	1,15	1,10				
Choclo						0,45	0,80	1,15	1,15	1,05		
Espárrago						0,50	0,73	0,95	0,95	0,30		
Haba	0,70	0,79	0,93	1,00	1,00	0,96				0,70	0,79	0,93
Poroto Verde						0,50	0,68	0,86	1,05	0,45		
Otras Hortalizas	0,10	0,10	0,10	0,20	0,40	0,50	0,60	0,70	0,80	0,70	0,30	0,20
Frutales												
Arándano						0,21	0,35	0,45	0,49	0,49	0,36	
Castaño					0,50	0,70	0,90	1,10	1,10	1,10	0,87	0,65
Frambuesa					0,30	0,55	0,80	1,05	1,05	0,78	0,50	
Cerezo						0,48	0,66	0,84	1,03	1,03	0,78	
Kiwi						0,40	0,73	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05
Manzano Rojo						0,48	0,68	0,88	1,08	1,08	0,96	0,83
Manzano Verde						0,48	0,68	0,88	1,08	1,08	0,96	0,83
Uva Vinífera					0,30	0,55	0,80	1,05	1,05	0,95	0,85	
Otros Especies	0,20	0,20	0,10	0,10	0,30	0,60	0,70	0,90	0,90	0,90	0,80	0,60
Praderas												
Maíz Silo						0,40	0,83	1,05	1,05	1,05		
Pradera Artificial	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95

3.1.19 Referencia bibliográfica N°19

Título	: Boletín Semanal de Precios y Volúmenes de Frutas y Hortalizas en Mercados Mayoristas del País.
Tipo de Documento	: Boletín
Autor	: ODEPA
Mandante	: ---
Fecha Edición	: Se actualiza periódicamente

Descripción:

El boletín tiene como objetivo entregar un registro semanal de precios y volúmenes diarios de una selección de productos (frutas y hortalizas) comercializados en los mercados mayoristas monitoreados por ODEPA.

Utilidad del documento para el presente estudio:

Desde el punto de vista del presente estudio, el trabajo analizado proporciona información útil ya que, con esta información generada como series de precios, fue factible determinar en el Estudio de Mercados, Comercialización y Precios, los precios internos de los principales productos asignados para el presente proyecto.

Se debe señalar que ODEPA posee registros de retornos a productor de las distintas especies exportadas.

Un ejemplo de la información obtenida de ODEPA se presenta en la siguiente tabla:

Tabla 3.1-4 Precio Real de la Papa

Precio Real de Papa (\$ de Junio de 2015/kilo, sin IVA)													
AÑO/MES	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Promedio Anual
2000	148	124	121	116	109	125	138	147	186	190	193	93	141
2001	95	76	74	70	70	86	103	107	124	135	194	150	107
2002	120	135	165	160	161	195	206	277	309	331	277	189	211
2003	122	148	144	134	133	146	140	158	162	166	131	75	138
2004	105	109	115	122	106	107	108	107	103	120	135	80	110
2005	85	154	167	158	174	211	235	274	429	382	317	138	227
2006	121	177	176	169	167	167	182	194	201	189	214	119	173
2007	103	179	188	185	188	229	289	408	389	389	285	164	250
2008	109	248	304	280	283	281	261	254	259	348	441	470	295
2009	356	320	234	218	218	232	254	292	387	308	232	141	266
2010	117	119	119	138	162	168	162	159	153	161	156	79	141
2011	75	104	117	109	101	114	131	156	180	179	192	209	139
2012	222	242	222	181	200	242	257	298	404	443	257	170	261
2013	153	151	172	196	240	257	259	255	334	422	404	180	252
2014	198	256	212	207	212	218	235	239	240	228	195	179	218
Promedio Mensual	142	170	169	163	168	185	197	222	257	266	242	162	195

3.1.20 Referencia bibliográfica N°20

Título	:	Diagnóstico Perfil Agroeconómico Mediante Estándares de Producción
Tipo de Documento	:	Estudio Básico
Autor	:	MdeA
Mandante	:	CNR
Fecha Edición	:	2013

Objetivo del documento:

El objetivo del estudio fue confeccionar fichas técnico económicas para la totalidad del país, diferenciadas por región y Zonas Agronómicas Homogéneas (ZAH).

Antecedentes y Resultados del estudio:

Dentro de las zonas que cubrió el estudio, la ZAH Itata cubre el área de estudio del presente trabajo, según se observa en la siguiente figura.

Utilidad del documento para el presente estudio:

El trabajo analizado proporciona información útil que corresponde directamente a las fichas técnico económicas del área de estudio, las que se utilizaron como información de referencia para la caracterización agroproductiva desarrollada.

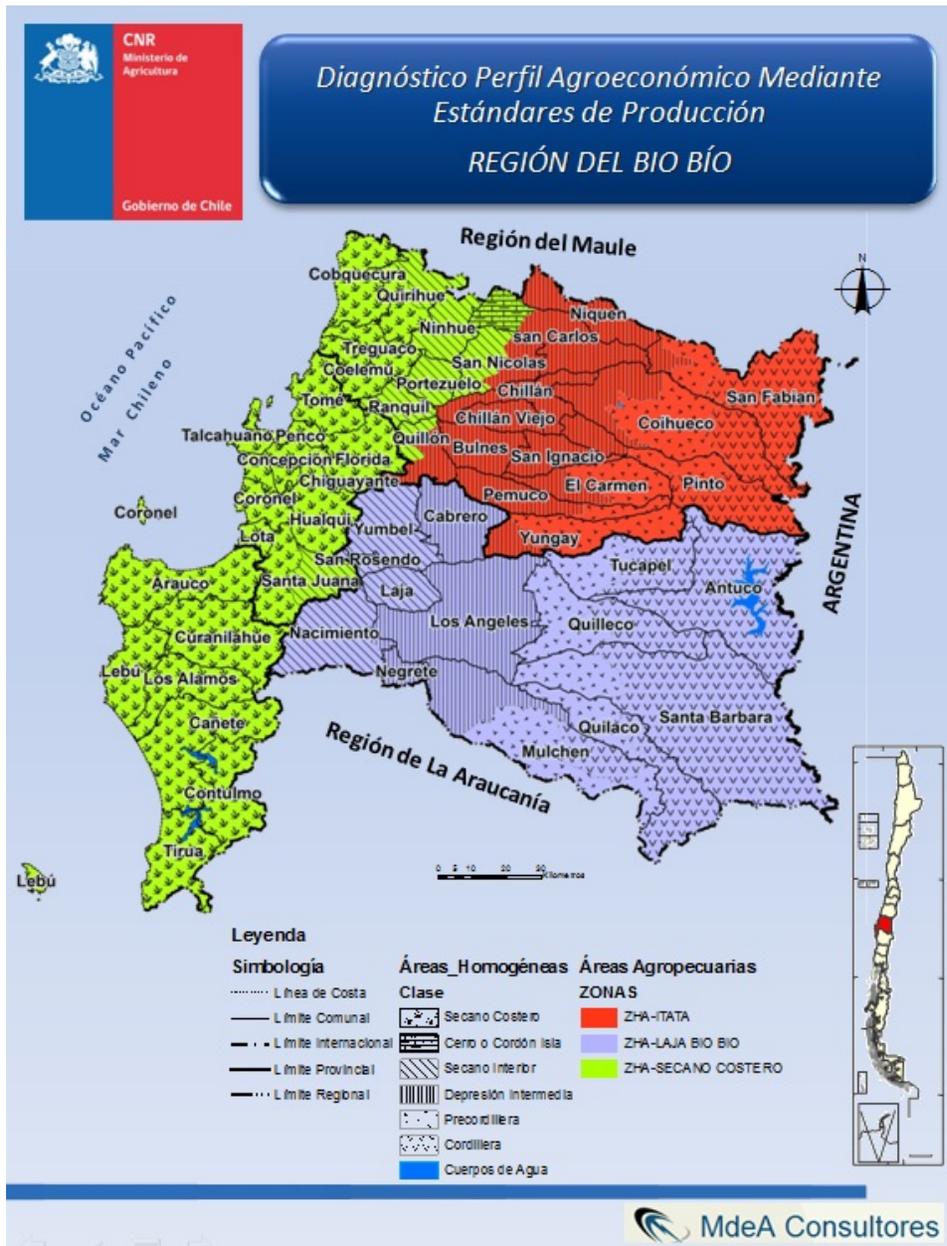


Figura 3.1-5 Zona Agrícola Homogénea Itata

3.1.21 Referencia bibliográfica N°21

Título	: Propuesta de Modificación a Metodologías de Evaluación de Proyectos de Riego.
Tipo de Documento	: Estudio
Autor	: GCF
Mandante	: CNR
Fecha Edición	: 2004

Objetivos del estudio:

El objetivo general del estudio fue mejorar las metodologías de evaluación económica de proyectos de inversión de riego, analizando en forma crítica los métodos actuales e incorporando, cuantificando y valorizando los efectos e indicadores más atingentes a la realidad económica nacional, en función de cómo el subsector riego se relaciona y compete con el resto de los sectores de la economía.

Antecedentes y Resultados del estudio:

Se recopiló amplia información relacionada con evaluación de estudios de riego, especialmente los relacionados a nivel de prefactibilidad y factibilidad desarrollados por CNR, DOH y DGA. Se analizó metodologías de MIDESO, de universidades y las desarrolladas por el propio consultor.

Se reevaluaron, aplicando la metodología obtenida de este estudio, obras de riego ya concluidas y construidas. Se verificó que la evaluación de los proyectos, si bien están acordes con la decisión de construcción, no concuerdan totalmente con los beneficios esperados y los costos estimados de las obras.

Utilidad del documento para el presente estudio:

La utilidad de este documento está en su aplicabilidad en el desarrollo de la metodología de evaluación de proyectos de riego. Consiste en una guía práctica y de fácil comprensión para los consultores y profesionales de organismos públicos.

3.1.22 Referencia bibliográfica N°22

Título	: Estudio de Síntesis de Catastro de Usuarios de Agua e Infraestructuras de Aprovechamiento.
Tipo de Documento	: Estudio
Autor	: Ricardo Edwards G. Ingenieros Ltda.
Mandante	: DGA
Fecha Edición	: 1991

Objetivos del estudio:

Los objetivos de este estudio fueron recopilar información de catastros de usuarios de las cuencas que hasta esa fecha habían sido catastradas, ubicadas entre el río Lluta y el río Bío-Bío. Este trabajo permitió a la Dirección General de Aguas, disponer de antecedentes que dicen relación con el uso del recurso hídrico, que complementan el Catastro Público de Aguas.

Antecedentes y Resultados del estudio:

- Para este estudio se recopiló información cartográfica correspondiente a ortofotos y mosaicos de Ciren, cartas IGM, Planos Cora-SAG, planos comunales, planos de títulos de dominio del Ministerio de Bienes Nacionales, restituciones aerofotogramétricas de la CNR y planos de catastro de usuarios.
- Se obtuvo información de propiedad de la tierra en el SII y de propiedad de bienes raíces en el CBR.
- Se recopiló información de derechos de aguas, obtenida del Catastro Público de Aguas de la DGA y en oficinas de CBR.

- Se obtuvo información de captaciones de agua potable cuya fuente fue el Servicio Nacional de Obras Sanitarias (SENDOS).
- Además, las organizaciones de usuarios como Juntas de Vigilancia, Asociaciones de Canalistas y Comunidades de Aguas, aportaron antecedentes sobre su constitución legal, derechos de agua, estructura organizacional, etc.
- Se realizaron trabajos de terreno como reconocimiento de canales y encuestas.

Como resultado de este estudio, se generaron para cada una de las cuencas estudiadas, y en particular para la cuenca del río Itata y la subcuenca del río Ñuble, diagramas unifilares con toda la red de canales y cauces que se ubican en ella.

Además, se elaboraron cuadros con el resumen de la infraestructura de riego existente, que incluye longitud de canales, cantidad y tipo de bocatomas, número de embalses menores y mayores.

Finalmente, se describió cómo están organizados los usuarios del agua y se realizó una estratificación de usuarios, según la superficie de riego.

Utilidad del documento para el presente estudio:

La información presentada en este informe que es de utilidad para el presente estudio corresponde a los antecedentes del catastro de infraestructura de riego, especialmente, el diagrama unifilar del río Ñuble, donde se aprecia la red de canales en el sector entre los esteros Lara y Grande, que conforman el área de estudio.

Además, es útil la información de cantidad y tipo de bocatomas (temporal o permanente) y de las organizaciones de usuarios existentes a la fecha de elaboración del estudio.

Toda la información que provee esta referencia, y que era de utilidad, fue considerada, valorada, cruzada y utilizada con los resultados del presente estudio, de acuerdo a los objetivos trazados.

3.1.23 Referencia bibliográfica N°23

Título	: Estudio Hidrogeológico Cuencas Bío Bío e Itata
Tipo de Documento	: Estudio
Autor	: Aquaterra
Mandante	: DGA
Fecha Edición	: 2011

Objetivos del estudio:

Los objetivos de este estudio fueron:

- Realizar un levantamiento de información hidrogeológica y desarrollar un modelo conceptual del acuífero de la cuenca del río Itata. Generar información hidrogeológica preliminar en la cuenca del río Bío Bío.
- Definir y caracterizar unidades acuíferas principales en cuanto a su geometría y parámetros hidrogeológicos, realizar un catastro de niveles en pozos, estimar los flujos de agua subterránea e identificar zonas de recarga y descarga.
- Representar los resultados del estudio en un SIG y definir un modelo hidrogeológico conceptual en la cuenca del río Itata.

Antecedentes y Resultados del estudio:

El estudio se dividió en 3 etapas, que consistieron en una Recopilación y Análisis de Antecedentes, una Caracterización Hidrogeológica de las cuencas de los ríos Itata y Bío Bío y un Modelo Conceptual del Acuífero del Río Itata. Para efectos del presente estudio, se centró la revisión principalmente en los antecedentes relacionados con la cuenca del río Itata.

Las primeras etapas de la consultoría de diseño, incluyeron una revisión crítica del Estudio de Factibilidad, concluyéndose que se requería efectuar trabajos adicionales para complementar la información necesaria para el proyecto, y la realización de estudios de optimización del tamaño y disposición de las obras principales del proyecto, como paso previo al desarrollo de los diseños a nivel de detalle.

El estudio contiene información hidrológica de 26 estaciones pluviométricas ubicadas en la cuenca del río Itata, y 18 estaciones fluviométricas, 3 de las cuales se ubican en el río Ñuble (Río Ñuble en La Punilla, Río Ñuble en San Fabián y Río Ñuble en Longitudinal). El período analizado en el estudio hidrológico abarcó desde los años 1941/1942 hasta 2010/2011. Se desarrollaron correlaciones y relleno de estadística de precipitaciones y caudales medios mensuales, a las cuales se les realizó los análisis de frecuencia para determinar precipitaciones mensuales y caudales medios mensuales, para distintas probabilidades de excedencia, entre 5% y 95% de probabilidad de excedencia.

Se realizó una completa caracterización geológica de la cuenca del río Itata, utilizando principalmente mapas geológicos escala 1:250.000, además del mapa geológico de Chile escala 1:1.000.000. Esta caracterización geológica entregó como producto un Mapa Geológico a escala 1:250.000 de toda la cuenca del río Itata.

También se efectuó un estudio geofísico que consistió en la medición de 9 perfiles gravimétricos, dos de los cuales cubren parte del área de estudio de la presente consultoría. Estos perfiles permitieron definir la geometría del acuífero, principalmente en el sector de San Fabián, donde el valle es más amplio.

Se llevó a cabo una campaña de medición de niveles de la napa, para lo cual se catastraron más de 200 pozos en la cuenca del río Itata. Particularmente, en el sector de San Fabián, sólo se catastró un pozo, perteneciente a la Municipalidad de San Fabián.

Se realizó una caracterización hidrogeológica de la cuenca de Itata, generando 7 perfiles hidrogeológicos, los que se ubicaron principalmente en el sector del valle central. Ninguno de ellos alcanzó a cubrir el área de San Fabián. Además, se determinaron los parámetros hidráulicos de los acuíferos, a partir de pruebas de bombeo cuyos datos se obtuvieron de los expedientes de derechos constituidos. A partir de esto, se generó un plano de isotransmisibilidad, el que sin embargo, no alcanzó a cubrir el área de San Fabián.

Finalmente, se elaboró un modelo conceptual del acuífero del río Itata, el que se dividió en 5 sectores acuíferos que corresponden a Río Ñiquén (AC-01), Río Ñuble (AC-02), Río Diguillín (AC-03), Río Itata Alto (AC-04) y Río Itata Bajo (AC-05). Este modelo permitió estimar las

recargas y descargas de cada acuífero, además de los flujos subterráneos y elaborar un balance general en cada uno de ellos.

Utilidad del documento para el presente estudio:

La información presentada en este informe es de utilidad para el presente estudio principalmente en cuanto a los estudios hidrológicos efectuados, a definir las características geológicas del área de estudio y las propiedades geométricas del acuífero del sector San Fabián. Especialmente la información entregada por el estudio geofísico, fue de gran utilidad para definir la geometría del relleno sedimentario, e incorporarla al modelo desarrollado para el presente estudio.

3.1.24 Referencia bibliográfica N°24

Título	: Estudio Catastro de Pozos Explotados de Constituciones, Provincia de Ñuble.
Tipo de Documento	: Estudio
Autor	: AC Ingenieros
Mandante	: DGA
Fecha Edición	: 2005

Objetivos del estudio:

El objetivo del trabajo fue contar con un catastro de todas las captaciones subterráneas en la antigua provincia de Ñuble. Este estudio nació debido de la necesidad de determinar las extracciones de aguas subterráneas producto del explosivo aumento que presentó, a causa de la reducción de la disponibilidad de recursos superficiales.

Este catastro sería una herramienta para poder solucionar conflictos surgidos entre los usuarios, por la disputa de las aguas del mismo acuífero.

Por otro lado, este catastro permitiría llevar a cabo una planificación de la exploración y explotación futura de aguas subterráneas, por parte del sector público y privado de dicha provincia.

Antecedentes y Resultados del estudio:

Este estudio consideró la realización del catastro de captaciones subterráneas para la actual Región de Ñuble, el cual se separó según las 21 comunas de la región.

De esta manera se cuenta con un informe específico de la comuna de San Fabián, donde se incluye una tabla con las características de 196 captaciones subterráneas catastradas, entre norias, pozos y drenes.

En esta tabla se incluye información como ubicación (en coordenadas UTM Datum PSAD 56), rol del predio donde se ubica la captación, su nombre y propietario, el año de construcción y el constructor, el uso que se le da a la captación (riego, potable, etc.), sus principales características (profundidad, diámetro, revestimiento), la profundidad del nivel

Utilidad del documento para el presente estudio:

La información presentada en este informe es de gran utilidad para el presente estudio, pues fue una base imprescindible para la ejecución del catastro de captaciones subterráneas desarrollado durante este trabajo.

Con esta base de datos se generó un plano con la ubicación de las captaciones catastradas en el año 2006 y particularmente, en el área de estudio, el cual permitió un trabajo en terreno bastante más eficiente.

3.1.25 Referencia bibliográfica N°25

Título	: Actualización del Balance Hídrico Nacional
Tipo de Documento	: Publicación
Autor	: U. de Chile y U. C.
Mandante	: DGA-DEP
Fecha Edición	: 2017

Objetivos del estudio:

El objetivo general del estudio fue dar respuesta a la necesidad de incorporar 30 años de nuevos registros y nuevas fuentes de información, para cuantificar la disponibilidad de los recursos hídricos en el país.

Para ello, se definió una metodología para la actualización del balance hídrico a nivel nacional, considerando el tipo, calidad y extensión de los datos existentes. Se incluyó, además, el efecto del cambio climático, a través de un análisis de sensibilidad sobre las componentes del balance hídrico.

Los objetivos específicos del estudio fueron:

- Construcción de una metodología para la determinación del balance hídrico de una unidad de estudio que, a partir de la geografía, condiciones climáticas y de datos hidrometeorológicos, permita considerar una ecuación de balance adecuada.
- Análisis detallado y crítico de la información disponible, considerando calidad, distribución espacial y extensión de los datos hidrometeorológicos e hidrogeológicos existentes, que permitan definir la metodología adecuada a utilizar para el balance y su respectiva discretización temporal.
- Levantamiento de brechas de información existentes de las distintas variables que intervienen en el balance hídrico de una cuenca.
- Determinación de las variables que influyen en el balance y que son afectadas por la variabilidad climática, considerando su respectivo análisis de sensibilidad.

- Desarrollo de una metodología para el cálculo del balance hídrico de una cuenca, de acuerdo a la disponibilidad de información y calidad de la misma.
- Evaluación de cada metodología de análisis, para distintos niveles de información, en cuencas piloto.
- Desarrollo de una plataforma en ambiente SIG que sirva para el proceso de actualización del balance hídrico y despliegue los resultados del estudio.

Antecedentes y Resultados del estudio:

Según se plantea en el texto, el estudio "servirá como línea base de cualquier estudio hidrológico, así como proyectos de consultoría a nivel nacional, teniendo una metodología uniforme y viable que permita incorporar procesos físicos en su estimación a modo de tener un producto robusto. Todo lo anterior favorece la inclusión de cambios producto tanto del cambio en los usos de suelo, así como las proyecciones de cambio climático esperadas para todo el territorio nacional".

Se revisaron diversas fuentes y estudios disponibles para identificar las brechas entre las distintas cuencas y macrozonas climáticas (definidas en el Atlas del Agua, DGA 2016), caracterizar las cuencas de acuerdo al nivel de información y realizar un análisis crítico de la información. También se determinaron las tendencias en los registros térmicos, pluviométricos y de caudales, para toda la red hidrométrica nacional.

Se identificó la necesidad de contar con una metodología en base a los procesos físicos, que permita incorporar estos efectos y proyecciones de cambio climático, a diferencia de modelos estadísticos que no tienen necesariamente una adaptabilidad rápida a este tipo de cambios.

La metodología para estimación del balance hídrico se subdivide en: 1) Determinación de forzantes meteorológicas, 2) Análisis de variabilidad climática, 3) Pérdidas Evapotranspirativas, 4) Recarga de acuíferos, 5) Modelación hidrológica.

La información hidrometeorológica y de aguas subterráneas utilizada es del período 1985-2015. La metodología fue aplicada a cinco cuencas piloto: Loa, Choapa, Maipo, Imperial y Aysén.

Utilidad del documento para el presente estudio:

La información presentada en este informe fue de utilidad para el presente estudio en cuanto entrega antecedentes generales actualizados respecto de las variables que intervienen en el balance hídrico de las cuencas.

3.1.26 Referencia bibliográfica N°26

Título	: Estudio de Impacto Ambiental Central Ñuble de Pasada.
Tipo de Documento	: Estudio
Autor	: Jaime Illanes y Asociados
Mandante	: CGE
Fecha Edición	: 2006

Objetivos del estudio:

Los objetivos de este estudio fueron que CGE Generación S. A., titular del proyecto, sometiese a evaluación ambiental ante la Comisión Regional del Medio Ambiente de la Región del Biobío su proyecto "Central Ñuble de Pasada".

Antecedentes y Resultados del estudio:

Según se señala en el documento, "El proyecto Central Ñuble de Pasada tiene por objetivo producir energía eléctrica mediante el aprovechamiento no consuntivo, de un caudal de 100 m³/s, de las aguas del río Ñuble, utilizando dos unidades de pasada, que permitirán aportar un total de 136 MW al Sistema Interconectado Central (SIC), ayudando a satisfacer el aumento progresivo en la demanda del sector energético".

Se determinó la Línea de Base del área para las diferentes componentes ambientales, considerando que el proyecto se inserta en el sitio prioritario para la conservación de la diversidad, "Nevados de Chillán".

Se incluye una descripción del proyecto, con sus principales obras (captación en río Ñuble, canal de aducción, cruces de esteros y quebradas, obras de seguridad, tubería en presión, casa de máquinas y canal de evacuación), así como una descripción de las etapas consideradas en el mismo.

Se realiza una evaluación de los potenciales impactos del proyecto, por etapa, sobre las diferentes componentes ambientales, los que fueron calificados como positivos o negativos, y se proponen medidas de mitigación, restauración y compensación.

Utilidad del documento para el presente estudio:

La información presentada en este informe que es de utilidad para el presente estudio, corresponde a información de ubicación de las obras proyectadas, información de los derechos de aguas, información respecto a la forma en que operaría la central. Sin embargo, dado que el proyecto está en stand-by, todos dichos antecedentes han sido considerados como información de referencia dado que no hay seguridad si el proyecto se concretará y cuándo.

3.1.27 Referencia bibliográfica N°27

Título	: Planos de Construcción de Pozos
Tipo de Documento	: Informes Técnicos
Autor	: Varios
Mandante	: Varios
Fecha Edición	: -

Descripción:

Planos de Construcción de Pozos de distintos titulares, pertenecientes al archivo técnico del consultor, que han sido recopilados en el tiempo, como parte de los análisis de la información pública disponible en los expedientes digitalizados de solicitudes de derechos presentados a la DGA.

Utilidad del documento para el presente estudio:

La información señalada fue de utilidad para el presente estudio ya que aporta antecedentes que permiten complementar información de otras fuentes para efectos de la caracterización hidrogeológica del área.

3.1.28 Referencia bibliográfica N°28

Titulo	: Listados de Derechos de Agua, constituidos y en trámite, superficiales y subterráneas, en la región de Ñuble. Derechos constituidos: http://www.dga.cl/productosyservicios/derechos_historicos/Paginas/default.aspx Derechos en trámite: http://www.dga.cl/administracionrecursoshidricos/registrosolicitudes/Paginas/default.aspx
Tipo de Documento	: Sitio web (Planillas de información DGA)
Autor	: DGA
Mandante	: -
Fecha Edición	: 2020 (Actualización a julio 2020)

Descripción:

A través de esta plataforma se pone a disposición de los interesados, información oficial de la DGA respecto a: derechos constituidos por región y estado de las solicitudes presentadas a la DGA, de donde puede obtenerse información complementaria a los derechos constituidos; es decir, solicitudes denegadas y en trámite.

Utilidad del documento para el presente estudio:

Desde el punto de vista del presente estudio, la información que se obtiene desde esta página web es relevante para el análisis de la situación legal del uso de las aguas que se podrían destinar para su utilización en el desarrollo agrícola futuro del sector 6.

3.1.29 Referencia bibliográfica N°29

Título	: Estimación Preliminar de las Recargas de Agua subterránea 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.
Tipo de Documento	: Estudio Básico
Autor	: Depto. de Administración de Recursos Hídricos (DARH)
Mandante	: Dirección General de Aguas (DGA)
Fecha Edición	: Julio 2014

Objetivos del estudio:

El objetivo principal de este estudio fue delimitar y definir los sectores hidrogeológicos de aprovechamiento común de las cuencas de las regiones del Maule, Biobío, La Araucanía, Los Ríos y Los Lagos que, a la fecha de su realización, no se encontraban estudiadas por el DARH.

Además, este estudio buscó estimar de forma preliminar y genérica, la recarga de aguas subterráneas asociada a cada uno de los sectores hidrogeológicos de aprovechamiento común identificados, con el propósito de determinar el potencial de explotación sustentable.

Finalmente, se entregó una metodología que permite la determinación de la recarga en aquellas cuencas del país que no están comprendidas en el informe, y que no cuenten con estudios de disponibilidad de recurso hídrico subterráneo.

Antecedentes y Resultados del estudio:

El principal resultado de este estudio fue la determinación preliminar del caudal subterráneo de explotación sustentable, con el fin de avanzar en la constitución de nuevos derechos de aprovechamiento de agua subterránea.

Para ello se realizó una sectorización del área de estudio en 82 sectores hidrogeológicos. A partir de la sectorización, se estimaron las precipitaciones medias anuales para cada sector, en base a la información contenida en el Balance Hídrico de Chile, DGA 1987.

Posteriormente, se estimó la recarga de los acuíferos de cada uno de los sectores definidos, mediante la definición de coeficientes de infiltración. Dichos coeficientes fueron estimados en base a las grandes unidades geomorfológicas reconocidas en el país. En particular, para aquellas cuencas localizadas en la zona de la cordillera de los Andes se determinó la utilización de un coeficiente de infiltración del 1%, para las cuencas localizadas en la zona de la cordillera de La Costa un coeficiente de 2% y para las cuencas del valle central o depresión intermedia un coeficiente de 5%.

Se definió como caudal preliminar de explotación sustentable al caudal de recarga estimado para cada uno de los sectores definidos.

Finalmente, en relación a los derechos de agua, se realizó para cada uno de los sectores hidrogeológicos definidos, un análisis del caudal de explotación sustentable y de la demanda comprometida, expresada en derechos de agua otorgados y solicitudes de derechos de agua.

A partir de ese análisis, se concluyó que para todos los sectores definidos en el área de estudio era posible constituir nuevos derechos de aguas subterráneas.

Utilidad del documento para el presente estudio:

El presente trabajo aporta la siguiente información útil.

- (i) Sectorización hidrogeológica del área de estudio;
- (ii) Hidrología, que incluyó la determinación de precipitaciones medias anuales para cada sector hidrogeológico definido;
- (iii) Estimación de la recarga de los acuíferos correspondientes a los sectores definidos;
- (iv) Aspectos legales de derechos de agua.

Toda la información que provee esta referencia, y que era de utilidad, fue considerada, valorada, cruzada y utilizada con los resultados del presente estudio, de acuerdo a los objetivos trazados.

3.1.30 Referencia bibliográfica N°30

Título	: Diagnóstico Nacional de Organizaciones de Usuarios
Tipo de Documento	: Estudio
Autor	: Laboratorio de Análisis Territorial, Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de Chile
Mandante	: Dirección General de Aguas (DGA)
Fecha Edición	: Agosto 2018

Objetivos del estudio:

Actualizar y sistematizar la información en materia de Organizaciones de Usuarios (OU) a nivel nacional, disponible en la Dirección General de Aguas (DGA), la Comisión Nacional de Riego (CNR), el Servicio Agrícola Ganadero (SAG), en las mismas OU y otras fuentes de información.

Antecedentes y Resultados del estudio:

Este documento contiene información a nivel nacional de todas las Organizaciones de Usuarios de Aguas, la cual fue sistematizada en una base de datos única para implementar un SIG con la información recopilada.

Utilidad de los documentos para el presente estudio:

La utilidad de esta información está enfocada en la obtención de información de Organizaciones de Usuarios presentes en el área, como Juntas de Vigilancia, Comunidades de Aguas u otras.

3.1.31 Referencia bibliográfica N°31

Título	: Otros Antecedentes
Tipo de Documento	: Estudios y libros técnicos
Autor	: Varios autores
Mandante	: ----
Fecha Edición	: 1990 a 2020

Descripción:

Diversas publicaciones, ya sean estudios técnicos o comerciales cuyo objetivo es informar y asesorar al lector en cuanto a técnicas de cultivos, uso de insumos y uso de variables climáticas, entre otros.

Antecedentes:

- Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA): Se utiliza para la elaboración de las fichas técnico-económicas dos estudios efectuados por esta institución en conjunto con el Ministerio de agricultura de Chile. Estos estudios corresponden a "Coeficientes técnicos de producción de las principales hortalizas del

país”, 1990 y “Coeficientes técnicos de producción de los principales frutales del país”, 1990.

- Universidad de Chile: III Curso Interamericano Diseño de Proyectos de Riego y Drenaje, 1995. Este estudio sirve de guía en la adecuación predial de riego.
- Horacio Merlet, Evapotranspiración potencial y necesidades netas de agua de riego en Chile, 1986. Este estudio se utiliza para verificar y complementar la determinación de las necesidades de agua de riego
- Hugo Faiguenbaum, Producción de Cultivos en Chile, 1988. Se utiliza esta información en la elaboración de las fichas técnico-económicas de cultivos.
- Vicente Giaconi, Cultivo de Hortalizas, 1998. Se utiliza esta información en la elaboración de las fichas técnico-económicas de hortalizas, entre otros.
- Estándares Técnicos Programa Fortalecimiento de las Capacidades de Formulación y Evaluación de Proyectos para la Pequeña Agricultura. ODEPA. 1993.
- Manual de Producción de Hortalizas. Prodecop-Fida-INIA-INDAP. 1998.
- Revista Agroeconómico, Fundación Chile (Diversos Números).
- Manual Fitosanitario 2006-2007, AFIPA A.G.

Utilidad de los documentos para el presente estudio:

La utilidad de esta información está enfocada en la elaboración de fichas técnico económicas de situación actual, optimizada y futura para el área del Sector 6 de San Fabián.

3.2 Antecedentes de Clima

El objetivo de esta actividad fue caracterizar el clima y agroclima del área de estudio con la finalidad de fijar las posibilidades, que en este aspecto ofrece al desarrollo agropecuario futuro. Estas posibilidades estarán dadas, por una parte, por las características climáticas y, por otra, por los requerimientos climáticos de los diferentes cultivos.

Para caracterizar el clima y agroclima del área en estudio se utilizó la información más actualizada en esta materia, la que corresponde a la contenida en el Atlas Agroclimático de Chile del año 2017, elaborado por la Universidad de Chile y Agrimed.

En este capítulo se analizó específicamente el clima existente en el área correspondiente a San Fabián, cuyos suelos podrían ser regados por el futuro embalse La Punilla.

3.2.1 Aspectos Metodológicos

En la metodología del Atlas Agroclimático de Chile, año 2017, elaborado por la Universidad de Chile y Agrimed, se señala que con el propósito de obtener la mejor representación espacial de la climatología sobre el territorio chileno, se procedió a modelar cada variable climática primaria, como temperatura, precipitación, humedad del aire y radiación solar, en función de los factores que más influyen en el comportamiento espacio temporal de éstas, como latitud, altitud, distancia al mar y factores topográficos locales. La modelación se hizo teniendo como información primaria la data histórica de estaciones de tierra (período 1980-2015).

Complementariamente, en regiones con mayor carencia de información, se incluyó información de períodos de menor extensión temporal proveniente de las estaciones de la Red Agroclimática Nacional (RAN). Dado que los factores topográficos y oceanográficos locales (surgencias frías en las costas) son muy variables en Chile, los modelos numéricos fueron desarrollados y aplicados por tramos de extensión latitudinal variable dependiendo de las complejidades del comportamiento climático de cada región.

Los profesionales explican que, una vez creadas las cartas de superficie, ellas fueron validadas, verificando el grado de ajuste entre el valor estimado por el modelo y el promedio climatológico en estaciones con series largas y confiables. Las variables primarias fueron proyectadas hacia mediados del siglo XXI mediante la adición de los cambios proyectados por un ensamble de 17 modelos regionales proporcionados por el Centro WorldClim. Esto permitió disponer de escenarios climáticos futuros, en alta resolución, conservando los patrones espaciales modelados para el clima presente, lo que normalmente no está bien representado en los modelos regionales utilizados para visualizar los escenarios futuros.

Así, para construir la línea base climática se compiló la información de estaciones meteorológicas de distintas fuentes (Dirección Meteorológica de Chile, Dirección General de

Aguas, Red Agroclimática Nacional RAN, y otras fuentes públicas y privadas disponibles), para el período climatológico comprendido entre 1980-2015. Esta información fue complementada con la información climática especializada del Atlas Agroclimático de Chile (Santibáñez y Uribe, 1993), la que fue actualizada al período en referencia para este estudio.

Con las estaciones agroclimáticas que disponen de un largo período de registro, se modeló estadísticamente la variabilidad temporal de eventos climáticos extremos como número de heladas mensuales y número de días con temperaturas altas extremas.

3.2.2 Variables Agroclimáticas Descritas en el Estudio

A continuación, se indican las variables que se detallan en los diferentes distritos agroclimáticos:

- **Temperaturas Extremas:** Temperaturas extremas máximas y mínimas mensuales de los meses del año.
- **Temperatura Media:** Corresponde a la media producida en cada mes del año.
- **Días grado efectivos:** Los días grado representan a las temperaturas que superan el umbral de crecimiento de las especies (°C), acumuladas durante un período (días, semanas, meses, años). Representan por lo tanto a la acumulación de estímulos térmicos efectivos para el crecimiento de una especie. Dependiendo de cada especie la temperatura umbral de crecimiento se sitúa en 5, 7, 10 o 12°C, en este caso se consideró una base general entre 10 y 30°C, por cuanto la mayor parte de las especies agrícolas cultivadas en primavera verano tienen umbrales de crecimiento cercanos a este valor. Para completar el ciclo de vida, cada especie requiere una cantidad específica de días grado, por lo que esta variable es un buen predictor de las posibilidades que ofrece el clima para el cultivo de una especie, así como de las fechas en que podría producirse la madurez.
- **Horas de frío:** La mayoría de las especies templadas caducas tienen un período de reposo fisiológico durante la temporada de invierno, lo que es una estrategia para

escapar de las temperaturas congelantes que se producen durante el período frío del año. Durante el período de reposo, las plantas se desprenden de sus hojas, quedando las yemas como únicos órganos tiernos responsables de quedar expuestos al frío invernal. Para hacer frente a las temperaturas de congelación, las yemas son inducidas al reposo por el ácido abscísico, producido por las propias hojas antes de caer en otoño. Los tejidos en reposo pueden resistir temperaturas tan bajas como -30°C . El reposo se inicia con la caída de hojas y termina cuando se han acumulado una cierta cantidad de "horas de frío", bajo $7,2^{\circ}\text{C}$, cantidad que es variable según la especie. Es una forma que han desarrollado las plantas para contar el tiempo durante el invierno, de modo de saber cuándo ha llegado la primavera.

- Radiación Solar de los Meses Extremos: Radiación solar diaria promedio mensual en $\text{cal}/\text{cm}^2/\text{día}$.
- Humedad Relativa: Humedad relativa media mensual de todos los meses (%).
- Precipitaciones: Precipitación total, mensual y anual, expresada en mm.
- Evapotranspiración Potencial: Se entiende por evapotranspiración potencial a la pérdida de agua por evaporación y transpiración, desde un cultivo plenamente desarrollado, en proceso activo de crecimiento y sin déficit de agua en el suelo. Esta variable entrega una idea sobre los aportes a través del riego necesarios como complemento a la almacenada por la precipitación. En general en el país, enero corresponde al mes con mayor valor de evapotranspiración y julio al mes con menor valor. Se entregan los valores expresados en mm.
- Excedente hídrico anual: El excedente de agua es la diferencia positiva entre la precipitación (P) y la evapotranspiración (Et). El excedente anual de agua se calcula sumando las diferencias positivas mensuales (P - Et). Esta variable representa la cantidad de agua potencialmente disponible para escurrir superficialmente y alimentar los cursos de agua superficiales. La mayor parte del excedente de agua

puede alimentar la corriente de ríos o infiltrarse en el suelo, alimentando las aguas subterráneas.

- **Déficit hídrico anual:** El déficit hídrico es la diferencia negativa entre precipitación (P) y evapotranspiración (Et). Esto representa la cantidad de agua potencialmente evaporada que no está cubierta por la precipitación. Considerando que los suelos tienen una capacidad limitada para almacenar agua, el déficit hídrico es normalmente una expresión del estrés hídrico que las comunidades vegetales tienen que soportar a través del año. Existe una relación proporcional entre el déficit hídrico y el grado de aridez climática. El déficit anual de agua se calcula sumando las diferencias negativas mensuales (P - Et).
- **Índices de Humedad:** Es el cociente entre la precipitación y la evapotranspiración potencial. Convencionalmente se considera un mes seco cuando el agua de las precipitaciones no alcanza a cubrir el 50% de la ETP ($IH < 0.5$). Por el contrario, se considera un mes húmedo cuando la precipitación es mayor que la ETP ($IH > 1.0$). El índice hídrico anual (IHIA) es el cociente entre la precipitación total anual y la evapotranspiración acumulada en el año.
- **Número de heladas anuales:** Corresponde al número de días cuyas temperaturas mínimas caen bajo los 0°C, pudiendo con ello crear condiciones adversas, por congelación de los tejidos vegetales. Es una variable muy relevante para la sobrevivencia de las especies, particularmente aquellas de origen subtropical, más sensibles a las heladas. Todas las especies de plantas son sensibles a las heladas, pero difieren en el umbral de tolerancia a la temperatura negativa, dependiendo del clima en el que evolucionó la especie. El número total de días de congelación está relacionado con la intensidad de la helada. Los lugares con baja frecuencia de heladas también tienden a tener menos intensidad. Las plantas subtropicales sufren daños con temperaturas de 0°C o -1°C, mientras que las de origen templado sólo comienzan a presentar daño por debajo de -2°C o -3°C. El período más sensible normalmente es la floración y cuaja.

- Estación seca: La duración de la estación seca es uno de los principales factores climáticos para la distribución geográfica de las especies. Mientras más larga es la estación seca, el clima es más árido. Los ecosistemas se adaptan a la aridez mediante la inclusión de especies más xerofíticas y adaptadas para sobrevivir a una larga temporada seca. Esta estrategia también incluye una menor producción de biomasa (más energía se pone en estrategias de supervivencia, no de crecimiento) y la emergencia de estructuras de defensa (espinas, sustancias repulsivas o tóxicas, estructuras fibrosas). Una estrategia de adaptación al déficit de agua es la pérdida de las hojas durante el período más seco del año, luego de un breve ciclo en el cual las plantas brotan, se reproducen y dispersan.

3.2.3 Caracterización Agroclimática

El área específica de estudio está inserta en el Distrito Agroclimático 7-9-2 Antuco. Para una mayor comprensión del área indicada, se presenta en la siguiente figura el mapa con el distrito agroclimático definido por el Atlas Agroclimático de Chile, año 2017.



Figura 3.2-1. Mapa Agroclimático

Fuente: Atlas Agroclimático de Chile, Tomo 4, 2017, Agrimed y Universidad de Chile.

El Distrito 7-9-2 corresponde a un clima templado cálido mesotermal con régimen de humedad subhúmedo húmedo (Csb1Shh). La altitud media aproximada del distrito es de 867 msnm.

La temperatura varía entre un máximo de enero de 26,8°C (máxima de 29,4°C y mínima de 22,9°C dentro del distrito) y un mínimo de julio de 3,8°C (máxima de 3,9°C y mínima de 1,9°C dentro del distrito). Tiene un promedio de 175 días consecutivos libres de heladas. En el año se registra un promedio de 23 heladas. El período de temperaturas favorables a la actividad

vegetativa dura 7 meses. Registra anualmente 1.123 días grado y 1.101 horas fríos acumuladas hasta el 31 de julio. La precipitación media anual es de 1.884 mm y un período 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.

Las características de este distrito se presentan en la siguiente tabla.

Tabla 3.2-1 Características Climáticas del Distrito 7-9-2: Antuco

Parámetro	Unidad	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
T. Máxima	°C	26,8	25,7	22,7	18,7	14,6	11,7	10,6	11,2	14,0	18,0	22,3	25,6	18,5
T. Mínima	°C	8,4	8,1	7,2	6,1	4,9	4,1	3,8	4,1	4,6	5,7	7,0	8,0	6,0
T. Media	°C	16,8	16,1	14,3	11,8	9,4	7,5	6,9	7,3	8,9	11,3	14,0	16,1	11,7
Suma Térmica	D.G.	210	187	136	81	42	18	13	16	36	73	128	185	1.123
Horas Frío	Horas	12	16	36	98	249	396	456	412	297	115	44	18	2.149
Radiación Solar	Cal/cm ² día	599	569	488	377	266	185	155	185	266	377	488	569	377
Humedad Relativa	%	61	62	64	68	71	74	75	73	71	67	64	62	68
Precipitaciones	mm	38	38	57	132	283	377	283	283	151	113	75	57	1.884
Evap. Potencial	mm	174	166	143	112	81	59	51	59	81	112	143	166	1.347
Def. Hídrico	mm	136	128	86	0	0	0	0	0	0	0	68	109	527
Exd. Hídrico	mm	0	0	0	20	202	318	232	224	70	1	0	0	1.067
Ind. Aridez	pp/etp	0,22	0,23	0,40	1,18	3,49	6,39	5,55	4,80	1,86	1,01	0,52	0,34	1,40
Heladas (T<0°C)	días	0,0	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: Atlas Agroclimático de Chile, Tomo 4, 2017, Agrimed y Universidad de Chile.

Las localidades relevantes incluidas en el distrito son Antuco, Las Minas del Prado, Pailahueque, Polcura, Punilla, Quilaco, Rucalhue, Ralco, Recinto, San Fabián de Alico, Selva Oscura, Tucapel y Villa Mercedes.

3.2.4 Cambio Climático

La información contenida en la caracterización del Distrito Agroclimático 7-9-2 Antuco, localidad de San Fabián de Alico, se comparó con la proyectada al año 2050. Esta última información también está incluida en el Atlas Agroclimático de Chile, año 2017, elaborado por la Universidad de Chile y Agrimed.

Dichos antecedentes se presentan en la tabla siguiente, donde se efectúa un cálculo de los cambios en cada parámetro. De esta tabla se desprende que hacia el año 2050 se produciría un aumento de las temperaturas, los días grados, período libre de heladas y de la evapotranspiración potencial. En contraposición, entre los parámetros que anotarían descensos figuran las horas frío, las heladas y las precipitaciones.

Tabla 3.2-2. Características Climáticas del Distrito 7-9-2 Antuco

Localidad de San Fabián de Alico (Lat -36,56 Lon -71,55)				
Parámetro	Unidad	Línea Base	Año 2050	Cambio
T. Máxima enero	°C	27,9	29,8	1,9
T, Mínima enero	°C	9,7	11,1	1,4
T, Máxima julio	°C	11,3	12,5	1,2
T. Mínima julio	°C	4,2	5,3	1,1
Días grado anuales	Hrs	1.469	1.829	360
Horas frío anuales	Hrs	1.215	855	-360
Per. libre de heladas	días T> 0°C	210	267	57
Nº total heladas año	días T<0°C	12	4	-8
Nº días cálidos año	días T> 25°C	89	118	29
Período seco	meses	5	5	0
Período húmedo	meses	6	6	0
Precipitación anual	mm	1.772	1.579	-193
Evap. Potencial Anual	mm	1.364	1.418	54
Déficit hídrico anual	mm	584	659	75
Excedente Hídrico	mm	987	817	-170
Ind. Aridez	pp/etp	1,29	1,11	-0,18
Línea Base: Estadísticas 1985-2015				

Fuente: Elaborado con antecedentes del Atlas Agroclimático de Chile, Tomo 4, 2017,
Agrimed y Universidad de Chile.

De esta manera, algunas especies como cerezo, manzano y nogal que si bien actualmente encuentran ligeras a medianas limitaciones en el área de estudio, a futuro podrían experimentar una mejoría en su adaptabilidad, debido a la disminución de las heladas y aumento de las temperaturas.

En el caso del cambio climático, debido al alza de temperaturas, es esperable una disminución de las horas frío, situación que puede afectar a algunos frutales más exigentes en frío, pero

esto es solucionable con la aplicación de fitorreguladores. La limitante mayor son las heladas, las cuales disminuyen notoriamente.

La proyección de alza en las temperaturas, aumento de la evapotranspiración potencial y disminución de las precipitaciones, necesariamente implicará mayores requerimientos de agua de riego. Cabe señalar que en el lapso de 33 años el déficit hídrico se incrementaría en 12,8%, al pasar desde 584 mm a 659 mm anuales.

Se debe señalar que, debido a que el distrito agroclimático Antuco abarca una zona amplia, incluyendo la precordillera de la Región de Ñuble y Bío Bío, los datos de la Estación San Fabián, con la cual se realizó la proyección del cambio climático, en sus aspectos agroclimáticos, es más favorable que el distrito mismo.

3.2.5 Adaptabilidad de los Cultivos

En la siguiente tabla se señalan los requerimientos climáticos de algunas de estas especies cultivadas en Chile.

Tabla 3.2-3. Requerimientos climáticos

Especie	T° Mínima Crecimient	Horas Frío	Período libre de heladas	Grados día (Base 10°)	Adaptabilidad en Distrito (1)	Adaptabilidad en Localidad
Arándano	----	700-1.200	---	----	Alta	Alta
Avellano Europeo	11	800-1.350	120-150	----	Media-Alta	Alta
Cerezo	7	600-1.600	----	400-1.000	Media	Media-Alta
Frambuesa	----	700-1.200	---	----	Alta	Alta
Frutilla	10	----	100-150	----	Alta	Alta
Kiwi	10	200-600	----	----	Media	Media
Manzano	10	800-1.500	140-160	800-1.300	Media-Alta	Alta
Nogales	10	500-1.000	180-200	----	Baja	Media
Peral	8	600-1.300	120	----	Media	Media-Alta
Trigo invierno	0	800	----	----	Alta	Alta
Trigo primavera	2	0	----	----	Alta	Alta
Remolacha	10	----	----	----	Alta	Alta
Papas	8	----	90-180	----	Alta	Alta
Poroto	8	----	90-150	700-800	Alta	Alta
Maíz	12	----	80-120	900-1.500	Media	Media-Alta
Lechuga	6	----	60-130	----	Alta	Alta
Zanahoria	7	----	120-200	----	Alta	Alta
Tomate	10	----	200-300	700-1.100	Baja	Media
Alfalfa	9	----	----	1.500	Alta	Alta
Avena	2	----	60-100	----	Alta	Alta
Ballica	5	----	----	----	Alta	Alta
Trébol rosado	5	----	----	----	Alta	Alta

(1) Con información del distrito Antuco

(2) Con información de la localidad de San Fabián de Alico

Fuente: Mapa Agroclimático de Chile, INIA, 1989. Requerimientos de Clima y Suelo Chacras y Hortalizas, Ciren, 1995. Estudio Agroclimático Proyecto Maipo, U. de Chile, CNR, 1987.

Frutales para el Secano Interior, INIA Cauquenes, 2001.

Atlas Agroclimático de Chile, Tomo 4, 2017, Agrimed y Universidad de Chile.

De los parámetros agroclimáticos presentados, puede concluirse que son óptimos para una amplia gama de cultivos, especialmente berries y algunos frutales de hoja caduca.

En cuanto a cultivos anuales y hortalizas, en esta zona es posible el cultivo de varias especies, tales como trigo, papa, porotos, remolacha, lechuga y zanahoria. Además, las praderas se pueden desarrollar sin limitaciones.

Cabe señalar que si bien el área de estudio está inserta en el distrito Agroclimático Antuco (Atlas Agroclimático años 2017), al analizar la zona específica correspondiente a la localidad

de San Fabián de Alico, con los parámetros obtenidos de la estación de igual nombre (utilizada por el Atlas 2017 para analizar los efectos del cambio climático), las condiciones agroclimáticas son más favorables para el desarrollo de las especies frutales presentadas en la tabla anterior, debido a un mayor período libre de heladas y acumulación de días grado. Esta discordancia entre la estación San Fabián y el Distrito Antuco, se debe a que el distrito abarca una zona más amplia, según lo señalado en el punto anterior.

3.3 Antecedentes de Suelos

3.3.1 Introducción

Los suelos del proyecto San Fabián fueron obtenidos de la Publicación 121 del año 1999 denominada Estudio Agrológico de la VIII Región, de CIREN, que corresponde a la Actualización, Complementación y Homogeneización de los Estudios de Suelos regionales.

El estudio se realizó de acuerdo a las normas actualmente usadas en el país y consta de un mapa agrológico y las clasificaciones técnicas interpretativas de Clase de Capacidad de Uso, Categoría de Riego, Clases de Drenaje, Aptitud Frutal y Aptitud Agrícola.

En el Anexo 3.3-1 se incluye una explicación de la nomenclatura relacionada con los Antecedentes y Leyendas del Estudio de Suelos.

Se usó la Serie de Suelo como unidad de clasificación, debido al nivel del estudio y se usó la Fase como unidad cartográfica, que corresponde a una subdivisión de la Serie basada en una o varias características que sean significativas en el uso y manejo de los suelos. Cada unidad cartográfica, Fase o Misceláneo, tiene un símbolo que las identifica en el mapa de suelos.

En la Tabla 3.3-1 se presentan las series presentes en el área de estudio con sus respectivos parámetros agrológicos.

Tabla 3.3-1 Características Agrológicas

Serie	Variación	Capacidad de Uso	Categoría de Riego	Erosión	Clase de Drenaje	Aptitud Frutal	Aptitud Agrícola	Superficie ha
Arrayán	AYN-1	I	1	0	5	A	1	430,716
Arrayán	AYN-2	IIw	2w	0	4	B	2	486,837
Arrayán	AYN-3	IIe	2t	0	4	B	2	476,652
Arrayán	AYN-5	IIw	2w	0	4	B	2	4,977
Collinco	CLL-8	VIe	6	1	5	E	6	25,241
Macal Poniente	MCP-1	IIs	2s	0	5	B	2	380,451
Macal Poniente	MCP-2	IIw	2w	0	4	B	2	49,403
Macal Poniente	MCP-3	IIIs	3s	0	5	C	3	238,989
Macal Poniente	MCP-4v	IVs	4s	0	5	E	4	233,955
Santa Bárbara	SBA-1	IVe	4t	0	5	E	4	674,731
Santa Bárbara	SBA-3	IIe	2t	0	5	B	2	269,962
Santa Bárbara	SBA-4	VIe	6	2	5	E	6	489,555
Misceláneo Quebrada	MQ	VIIe	6	2	5	E	7	122,202
Misceláneo Río	MR	VIII	6	0	6	E	8	28,453
Caja de Río	CDR	VIII	6	0	6	E	8	58,412
Urbano	Ur	---	---	---	---	---	---	92,790
Total								4063,328

En las próximas tablas se presenta el desglose de la superficie para cada uno de los parámetros agrológicos estudiados.

Tabla 3.3-2 Clase de Capacidad de Uso

Capacidad de Uso	Superficie	
	ha	%
I	430,72	10,6
IIe	746,61	18,4
IIs	380,45	9,4
IIw	541,22	13,3
IIIs	238,99	5,9
IVe	674,73	16,6
IVs	233,96	5,8
VIe	514,80	12,6
VIIe	122,20	3,0
VIII	86,86	2,1
Otros Suelos	92,79	2,3
Total	4.063,33	100,0

De la tabla anterior de Capacidad de Uso se desprende que alrededor del 51,7% de los suelos posee Capacidad de Uso I y II, las que no presentan ninguna restricción al desarrollo de

distintas especies. Los suelos correspondientes a la clasificación III y IV abarcan casi el 28,3%, mientras que los no cultivables agrupan el 20%. De esta manera, el área con potencial agrícola suma 3.247 hectáreas.

En el ámbito del drenaje, tal como se aprecia en la próxima tabla, es preciso indicar que aproximadamente 2.866 hectáreas reconocidas en el área de estudio no presentan problemas de drenaje; 1.018 hectáreas, equivalentes a 25,1% del área, poseen un drenaje moderado y el 2,1% un drenaje excesivo. De esta manera, se concluye que en el área de estudio no se evidencian situaciones más adversas de drenaje.

Tabla 3.3-3 Categoría de Drenaje

Clase de Drenaje	Superficie		Leyenda
	ha	%	
4	1.017,87	25,1	Drenaje moderado
5	2.865,80	70,5	Bien drenado
6	86,86	2,1	Excesivamente drenado
Otros Suelos	92,79	2,3	Sin clasificación
Total	4.063,33	100,0	

En cuanto a la categoría de riego, es interesante señalar que, en términos generales, el 10,6% de los suelos son apropiados para el regadío y no presentan restricciones a esta práctica (ver siguiente tabla). Entretanto, aproximadamente el 41,1% posee moderadas limitaciones, por lo que en ellos se pueden utilizar métodos tradicionales de riego con algunas prácticas de conservación, éstos se clasifican en aptitud de riego 2. Los pobremente adaptados al riego representan el 5,9% de los suelos, en éstos es necesario realizar un manejo cuidadoso del riego, en tanto que en cultivos más exigentes es adecuado el uso de riego tecnificado. Aquellos suelos que presentan serias limitaciones al regadío cubren sólo el 22,4% de la superficie. Finalmente, cabe indicar que el 17,7% no son apropiados para el regadío.

Tabla 3.3-4 Categoría de Riego

Categoría de Riego	Superficie		Leyenda
	ha	%	
1	430,72	10,6	Bien adaptado
2s	380,45	9,4	Moderadamente bien adaptado
2t	746,61	18,4	Moderadamente bien adaptado
2w	541,22	13,3	Moderadamente bien adaptado
3s	238,99	5,9	Pobrementemente adaptado
4s	233,96	5,8	Muy pobrementemente adaptado
4t	674,73	16,6	Muy pobrementemente adaptado
6	723,86	17,7	No apto
Otros Suelos	92,79	2,3	Sin clasificación
Total	4.063,33	100,00	

En la siguiente tabla se presenta la Aptitud Frutal de los suelos, en donde se constata que más del 57,5% de la superficie total del área de estudio no presenta severas limitaciones al desarrollo de las especies frutales y el 40,2% no tiene aptitud frutícola.

Tabla 3.3-5 Aptitud Frutal

Aptitud Frutal	Superficie		Leyenda
	ha	%	
A	430,72	10,6	Sin limitaciones
B	1.668,28	41,0	Ligeras limitaciones
C	238,99	5,9	Moderadas limitaciones
E	1.632,55	40,2	Sin aptitud frutal
Otros Suelos	92,79	2,3	Sin clasificación
Total	4.063,33	100,0	

En relación a la Aptitud Agrícola, es interesante destacar que casi el 58% de los suelos del área de estudio no presenta severas limitaciones para el desarrollo de los cultivos, en tanto que 22,4% presenta severas limitaciones, el 12,6% posee aptitud preferentemente para praderas, el 3,0% para uso forestal y el 2,1% no son aptos para uso agrícola como tampoco para especies forestales (ver proxima tabla).

Tabla 3.3-6 Aptitud Agrícola

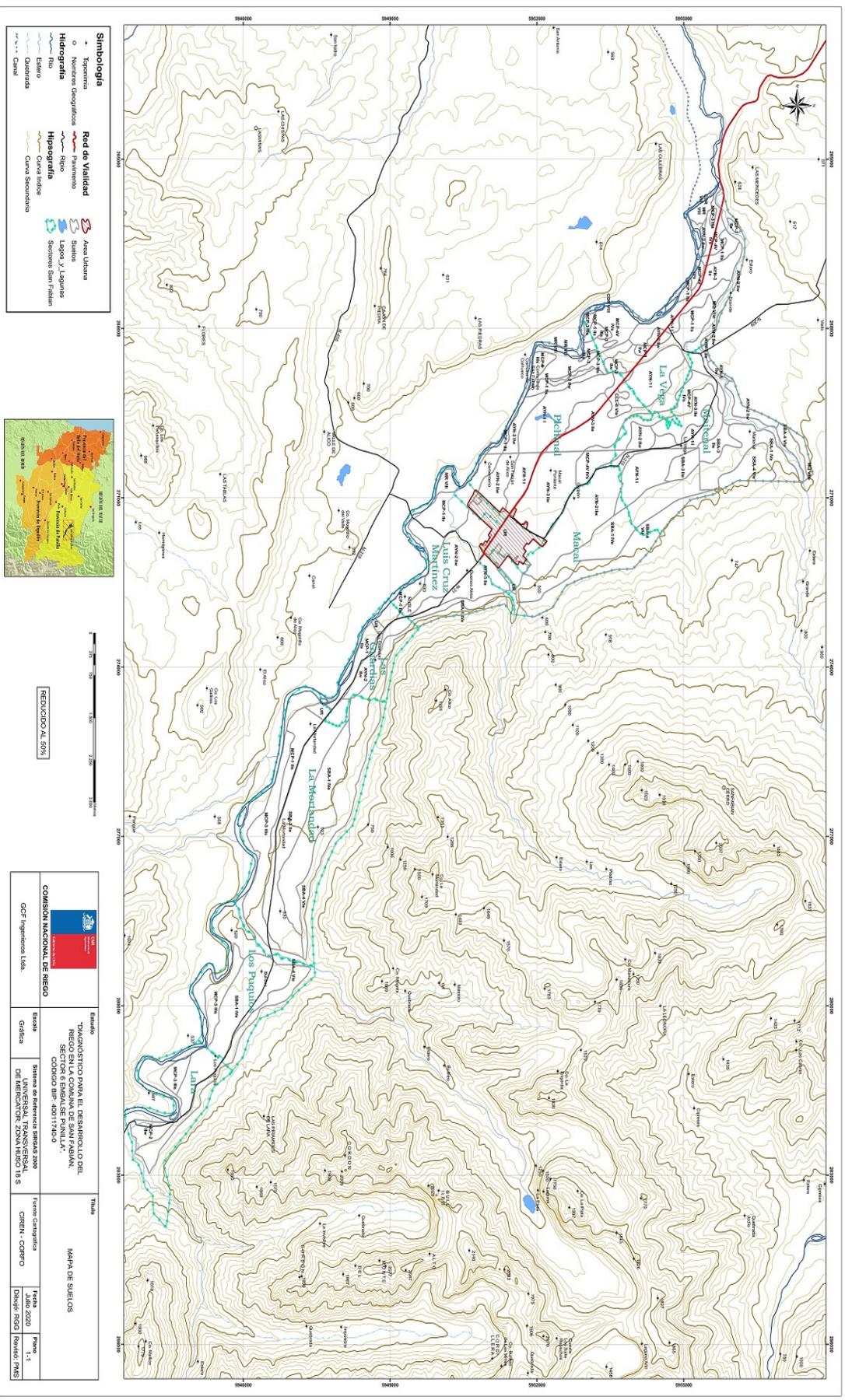
Aptitud Agricola	Superficie		Leyenda
	ha	%	
1	430,72	10,6	Sin Limitaciones
2	1668,28	41,1	Ligeras limitaciones
3	238,99	5,9	Moderadas limitaciones
4	908,69	22,4	Severas limitaciones
6	514,80	12,6	Aptitud praderas
7	122,20	3	Aptitud forestal
8	86,86	2,1	Sin aptitud
Otros Suelos	92,79	2,3	Sin clasificación
Total	4.063,33	100,00	

En relación a la erosión, cabe señalar que tal como se aprecia en la siguiente tabla, ésta no constituye una limitante en el área de estudio, ya que el 82% de los suelos no presenta problemas de erosión, en tanto que el 0,6% presenta una ligera erosión. El 15,1% de los suelos se clasificó con una moderada erosión.

Tabla 3.3-7 Clase de Erosión

Erosión	Superficie		Leyenda
	ha	%	
0	3.333,54	82,0	Sin erosión
1	25,24	0,6	Ligera erosión
2	611,76	15,1	Moderada erosión
Otros Suelos	92,79	2,3	Sin clasificación
Total	4.063,33	100,0	

El plano Agrológico con Capacidad de Uso se presenta a continuación.



Fuente: Publicación 121 Estudio Agrológico de la VIII Región 1999 y Ortofotos Ciren año 201

3.3.2 Descripción de Series de Suelos

SERIE ARRAYÁN, franco limosa

Símbolo Cartográfico: AYN

Caracterización General

La Serie Arrayán es un miembro de Familia medial, térmica de los Typic Melanoxerands (Andisol).

Son suelos formados sobre cenizas volcánicas recientes (post glaciales: 8.000 - 10.000 BP) depositadas sobre un substrato no relacionado, constituidos por tobas, materiales fluviales, materiales fluvioglaciales, etc. que se presentan compactados pero no cementados y que son lentamente permeables pero no impermeables. Son suelos muy profundos, bien drenados, de texturas medias en que predomina la textura franco limosa, bien estructurados en superficie y con buenas estructuras aunque débiles en profundidad, de consistencia friable o muy friable y abundante porosidad asociada a un buen arraigamiento en todo el pedón. Los colores dominantes son pardo rojizo oscuro en los primeros 60 a 70 cm y pardo oscuro en profundidad, la parte baja del subsuelo es de color pardo amarillento o rojo amarillento. Estos suelos se ubican en una topografía plana o casi plana, dependiendo del sector de ocurrencia, tienen una permeabilidad moderada y un escurrimiento superficial lento.

Características Físicas y Morfológicas del Pedón

Profundidad (cm)

0 - 17 A ₁	Pardo rojizo oscuro (5YR 2/2) en húmedo; pardo grisáceo oscuro (10YR 4/2) en seco; franco limosa; no plástico y no adhesivo; suelto, friable; estructura de bloques subangulares finos, moderados y granular fina, débil. Raíces finas y medias abundantes; poros finos abundantes y medios comunes. Límite lineal, claro.
--------------------------	--

- 17 - 40
A₂ Pardo rojizo oscuro (5YR 2/2) en húmedo; pardo grisáceo oscuro (10YR 4/2) en seco; franco limosa; no plástico y no adhesivo; suelto, muy friable; estructura de bloques subangulares medios, moderados. Raíces finas comunes; poros finos abundantes. Escasos nódulos de material algo más denso, posiblemente franco limoso que se deshacen al presionar, 0.3 a 0.6 cm de diámetro, ligeramente duros, ligeramente firmes, no plásticos y no adhesivos. Límite lineal, claro.
- 40 - 60
A₃ Pardo muy oscuro (10YR 2/2) en húmedo; franco limosa; no plástico y no adhesivo; friable; estructura de bloques subangulares finos, débiles. Raíces finas comunes; poros finos abundantes. Escasos nódulos de material franco limoso, algo más duros que se deshacen al presionar, 0.2 a 0.5 cm de diámetro, ligeramente adhesivos. Límite lineal, gradual.
- 60 - 105
BC₁ Pardo oscuro (7.5YR 4/4) en húmedo; franco limosa; no plástico y no adhesivo; friable; macizo. Raíces finas comunes; poros finos abundantes. Canales verticales de raíces antiguas gruesas, 3 a 4 cm de diámetro rellenos de materiales finos (crotovinas) de color negro o pardo rojizo oscuro (5YR 2/2 ó 2/1). Límite lineal, claro.
- 105 - 140
BC₂ Pardo oscuro (7.5YR 4/2) a gris rojizo oscuro (5YR 4/2) en húmedo, que toma la forma de una matriz donde se destacan manchas de pómez de color rojo amarillento (5YR 5/6 a 5/8) en húmedo en proporción de 2 a 20%; franco limosa; no plástico y ligeramente adhesivo; friable; macizo. Raíces finas escasas; poros finos abundantes. Límite lineal, gradual.
- 140 - 160
C Rojo amarillento (5YR 5/6 a 5/8) en húmedo con manchas de color pardo rojizo muy oscuro (5YR 3/2 a 3/3) en húmedo que toman la apariencia de moteados abundantes, medios a gruesos, ligeros, abruptos; franco limosa; ligeramente firme; macizo. Raíces no hay. Gravitas finas y muy finas de pómez alterada. Límite lineal, abrupto.

160 y más Substrato constituido por gravas y piedras con matriz franco arenosa fina.

SERIE COLLINCO, franco arcillosa

Símbolo Cartográfico: CLL

Caracterización General

La Serie Collinco es un miembro de Familia fina, mixta, térmica de los Typic Rhodoxeralfs (Alfisol).

Es un suelo profundo, bien evolucionado, derivado de cenizas volcánicas antiguas bajo condiciones de buen drenaje, las que descansan sobre un substrato de diversos orígenes: sedimentos fluvioglaciales de composición andesítico basáltico y cuyos materiales presentan diversos grados de descomposición, tobas o ignimbritas.

Los materiales del suelo se encuentran dispuestos en una antigua planicie de dirección oriente poniente y que ha sufrido disecciones variables originando un paisaje actual de topografías complejas; en las caídas hacia las quebradas el espesor del suelo disminuye considerablemente y corrientemente el substrato aflora. Los suelos son de permeabilidad moderada y el escurrimiento superficial es moderadamente rápido en pendientes inferiores a 5%, situación que se ve incrementada fuertemente al faltar el horizonte superficial.

Características Físicas y Morfológicas del Pedón

Profundidad (cm)

0 - 16 Pardo rojizo (5YR 3/2) en húmedo; franco arcillosa; plástico y adhesivo;
A_p extraordinariamente duro, firme; estructura de bloques angulares medios, moderados Raíces finas comunes; poros finos comunes. Límite lineal, abrupto.

16 - 37 B ₁	Pardo rojizo (5YR 3/2) en húmedo con 50% de rojo sucio (2.5YR 3/2) en húmedo; arcillosa; plástico y adhesivo; friable; estructura de bloques angulares medios, moderados. Raíces finas abundantes; poros finos abundantes. Gravitas aisladas finas, barnizadas de arcilla y película de arcilla en canales de antiguas raíces gruesas. Límite lineal, gradual.
37 - 70 B _{t1}	Pardo rojizo (5YR 3/2) en húmedo con 70% de pardo rojizo (2.5YR 3/4) en húmedo; arcillosa; plástico y adhesivo; friable a firme; estructura de bloques angulares medios, moderados. Raíces finas escasas; poros abundantes. Gravitas aisladas barnizadas de arcilla. Cutanes de arcilla delgados, discontinuos en caras de agregados. Límite lineal, gradual.
70 - 113 B _{t2}	Pardo rojizo (2.5YR 3/4) en húmedo con 40% de rojo débil (2.5YR 4/2) en húmedo; arcillosa; plástico y adhesivo; firme; estructura de bloques angulares medios, moderados a fuertes. Raíces finas escasas; poros finos abundantes. Gravitas finas aisladas, completamente barnizadas de arcilla. Cutanes de arcilla delgados en caras de agregados. Límite lineal, gradual.
113 - 130 B _{t3}	Pardo rojizo (2.5YR 3/4) en húmedo y rojo débil (2.5YR 4/2) en húmedo; arcillosa; plástico y muy adhesivo; firme; macizo. Raíces finas aisladas; poros finos abundantes. Cutanes cubren granos de minerales y tapan incluso poros medios. Límite lineal, gradual.
130 - 140 B _{t4}	Pardo rojizo (2.5YR 3/4) en húmedo y/o rojo débil (2.5YR 4/2); arcillosa; plástico y muy adhesivo; firme; macizo. No se ven raíces; poros finos comunes. Gravitas finas aisladas. Cutanes escasos. Manchas de color negro (5YR 2/0) que aparecen dentro de la masa corresponden a concentración de hierro y manganeso. Límite lineal, abrupto.
140 y más C	Substrato fluvio-glacial constituido de gravitas y piedras alteradas, acompañadas de algunas piedras frescas o sólo semialteradas.

SERIE MACAL PONIENTE, franco arenosa muy fina

Símbolo Cartográfico: MCP

Caracterización General

La Serie Macal Poniente es un miembro de la Familia franca gruesa, mixta, térmica de los Mollic Xerofluvents (Inceptisol).

Son suelos formados sobre sedimentos aluviales recientes que han recibido considerables aportes de cenizas volcánicas recientes y que se presentan ocupando las terrazas aluviales más bajas del río Ñuble en el sector de San Fabián. Son suelos profundos, bien drenados, de color pardo oscuro que en la parte baja del subsuelo toman coloraciones pardo grisáceo muy oscuro a gris muy oscuro, las primeras en matices 7.5YR y las segundas en matices 10YR; texturas medias en la superficie, moderadamente gruesas desde los 25 cm y gruesas por debajo del metro; débilmente estructuradas en la superficie y de grano simple en profundidad, consistencia friable o muy friable y alta porosidad asociada a un buen arraigamiento desde la superficie a la parte media del pedón, raíces escasas por debajo del metro. Estos suelos ocurren en una topografía plana a casi plana, presentan una permeabilidad rápida y un escurrimiento superficial lento.

Características Físicas y Morfológicas del Pedón

Profundidad (cm)

0 - 26 A ₁	Pardo oscuro (7.5YR 3/2) en húmedo; franco arenosa muy fina; no plástico y no adhesivo; muy friable; estructura de bloques subangulares finos, débiles. Raíces finas comunes; poros finos abundantes y medios comunes. Límite lineal, claro.
26 - 83 AC ₁	Pardo oscuro (7.5YR 4/2) en húmedo; franco arenosa fina; no plástico y no adhesivo; muy friable; tendencia a estructura de bloques

subangulares finos, débiles. Raíces finas comunes; poros finos abundantes y medios comunes. Fragmentos de mica abundantes. Límite lineal, claro.

83 - 105
AC₂ Pardo oscuro (7.5YR 4/4) en húmedo; franco arenosa fina; no plástico y no adhesivo; muy friable; macizo. Raíces finas comunes y algunas raíces medias; poros finos abundantes. Fragmentos de mica abundantes. Límite lineal, abrupto.

105 - 120
C₃ Pardo rojizo muy oscuro (5YR 3/2) en húmedo; areno francosa fina; no plástico y no adhesivo, suelto; grano simple. Raíces finas escasas; poros finos y medios comunes. Fragmentos de mica comunes a abundantes. Límite lineal, claro.

120 - 150
C₄ Gris muy oscuro (10YR 3/1) en húmedo; arenosa; no plástico y no adhesivo; suelto; grano simple. No hay raíces; poros finos y medios comunes.

SERIE SANTA BÁRBARA, franco limosa

Símbolo Cartográfico: SBA

Caracterización General

La Serie Santa Bárbara es un miembro de la Familia medial, mixta, mésica de los Typic Haploxerands (Andisol).

Son suelos poco evolucionados, formados sobre cenizas volcánicas recientes (post-glaciales: 8.000-10.000 BP) depositadas sobre substrato fluvioglaciales o materiales fluviales difícilmente detectables por la profundidad a que ocurre. Son suelos profundos a muy profundos, bien drenados, de texturas medias, generalmente franca o franco limosa en el primer horizonte y franco limosa en profundidad, bien estructurados, de buen arraigamiento, muy porosos y sin gravas en los primeros 160 cm. El color de los primeros 40 a 45 cm es pardo

oscuro en matices 7.5YR con visos pardo rojizo oscuro en matices 5YR, más bajo existe un horizonte de transición hasta los 70 cm, de color pardo oscuro en matices 7.5YR. El suelo se presenta en una topografía de lomajes y cerros, mostrando una superficie reducida de suelos ligeramente ondulados (2 a 5% de pendiente) y ocasionalmente suelos de topografía casi plana (1 a 3% de pendiente). La permeabilidad es moderada y el escurrimiento superficial moderadamente lento en pendientes hasta 3%, moderado en pendientes hasta 5%, rápido en pendientes hasta 15% y muy rápido en más de 15%; las pendientes superiores a 30% se asocian a una erosión moderada; sectores con 50% muestran una erosión de moderada a severa, dependiendo de la longitud de las pendientes.

Características Físicas y Morfológicas del Pedón

Profundidad (cm)

0 - 12 A ₁	Pardo oscuro (7.5YR 3/2) en húmedo, pardo /10YR 4/3) en seco; franco limosa; no plástico y no adhesivo; suelto, muy friable; estructura granular fina, débil. Raíces finas y medias abundantes; poros finos abundantes. Límite lineal, claro.
17 - 28 A ₂	Pardo oscuro (7.5YR 3/2) en húmedo a pardo rojizo oscuro (5YR 3/4) en húmedo, pardo (10YR 4/3) en seco; franco limosa; no plástico y no adhesivo; suelto, muy friable; estructura granular fina con 20% de media, débil. Raíces finas abundantes y medias comunes; poros finos abundantes. Límite lineal, claro.
28 - 43 A ₃	Pardo oscuro (7.5YR 3/2) en húmedo a pardo rojizo oscuro (5YR 3/4) en húmedo, pardo (10YR 4/3) en seco; franco limosa; no plástico y no adhesivo; suelto, friable; estructura granular media débil a moderada. Raíces finas abundantes; poros finos abundantes. Límite lineal, gradual.
43 - 67 B ₁	Pardo oscuro (7.5YR 3/2) en húmedo y pardo (7.5YR 4/4) en húmedo, pardo grisáceo (10YR 4/2) en seco; franco limosa; no plástico y no

adhesivo; suelto, friable; estructura se bloques subangulares medios, débiles. Raíces finas abundantes; poros finos abundantes. Límite lineal, gradual.

67 - 98 B ₂	Pardo oscuro (7.5YR 3/2) en húmedo y pardo (7.5YR 4/4) en húmedo, pardo grisáceo (10YR 5/2) en seco con pardo amarillento (10YR 5/6) en seco; franco limosa; no plástico y no adhesivo; suelto, friable; estructura se bloques angulares medios, débiles a moderados. Raíces finas comunes; poros finos abundantes. Límite lineal, gradual.
98 - 150 B ₃	Pardo (7.5YR 4/2 y 4/4) en húmedo; franco limosa; no plástico y ligeramente adhesivo; friable; macizo Raíces finas comunes; poros finos abundantes.

Se debe señalar que la descripción completa de suelos se presenta en el Anexo 3.3-1.

3.4 Antecedentes de Hidrología

3.4.1 Precipitaciones

En el área de estudio cercana al proyecto, zona sur de la Región del Maule y en la Región del Ñuble, se consideraron 21 estaciones meteorológicas de la DGA, y se obtuvieron las precipitaciones diarias en el periodo de 60 años entre 1960 y 2019, en donde existía mayor información. En la Tabla 3.4-1 se muestra la información de las estaciones meteorológicas utilizadas en este trabajo, mientras que en la Figura 3.4-1 se presenta su ubicación.

Por su parte, en la Tabla 3.4-2 se muestra la calidad de la estadística para estas estaciones, destacándose los años en que cada una cuenta con información pluviométrica, considerando para esto como año completo con información cuando se tiene igual o más de 11 meses de información.

Tabla 3.4-1 Estaciones Meteorológicas en Área de Estudio

Nº	Nombre Estación	Código BNA	Coordenadas WGS84		Altitud [msnm]
			Este [m]	Norte[m]	
1	La Sexta de Longaví	07352002-9	264.571	6.000.382	229
2	Parral	07345001-2	245.632	5.990.901	175
3	Rio Longaví en la Quiriquina	07350001-K	279.169	5.987.809	449
4	Digua Embalse	07331002-4	271.043	5.984.556	390
5	Bullileo Embalse	07350006-0	283.005	5.981.271	600
6	Millauquén	08118003-2	227.069	5.976.463	152
7	San Manuel en Perquilauquén	07332003-8	265.975	5.970.720	270
8	Canal de La Luz en Chillan	08117009-6	222.649	5.945.381	136
9	Chillan Viejo	08117002-9	220.417	5.941.387	115
10	Coihueco Embalse	08113001-9	249.755	5.941.311	314
11	Rio Ñuble en San Fabián N 2	08106002-9	274.060	5.948.117	450
12	Caracol	08105004-K	285.909	5.941.184	610
13	Caman	08105005-8	294.611	5.938.943	670
14	San Fabián	08106003-7	274.127	5.948.354	465
15	Mayulermo	08124005-1	241.822	5.921.305	371
16	Rio Chillan en Esperanza N 2	08117006-1	262.605	5.923.995	586
17	Diguillín	08130006-2	264.466	5.916.228	670
18	Fundo Atacalco	08130003-8	270.101	5.911.186	740
19	Las Trancas	08130004-6	279.123	5.912.152	1.242
20	Rio Diguillín en San Lorenzo (Atacalco)	08130002-K	270.575	5.910.410	727
21	Pemuco	08132002-0	224.309	5.902.998	200

Fuente: Elaboración propia.

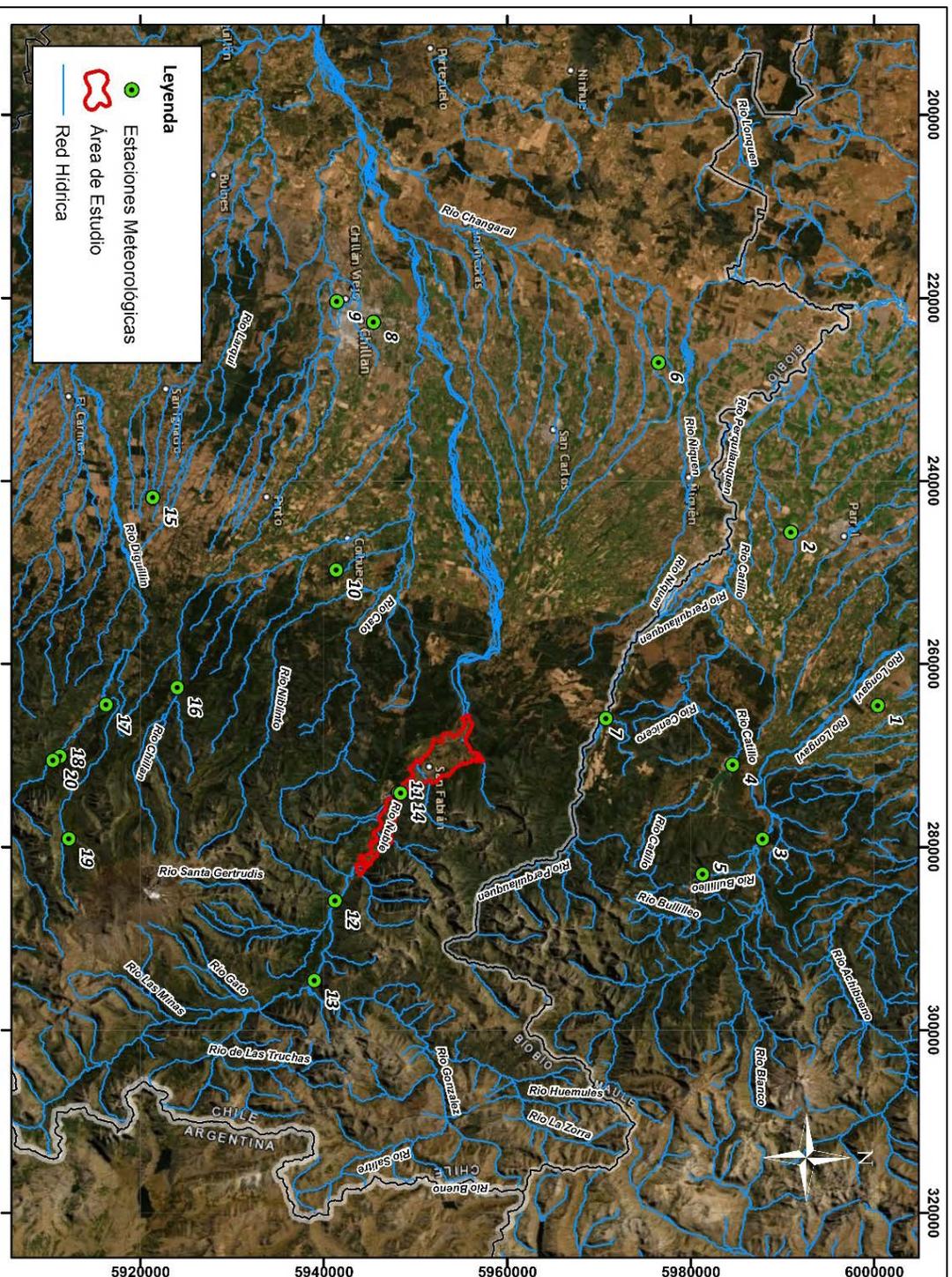


Figura 3.4-1. Ubicación Estaciones Meteorológicas de Interés

Fuente: Elaboración propia. DATUM WGS84 HUSO19

Para las 21 estaciones pluviométricas seleccionadas se realizó el relleno y extensión de las series de precipitación diaria para el período de análisis (1960 a 2019). Para el relleno de las precipitaciones diarias, se utilizó una metodología de tipo correlación lineal entre estaciones cercanas, pues entre las estaciones de estudio hay varias que presentan estadística completa con buena correlación diaria con las estaciones cercanas. Para el relleno y extensión de la estadística se fijó una correlación mínima de $R^2=0,7$ entre pares de estaciones.

Se optó por esta metodología por sobre una del tipo modelo estocástico multivariado de relleno, por las características propias del sector del estudio, en donde se tiene que en algunos sectores se tienen precipitaciones locales que no se reflejan en estaciones más lejanas.

De esta forma se generaron las series completas de precipitaciones diarias para el período de estudio desde 1960 a 2019. Para analizar y corroborar la similitud entre datos medidos y rellenados, y así validar el método de relleno, se presentan los gráficos de las series de precipitaciones mensuales por estación, verificando así las tendencias en cada una de ellas.

Luego de realizar el análisis, relleno, extensión, y consistencia de la información pluviométrica diaria disponible, se generaron las series de precipitaciones mensuales completas para el período de 60 años comprendidos entre 1960 y 2019.

Finalmente, los resultados de precipitaciones anuales encontrados fueron comparados con las curvas de isoyetas anuales presentadas por la DGA en el último Balance Hídrico de Chile (2017), cuyos valores se presentan a modo de referencia en la Figura 3.4-2, mediante la generación de la precipitación característica del área de estudio. Para lo anterior se realizaron distintos métodos, como lo son la construcción de curvas de isoyetas específicas para la zona de estudio y de mantos de precipitación. La comparación se realizó en términos generales sobre los resultados encontrados, entendiendo que las curvas presentadas por la DGA son de carácter nacional, mientras que las generadas para el presente estudio son específicas para la zona de estudio, lo que puede significar diferencias en los resultados obtenidos, además para el presente estudio se trabajó con una estadística más actualizada, lo cual también podría haber generado diferencias.

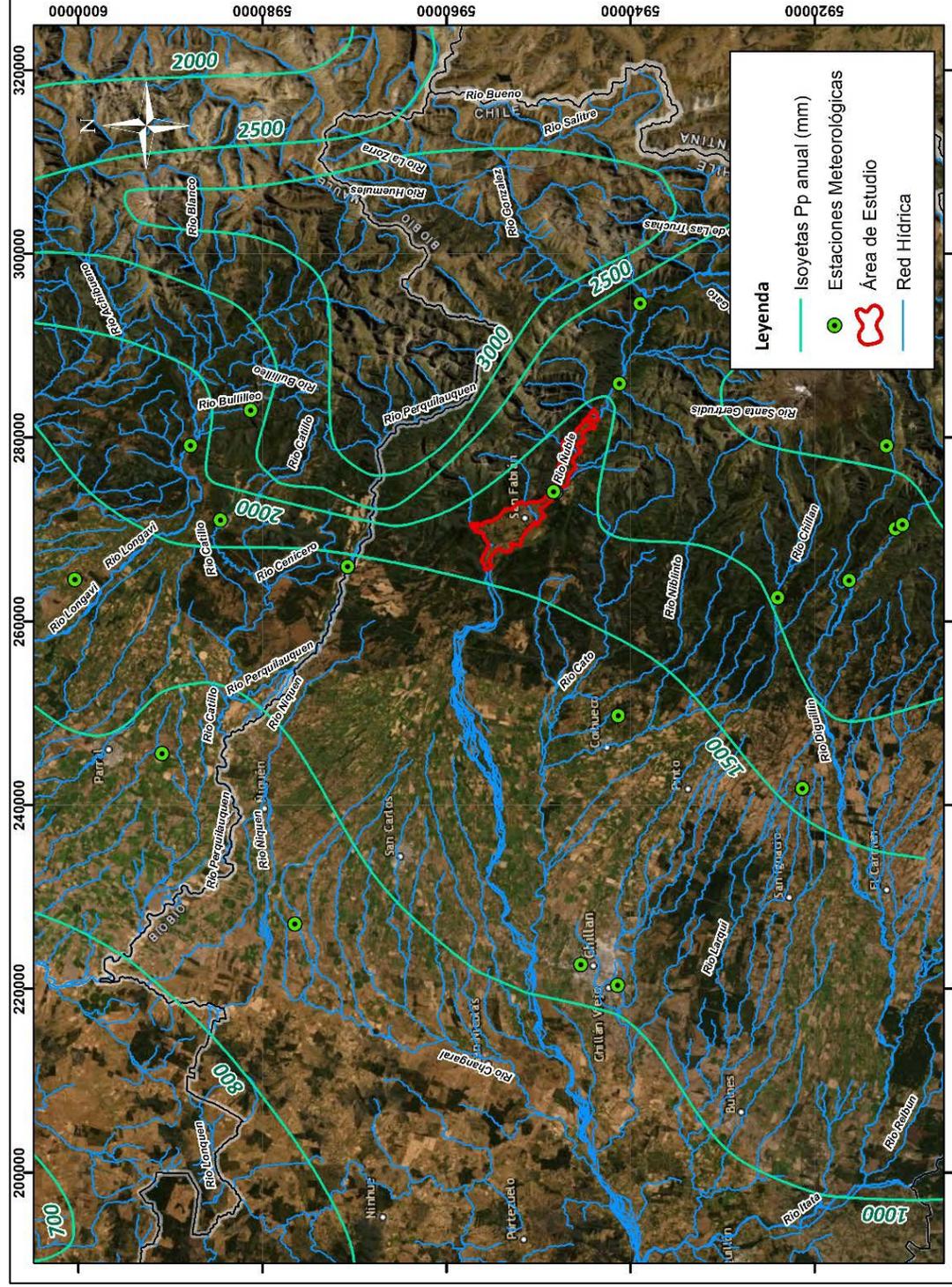


Figura 3.4-2. Isoyetas de Precipitación Anual, Actualización Balance Hídrico Nacional (DGA, 2017)

Fuente: Elaboración propia

3.4.2 Fluviometría

El cálculo de caudales en la zona de estudio se separó entre cuencas asociadas a ríos y esteros, con control fluviométrico, y cuencas asociadas a quebradas, sin control fluviométrico. Para las cuencas de ríos y esteros, se utilizó la información fluviométrica existente en la zona, mientras que para las cuencas de quebradas se realizó el análisis a partir de la información pluviométrica, utilizando métodos indirectos de precipitación-escorrentía que fueron calibrados para el sector de estudio, con estaciones fluviométricas de la cuenca del río Perquilauquén y del río Longaví (Perquilauquén en San Manuel, Longaví en El Castillo o Longaví en La Quiriquina).

De acuerdo con los antecedentes disponibles, en la zona del Proyecto de Riego Punilla se recopilaron las series caudales medios diarios en el periodo de 50 años entre 1960 y 2019 en un total de 9 estaciones fluviométricas del Río Ñuble y sus afluentes, de las cuales se descartaron 3 por la poca información disponible, menor a 3 años. Además, se descartó la utilización de la estación Río Ñuble en Longitudinal, ya que los registros de esta estación son hasta el año 1971, siendo retirada de la red fluviométrica debido a la gran influencia de riego que existe aguas arriba de ella, la cual imposibilita la medición de caudales en régimen natural, y al mismo tiempo no es válido un eventual relleno y extensión de estadística. Finalmente, la información de las Estaciones Río Ñuble en San Fabián y Río Ñuble en San Fabián N°2, se complementan y se considera como una estación única, por lo tanto, del total de 5 estaciones utilizadas, para efectos de la caracterización fluviométrica se tiene en total la información de 4 estaciones. En la Tabla 3.4-3 se muestra la información de las estaciones fluviométricas utilizadas en este trabajo, mientras que la Figura 3.4-3 presenta su ubicación.

Tabla 3.4-3 Estaciones Fluviométricas

Nº	Nombre Estación	Código BNA	Coord. Este (m)	Coord. Norte (m)	Altitud (msnm)
1	Río Cato en Puente Cato	08114001-4	227.516	5.949.890	123
2	Río Sauces antes junta con Ñuble	08104001-K	296.587	5.939.407	620
3	Río Ñuble en La Punilla	08105001-5	292.079	5.940.025	635
4	Río Ñuble en San Fabián	08106001-0	271.204	5.949.316	410
5	Río Ñuble en San Fabián N 2	08106002-9	274.060	5.948.117	450

Fuente: Elaboración propia.

Por su parte, en la Tabla 3.4-4 se muestra la calidad de la estadística para estas estaciones, destacándose los años en que cada una cuenta con información fluviométrica, donde se consideró como año con información cuando se tiene igual o más de 11 meses de información.

Cabe destacar que, la estación fluviométrica Río Ñuble en La Punilla presentó durante la mayor parte de su período un error instrumental en la medición de los caudales, lo cual generó en los caudales una sobrestimación y, como consecuencia, lo mismo en el tamaño de diseño del embalse La Punilla, el cual tuvo que verse reducido para quedar en un tamaño de 600 millones de m³, en función de la corrección de la estadística de la estación. Lo anterior, generó además una disminución en la superficie de riego que se verá beneficiada por el embalse La Punilla, considerándose una superficie a mejorar de 60.000 has, a lo que se agrega entre 6.000 y 8.000 has nuevas. Estos cambios han modificado el diseño del embalse, traducido en las obras que se están construyendo.

Un hecho importante respecto a la estadística fluviométrica de la estación Río Ñuble en La Punilla, que define los caudales afluentes al embalse La Punilla, es que la corrección hecha a los registros erróneos ha sido para el período desde 1989 en adelante, por lo cual, para evitar posibles arrastres de errores por la corrección, esta estación no se utilizó para el proceso de relleno y extensión de estadística de las series de las restantes estaciones consideradas en este trabajo. Sin embargo, por la importancia de la estación Río Ñuble en La Punilla en el contexto del presente proyecto, ésta sí se utilizó para la caracterización fluviométrica del sector en que se encuentra ubicada, para la cual se empleó la estadística corregida.

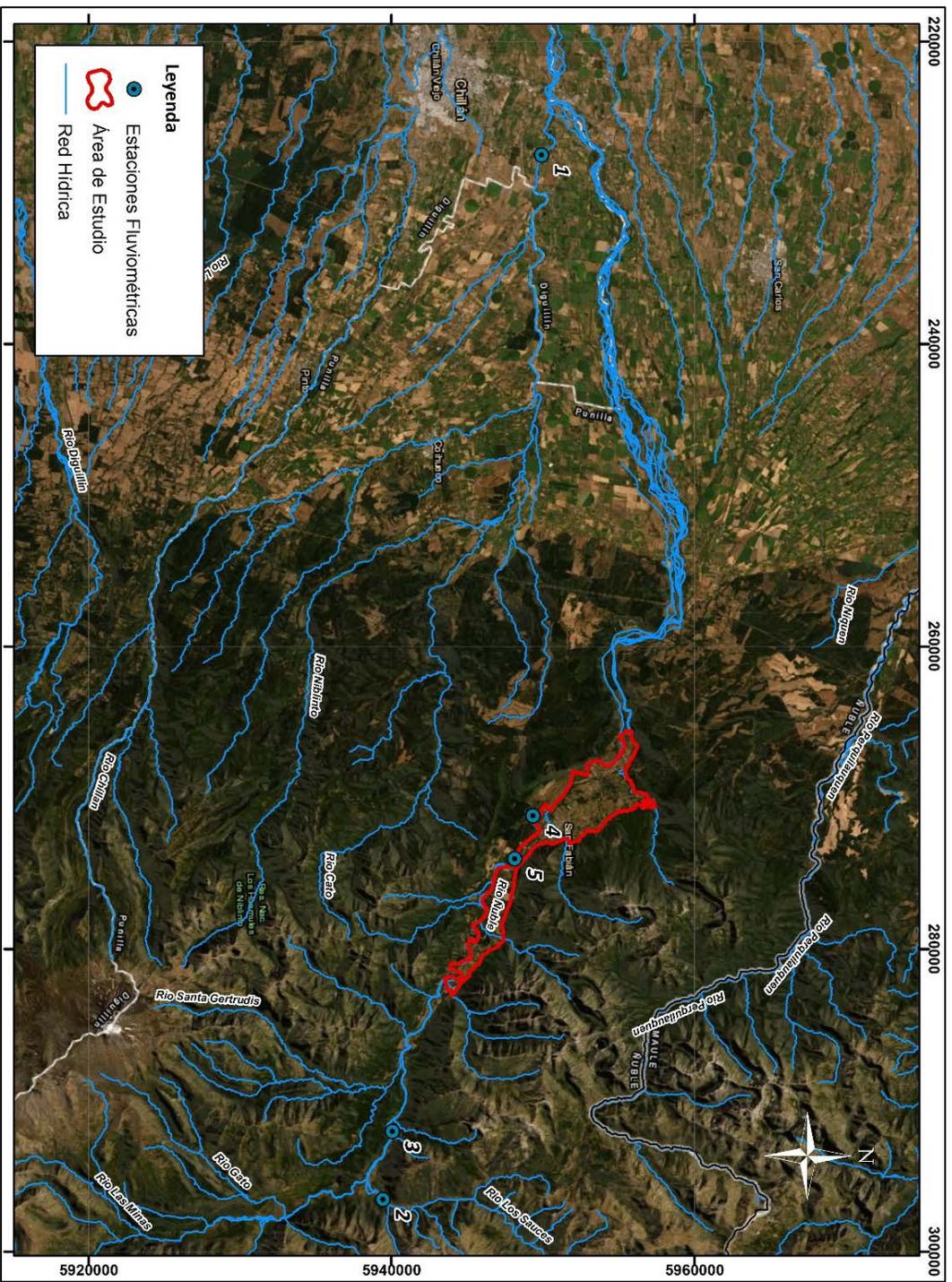


Figura 3.4-3. Ubicación Estaciones Fluviométricas de Interés

Fuente: Elaboración propia

Tomando en cuenta las limitaciones señaladas, para las estaciones fluviométricas de estudio se realizó el relleno y extensión de las series de caudales medios diarios para el período de análisis, desde 1960 a 2019. Para el relleno se consideró la correlación lineal mensual entre las estaciones, para el periodo 1960-2019; también se utilizaron correlaciones anuales, considerando las estaciones con información y mejor correlación para el relleno. Para el relleno y extensión de la estadística se fijó una correlación mínima de $R^2=0,7$ entre los pares de estaciones. A objeto de analizar y corroborar la similitud entre datos medidos y datos rellenados, y así validar el método de relleno, se presentaron los gráficos de las series de caudales medios mensuales por estación, verificando así las tendencias en cada una de ellas.

Luego de realizar el análisis, relleno, extensión, y consistencia de la información fluviométrica diaria disponible, se generaron las series de caudales medios mensuales completas para el período de 60 años comprendidos entre 1960 y 2019.

Los resultados encontrados fueron comparados con los últimos estudios realizados en el marco de la concesión del embalse La Punilla (realizada por Astaldi), en la cual se realizó una actualización de los recursos hídricos, pero cuyos resultados no son públicos.

3.4.3 Temperatura

El objetivo del estudio de temperaturas fue caracterizar el área de estudio a través de los resultados de temperaturas medias mensuales y anuales, y utilizarlos en los balances hídricos realizados en cada sector del área de estudio, además de ser necesarios para determinar los requerimientos evapotranspirativos de los cultivos.

En el entorno del área de estudio, existen registros de temperaturas en 5 estaciones, del total de 21 estaciones meteorológicas de la DGA consideradas (ver Figura 3.4-1), desde las que se obtuvieron las temperaturas medias mensuales en el período de 55 años entre 1965 y 2019, en donde existe mayor información. En la Tabla 3.4-5 se muestra la información de las estaciones meteorológicas en que se dispone de información de temperaturas.

Tabla 3.4-5 Estaciones Meteorológicas con Estadística de Temperaturas

Nombre Estación	Código BNA	Coordenadas WGS84		Altitud [msnm]
		Este [m]	Norte[m]	
Parral	07345001-2	245.632	5.990.901	175
Digua Embalse	07331002-4	271.043	5.984.556	390
Coihueco Embalse	08113001-9	249.755	5.941.311	314
Caracol	08105004-K	285.909	5.941.184	610
Diguillín	08130006-2	264.466	5.916.228	670

Fuente: Elaboración propia.

De las estaciones con información de temperaturas, Diguillín es la única que presenta un período completo de estadística, por lo que fue utilizada como estación patrón para el relleno de las demás estaciones. En la Tabla 3.4-6 se presenta el período con información de estadística de temperaturas de las estaciones de estudio.

Tabla 3.4-6 Período de Estadística de Temperaturas por Estación

Nombre Estación	Período con información
Parral	1975-2009
Digua Embalse	1974-2014
Coihueco Embalse	1976-2012
Caracol	1987-2012
Diguillín	1965-2020

Fuente: Elaboración propia.

Finalmente, los resultados de las temperaturas medias anuales encontrados fueron comparados con las curvas de isotermas presentadas por la DGA en el último Balance Hídrico de Chile (2017), cuyos valores se presentan a modo de referencia en la Figura 3.4-4. Luego, se generaron las series de temperaturas medias mensuales a partir de los resultados obtenidos en el presente trabajo, para cada sector de estudio, al considerarse éstas de mayor representación por el carácter específico para el área de interés, frente al carácter general del Balance Hídrico Nacional.

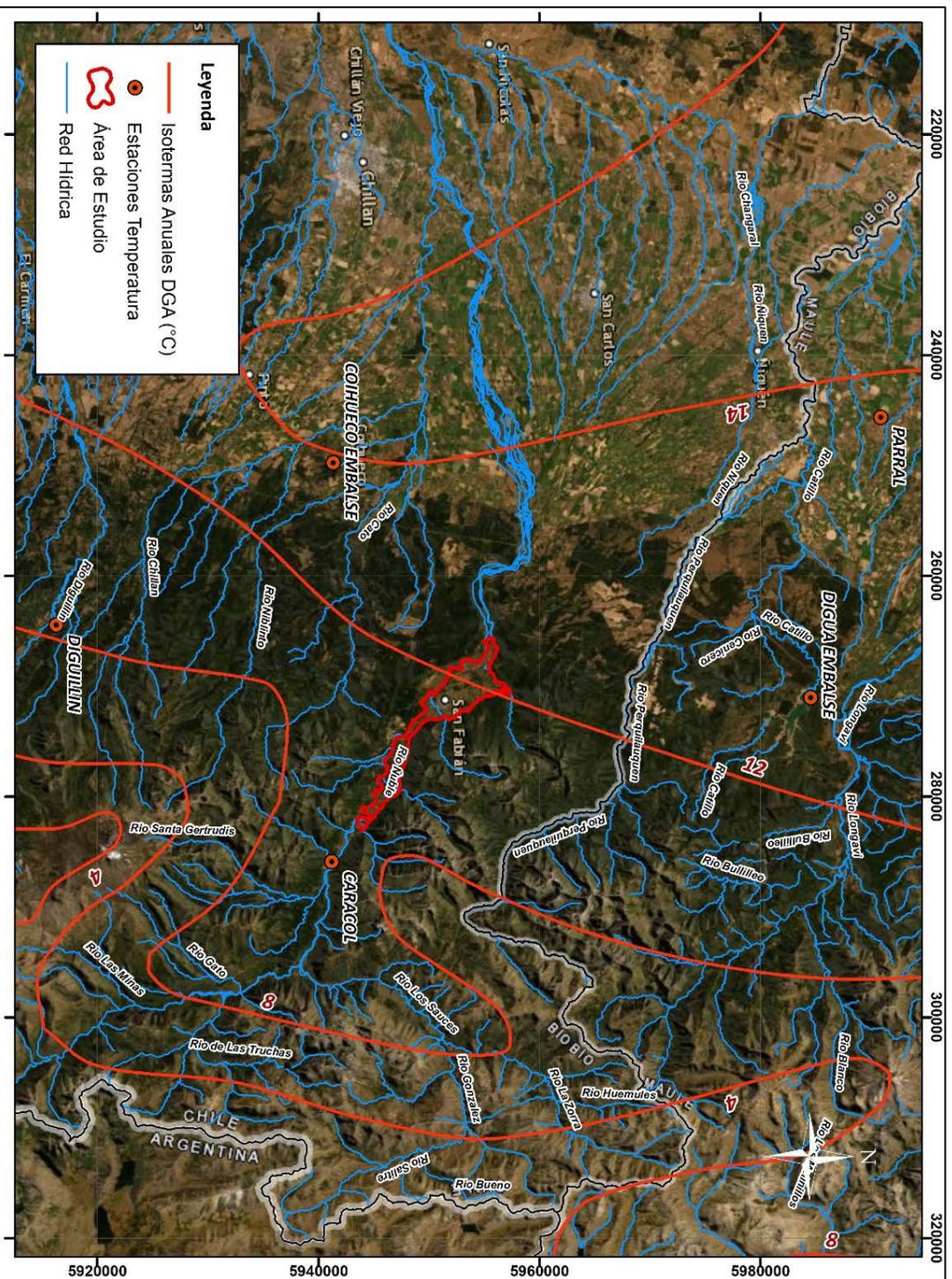


Figura 3.4-4. Isotermas de Temperatura Anual, Actualización Balance Hídrico Nacional (DGA, 2017)

Fuente: Elaboración propia

3.4.4 Evaporación

El objetivo del estudio de la evaporación es caracterizar el área de a través de los resultados de evaporación media mensual y anual, y ser utilizados en los balances hídricos realizados en cada sector en el área de estudio, al igual que para determinar pérdidas por evaporación en embalses analizados en este trabajo (Punilla, San Fabián, embalses menores).

En el área de estudio cercana al proyecto, existen registros de evaporación en 6 estaciones, de las 21 estaciones meteorológicas de la DGA consideradas (ver Figura 3.4-1). En la Tabla 3.4-7 se muestra la información de las estaciones meteorológicas en que existe información de evaporación.

Tabla 3.4-7 Estaciones Meteorológicas con Estadística de Evaporación

Nombre Estación	Código BNA	Coordenadas WGS84		Altitud [msnm]
		Este [m]	Norte[m]	
Parral	07345001-2	245.632	5.990.901	175
Digua Embalse	07331002-4	271.043	5.984.556	390
Bullileo Embalse	07350006-0	283.005	5.981.271	600
Coihueco Embalse	08113001-9	249.755	5.941.311	314
Caracol	08105004-K	285.909	5.941.184	610
Diguillín	08130006-2	264.466	5.916.228	670

Fuente: Elaboración propia.

De las estaciones con información de evaporación, Diguillín es la que presenta un período mayor de estadística. En la Tabla 3.4-8 se presenta el período con información de estadística de evaporación de las estaciones de estudio.

Tabla 3.4-8 Período de Estadística de Evaporación por Estación

Nombre Estación	Período con información
Parral	1975-2018
Digua Embalse	1972-2018
Bullileo Embalse	1979-2018
Coihueco Embalse	1975-2018
Caracol	1987-2018
Diguillín	1965-2018

Fuente: Elaboración propia.

Finalmente, los resultados de evaporaciones anuales encontrados fueron comparados con las curvas de isolíneas de evaporación anual de Tanque presentadas por la DGA en el último Balance Hídrico de Chile (2017), cuyos valores se presentan a modo de referencia en la Figura 3.4-5. Luego, se generan las series de evaporaciones a partir de los resultados obtenidos en el presente trabajo, para cada sector de estudio, al considerarse éstas de mayor representación por el carácter específico para el área de interés, frente al carácter general del Balance Hídrico Nacional.

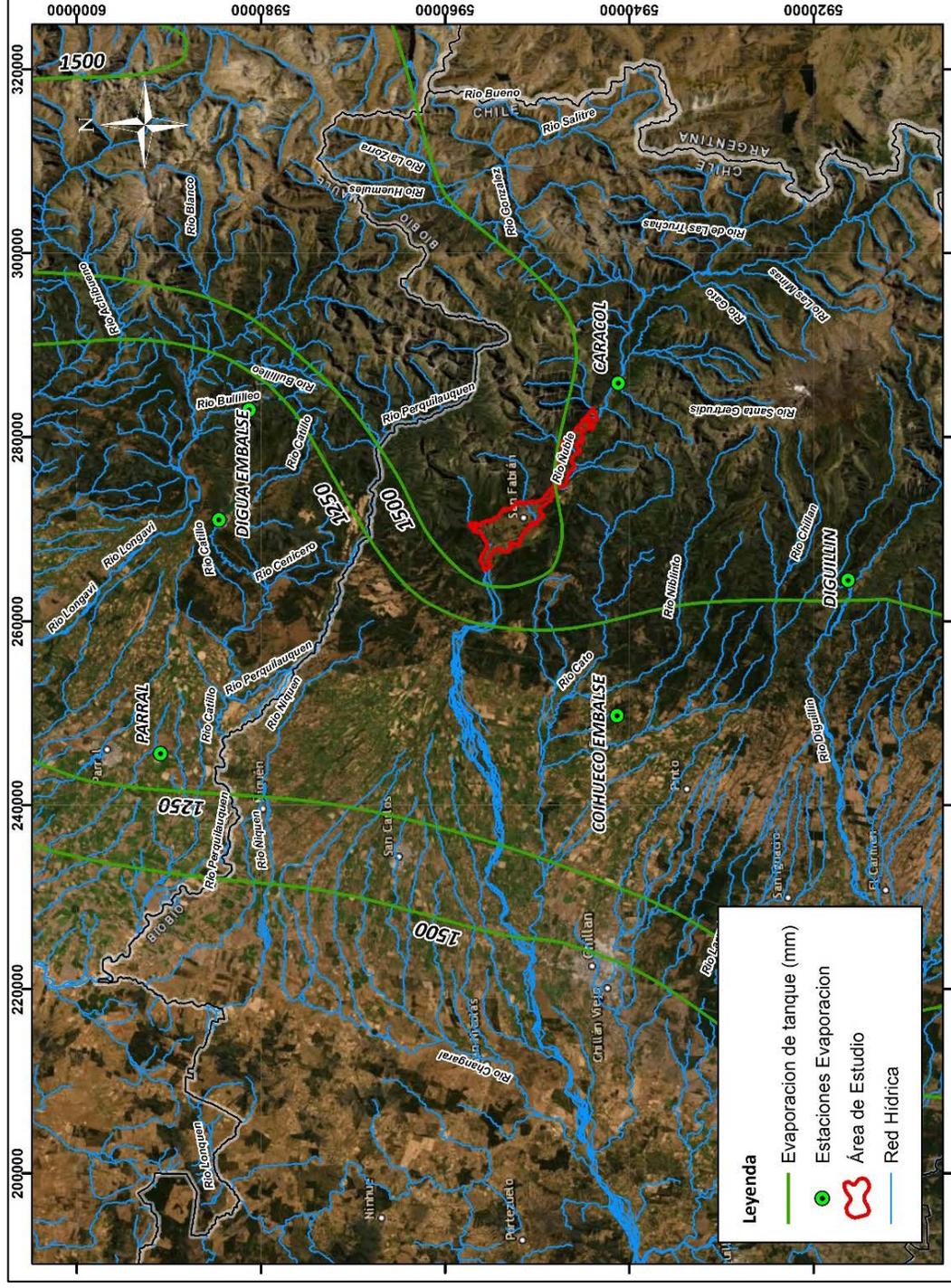


Figura 3.4-5. Isolíneas de Evaporación de Tanque Anual, Actualización Balance Hídrico Nacional (DGA, 2017)

Fuente: Elaboración propia

3.4.5 Caracterización cuencas aportantes

Se realizó una caracterización de las cuencas y subcuencas aportantes al área del proyecto, con el objetivo de generar la información de cada una de ellas que permitió evaluar los caudales que pudieran aportar al área de estudio y ser consideradas como fuentes de agua para algunos proyectos de riego. En particular, las cuencas de los esteros Bullileo y Las Piedras, como fuentes de agua para el embalse San Fabián, resultan particularmente importantes, al igual que el estero Lara. Se definieron un total de 29 cuencas aportantes al sector de estudio, cuyas ubicaciones se presentan en la Figura 3.4-6.

En primer término, se realiza una revisión referencial de la cobertura de suelo en el sector de las cuencas de estudio. Para lo anterior se utiliza la información presentada por la plataforma CAMELS-CL, desarrollada por el Centro de Ciencia del Clima y Resiliencia, (CR)2, de la Universidad de Chile, desde la cual se obtiene que en el sector de las cuencas aportantes al área de estudio, la cobertura de suelo es predominantemente de matorrales, siendo esta cobertura de aproximadamente un 50%, seguida de la presencia de bosque nativo en poco más de un 20%, luego se tiene una cobertura de tipo suelo estéril en poco menos de 20%, mientras el suelo restante está catalogado como "otro".

Esta caracterización sobre la cobertura de suelo fue utilizada para la determinación de parámetros tales como el coeficiente de escorrentía para las cuencas aportantes, así como también para otros parámetros que pudiesen ser relevantes para la modelación de la escorrentía.

A continuación, anticipándose a la caracterización señalada, para cada salida de estas subcuencas, se procesó la topografía del área, obtenida a partir de Modelos Digitales de Elevación (DEM) de alta resolución. Específicamente se utilizó la información del ALOS PALSAR DEM, el cual es un DEM de libre acceso a través de una plataforma de la NASA, y que cuenta con una resolución espacial de 12,5 m por celda, lo que representa una muy buena aproximación de la topografía de los sectores de interés.

Por otra parte, se delimitó la cuenca de aporte a cada punto de evaluación definido en la salida de cada subcuenca, con el software WMS, a partir de lo cual se calcularon los

principales parámetros de éstas, correspondientes al área aportante, elevaciones características, pendiente y largo del cauce principal.

En la Tabla 3.4-9 se muestran los principales parámetros para las cuencas aportantes al área del proyecto. Debe señalarse que en esta caracterización se incluyeron cuencas que aportan al río Ñuble por la ribera sur, fuera del área del proyecto, pero que su aporte incrementa los flujos del río los cuales fueron modelados para determinar la disponibilidad de aguas en él, a lo largo del límite del área de estudio.

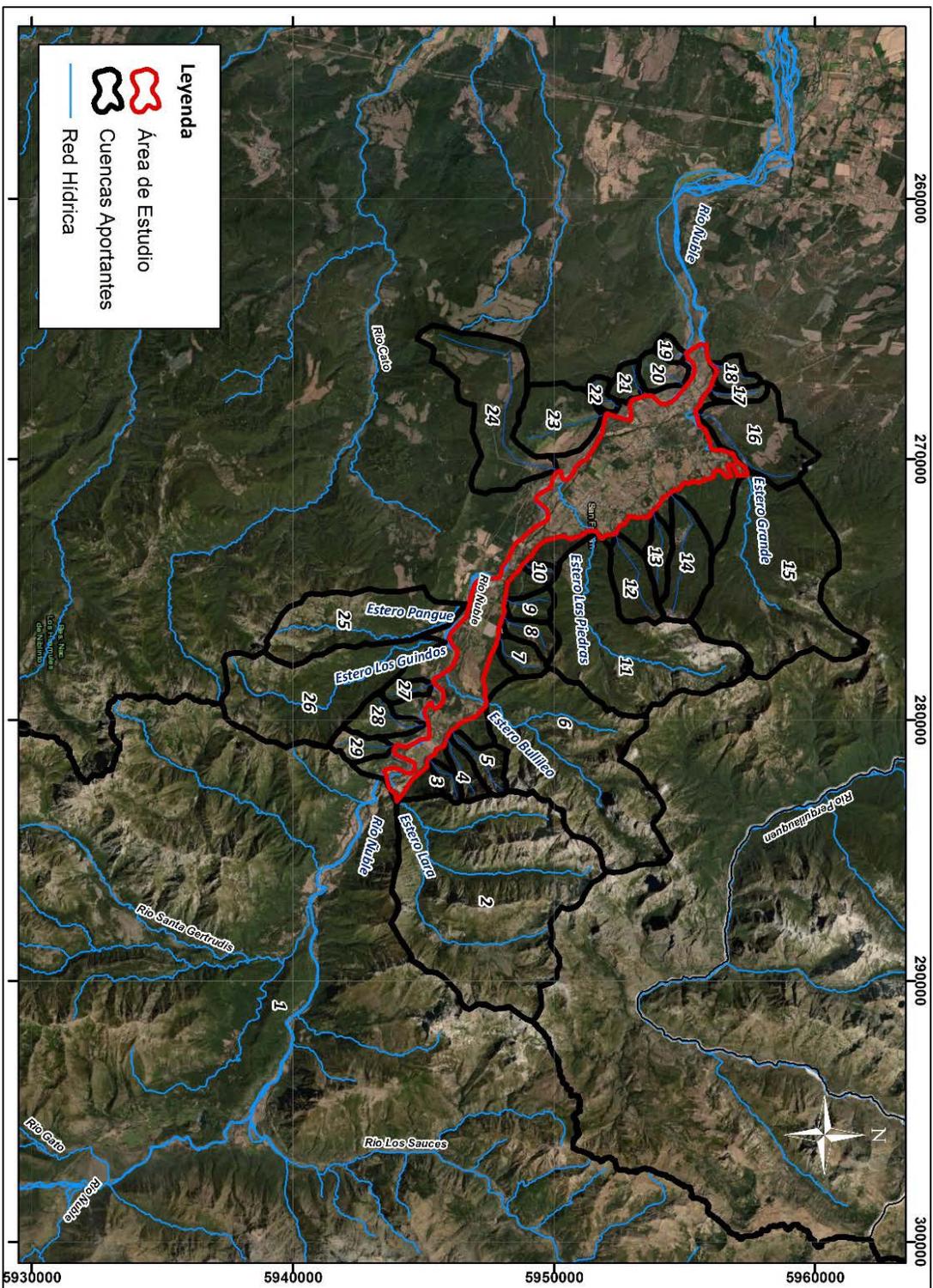


Tabla 3.4-9 Parámetros Cuencas Aportantes al Área de Estudio

Nº	Coordenadas WGS84		Cauce Asociado	Área Aportante (km ²)	Cota mínima (msnm)	Cota máxima (msnm)	Cota Media (msnm)	Pendiente (m/m)	Largo Cauce Principal (km)
	Este (m)	Norte (m)							
1	282.272	5.943.474	Río Ñuble	1.490,22	587	3.192	1.646	0,491	50,8
2	283.121	5.944.006	Estero Lara	49,51	613	2.247	1.489	0,622	10,5
3	281.581	5.945.164	-	1,04	611	1.631	1.111	0,682	1,9
4	280.726	5.945.896	-	1,81	603	1.838	1.146	0,621	2,4
5	280.430	5.946.085	-	2,39	604	1.941	1.217	0,706	3,0
6	279.360	5.947.420	Estero Bullileo	30,90	570	2.145	1.355	0,651	9,2
7	276.813	5.947.896	-	2,01	570	1.688	1.065	0,596	2,2
8	276.097	5.948.035	-	1,94	540	1.663	1.018	0,603	2,2
9	275.393	5.948.156	-	1,72	512	1.254	882	0,534	1,6
10	273.997	5.948.859	-	0,62	517	1.296	941	0,705	1,2
11	272.835	5.951.615	Estero Las Piedras	26,32	514	2.033	1.294	0,531	10,3
12	272.882	5.952.373	-	4,41	573	1.898	1.091	0,380	3,4
13	272.033	5.953.827	-	2,16	505	1.542	938	0,299	2,9
14	271.356	5.954.485	-	6,19	499	1.912	1.027	0,347	4,9
15	270.593	5.957.409	Estero Grande	30,23	493	1.946	1.178	0,440	9,2
16	268.357	5.955.484	-	9,12	405	1.169	587	0,201	4,6
17	267.355	5.955.957	-	1,04	408	620	498	0,143	1,9
18	266.346	5.956.027	-	1,53	384	644	525	0,235	1,6
19	265.921	5.955.035	-	0,78	369	693	507	0,314	1,1
20	267.147	5.954.944	-	2,06	376	651	461	0,206	1,6
21	267.519	5.953.353	-	1,44	384	651	573	0,224	1,2
22	267.981	5.952.455	-	0,99	408	654	591	0,199	1,8
23	268.310	5.951.879	-	7,21	405	792	573	0,204	3,0
24	270.406	5.950.099	-	15,12	425	955	664	0,203	8,6
25	275.560	5.946.638	Estero Pangue	13,50	463	1.856	1.087	0,494	7,8
26	277.027	5.945.838	Estero Los Guindos	19,80	475	1.875	1.203	0,539	9,4
27	278.617	5.945.342	-	1,17	502	1.076	760	0,414	1,7
28	280.177	5.945.074	-	2,70	505	1.490	906	0,451	2,2
29	281.020	5.943.816	-	1,88	529	1.640	1.084	0,551	2,2

3.4.6 Calidad de Aguas Superficiales

Cerca del área de estudio existen 4 estaciones de la DGA con reportes de calidad de aguas superficiales (Parámetros Físico-Químicos), con información mensual en el período de 60 años entre 1960 y 2019. En la Tabla 3.4-10 se muestra la información de estas estaciones, mientras que en la Figura 3.4-7 se presenta su ubicación respecto del área de estudio.

Tabla 3.4-10 Estaciones DGA Calidad de Aguas en área de estudio

Nº	Nombre Estación	Código BNA	Coordenadas WGS84		Altitud [msnm]
			Este [m]	Norte[m]	
1	Rio Sauces antes junta con Ñuble	08104001-K	296.587	5.939.407	620
2	Rio Ñuble en la Punilla	08105001-5	292.079	5.940.025	635
3	Rio Ñuble en San Fabián	08106001-0	271.204	5.949.316	410
4	Rio Ñuble en San Fabián Nº2	08106002-9	274.060	5.948.117	450

Fuente: Elaboración propia.

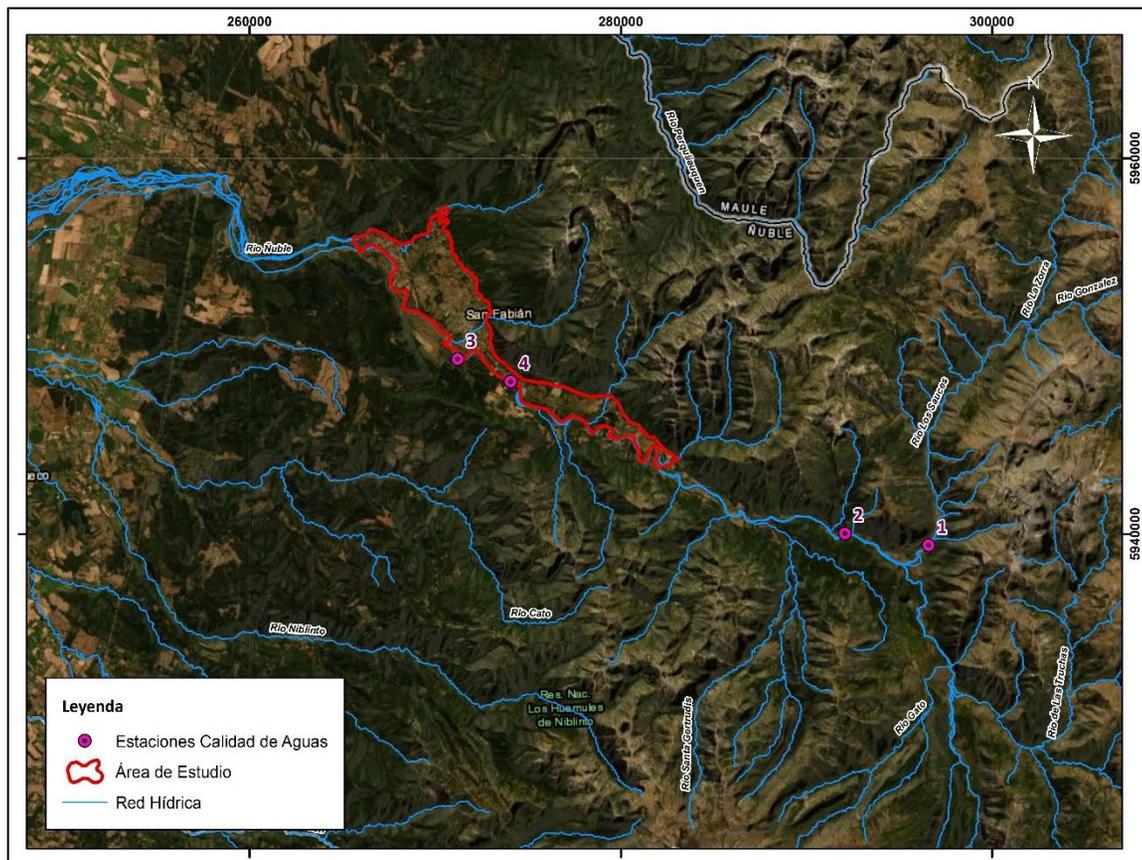


Figura 3.4-7. Ubicación Estaciones DGA Calidad de Aguas

Fuente: Elaboración propia.

La estadística en estas estaciones no es de gran calidad desde el punto de vista de su constancia en el tiempo, destacándose en la Tabla 3.4-11 el período de información que cada una de ellas presenta.

Tabla 3.4-11 Período Información Estaciones DGA Calidad de Aguas

Nº	Nombre Estación	Período con Información
1	Rio Sauces antes junta con Ñuble	1966-1972
2	Rio Ñuble en la Punilla	1966-1972
3	Rio Ñuble en San Fabián	1966-1973 / 1978-2010
4	Rio Ñuble en San Fabián N°2	2011-2019

Fuente: Elaboración propia.

La estación que cuenta con la mayor cantidad de datos corresponde a Río Ñuble en San Fabián. Como se observa en la tabla anterior, para dicha estación se cuenta con antecedentes de calidad hasta el año 2010. Desde 2011 en adelante se ha medido calidad del agua en la estación Río Ñuble en San Fabián N°2, la cual se ubica a unos 3 km aguas arriba de la anterior.

Los parámetros físico-químicos que han sido medidos y que son de interés para el riego según la norma NCh 1.333, corresponden a Aluminio, Arsénico, Boro, Cloruro, Cadmio, Cobalto, Cobre, Conductividad Específica, Cromo, Hierro, Manganeso, Mercurio, Molibdeno, Niquel, Plata, Plomo, Selenio y Sulfatos.

De acuerdo con los análisis realizados, las aguas del río Ñuble cumplen con todos los parámetros definidos por la norma NCh 1.333. Sólo existen dos valores puntuales que exceden la norma, y corresponden a Arsénico y Manganeso.

En relación a la Conductividad Específica, de acuerdo con la Tabla 2 de Clasificación de Aguas para Riego según su Salinidad, incluida en la norma NCh 1.333; las aguas del río Ñuble presentan una C.E. inferior a 750 umhos/cm, es decir, corresponden a aguas con las cuales generalmente no se observarán efectos perjudiciales.

En el Anexo 3.4-1 se consigna la información histórica de los análisis efectuados a las aguas del río Ñuble.

Cabe destacar que, las mediciones de estos parámetros no son continuas mes a mes para cada uno de ellos, existiendo parámetros con mayor extensión estadística que otros.

3.5 Antecedentes de Hidrogeología

Para el desarrollo de la caracterización hidrogeológica del sector de estudio en San Fabián se recopilaron, revisaron y analizaron todos los antecedentes disponibles sobre este tema. Estos antecedentes corresponden a la geología del sector, antecedentes de estudios geofísicos, estratigrafía de pozos, niveles de la napa y calidad química del agua subterránea, medidos en pozos de la red de monitoreo de la DGA.

A partir de dichos antecedentes, se definieron las propiedades de los acuíferos del sector en estudio, como son su geometría, formaciones acuíferas, caudales de explotación y niveles de la napa, parámetros hidráulicos y calidad del agua subterránea. A continuación, se describen las propiedades de los acuíferos de la zona de San Fabián, en base a los antecedentes recopilados.

3.5.1 Geología y Geomorfología

3.5.1.1 Geología Regional

Estratigráficamente las rocas más antiguas están representadas por rocas metamórficas, paleozoicas, que se distribuyen principalmente en el sector occidental de la Cordillera de la Costa. Discordantemente sobre ellas se exponen los Estratos de Pocillas - Coronel de Maule - Quirihue y rocas de la Formación Santa Juana, asignadas al Triásico y que incluyen sedimentitas y volcanitas, expuestas en el sector de Pocillas - Coronel de Maule - Quirihue, y sedimentitas marinas y continentales, en el extremo suroeste del área.

Las rocas cretácicas están representadas por sedimentitas marinas, de la Formación Quiriquina, transgresivas sobre el basamento metamórfico, en la zona costera, y por potentes secuencias volcano-sedimentarias de la Formación Río Blanco, en la Cordillera Andina.

Las rocas terciarias corresponden a sedimentitas marinas y continentales (Formación Curanilahue), con mantos de carbón en la región costera, y a sedimentitas (Formación Cura Mallín) en la Cordillera Andina. Sobre la unidad anterior se disponen, discordantemente, potentes coladas de lavas andesítico - basálticas atribuidas al Plioceno - Pleistoceno.

Depósitos morrénicos y glaciolacustres, en la Cordillera de Los Andes y Depresión Central, además de depósitos de terrazas marinas en la zona costera, desarrollados probablemente, durante el Pleistoceno y Holoceno, completan el cuadro estratigráfico.

Las rocas intrusivas expuestas se han agrupado en tres fases magmáticas, desarrolladas entre el Pleistoceno Superior y el Cretácico Superior.

3.5.1.2 Geología Local

Las principales formaciones geológicas del área de estudio se muestran en la Figura 3.5-1 y corresponden a:

- OM2c Formación Cura-Mallín:

Está compuesta por una secuencia de rocas piroclásticas, sedimentitas clásticas, tobas, brechas y, subordinadamente, areniscas, conglomerados, lutitas y coladas de lava, de composición intermedia, de colores pardo-rojizas, violáceas, verde, gris, amarillo y blanco. Fue definida por González-Ferran y Vergara el año 1962. En la zona de estudio aflora en la parte oriental y sur del río Ñuble, siendo el principal afloramiento presente en la sección de la Cordillera Andina perteneciente a la cuenca del río Ñuble.

- Mg Intrusivos Miocénicos

En el área aflora el Batolito Santa Gertrudis-Bullileo, que corresponde a un extenso complejo plutónico, de orientación general N-S. La composición petrográfica incluye facies de monzogranito, granodiorita, monzonita cuarcífera, monzodiorita cuarcífera y diorita cuarcífera.

Respecto a los depósitos no consolidados, que son los que albergan los acuíferos de mayor interés hidrogeológicos, en el área de estudio se detectan los siguientes rellenos:

- Q1 Depósitos Fluvio-aluviales Sedimentos de Valles Actuales

En el cauce actual del río Ñuble 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. Es frecuente observar, en la desembocadura de un cauce menor en otro mayor, abanicos fluviales donde se depositan importantes espesores de arenas y gravas.

- Q1fa Depósitos Fluvio-aluviales

Corresponden a materiales no consolidados, representados por gravas, ripios y arenas, que constituyen el relleno de los cauces de los ríos y esteros. Se diferencian de los depósitos actuales al ser estos últimos asociados al cauce actual, mientras que los descritos corresponden a los depósitos generados en los paleocauces.

- Q1t Sedimentos de Terrazas Fluviales

Esta unidad corresponde a los depósitos de gravas y arenas en niveles de terrazas, que se ubican en los ríos principales del área. Están compuestos por gravas y ripios, con clastos redondeados a subredondeados de andesitas y granitos de diámetro promedio entre 8 y 30 cm, con fracciones variables de arenas y limos. Sus espesores máximos alcanzan a 20 m. La localidad de San Fabián está emplazada sobre estos depósitos.

- Q1c Depósitos Coluviales

Los depósitos de origen coluvial se localizan en las laderas de fuerte pendiente y sin vegetación, de los valles de origen glacial. Los depósitos de origen coluvial son muy inmaduros y los componen fragmentos rocosos, provenientes de las partes altas de las laderas, generalmente monomícticos y angulosos. Tienen forma de abanico irregular que, a causa de la inestabilidad gravitacional o por saturación de agua, provocan derrumbes. En términos hidrogeológicos estos depósitos constituyen áreas propicias de recarga que facilitan la infiltración de una fracción de las precipitaciones.

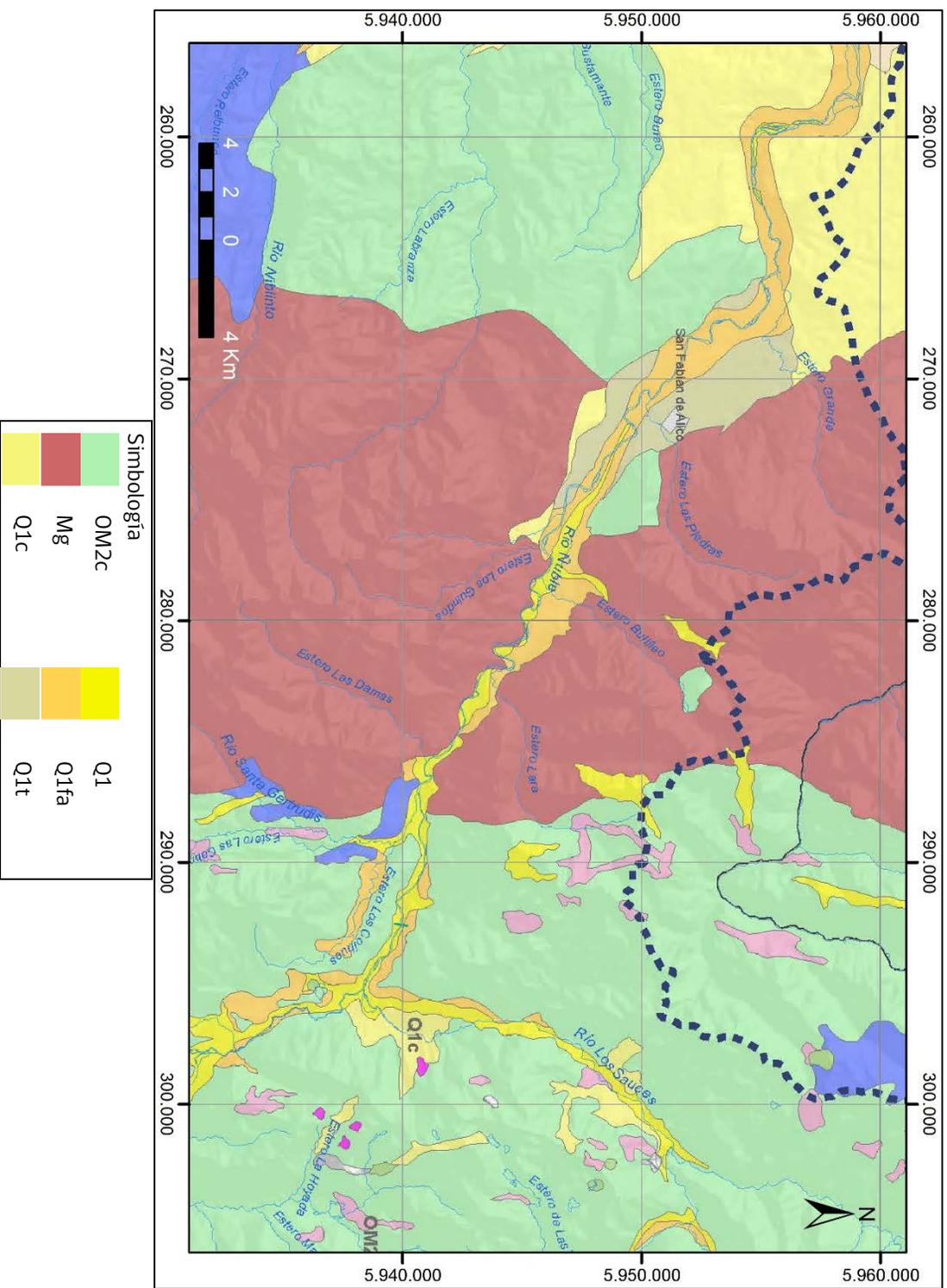


Figura 3.5-1. Geología Sector San Fabián

Fuente: Estudio Hidrogeológico Cuencas Bío Bío e Itata, DGA 2011

3.5.1.3 Geomorfología

La región de Ñuble cuenta con cinco unidades morfológicas mayores que, de oeste a este son las siguientes: Planicies litorales, Cordillera de la Costa, Depresión Central, La Montaña (o Precordillera) y la Cordillera Andina.

En particular la Depresión Intermedia está conformada por una amplia llanura de unos 150 m de altitud media y se caracteriza por presentar una superficie ondulada hacia el sur, donde los ríos se encauzan en sectores de mayor profundidad. La máxima amplitud este-oeste de esta macroestructura geomorfológica se alcanza en la zona de Chillán, con un ancho de cerca de 40 Km.

El empalme entre la Cordillera de Los Andes y los Valles Longitudinales se estructura a través de la llamada "La Montaña" o Precordillera, cuya altura fluctúa entre los 400 y 600 m.s.n.m., angostándose hacia el Sur. Esta unidad se presenta profundamente disectada por los ríos que la atraviesan, como por ejemplo los ríos Ñuble, Chillán y Diguillín de la Región de Ñuble.

La Cordillera Andina está representada en la zona de estudio por sus contrafuertes más occidentales, que constituyen un relieve abrupto de difícil acceso. Sus alturas máximas varían entre 1.800 y 2.000 m.s.n.m, y está disectada por ríos mayores y varios cauces tributarios, entre ellos, los ríos: Longaví, Perquilauquén, Ñuble (que desemboca en el río Itata), Chillán, Renegado y Diguillín.

Estos cauces escurren por los principales valles actuales de la región, que presentan formas de origen glacial (valles en forma de 'U'), por lo general con laderas abruptas, retocadas por la acción fluvial.

Dentro de la cuenca principal, del río Itata, se encuentran los denominados Nevados de Chillán, que corresponden a un cordón volcánico de aproximadamente 9 km de extensión en dirección NO. En el extremo norte de dicho cordón se ubica el Cerro Blanco, que se eleva hasta los 3.212 m.s.n.m. y en el extremo sur, tres conos marcan las máximas elevaciones: Chillán Nuevo (3.186 m.s.n.m.), Arrau (3.240 m.s.n.m.) y Chillán Viejo (3.122 m.s.n.m.).

Los valles, erosionados por la acción glacial y fluvial, se distribuyen radiales en torno al complejo volcánico Nevados de Chillán constituyendo las cabeceras de las estructuras fluviales de los ríos Ñuble, Chillán y Diguillín que son los principales afluentes del río Itata. Dichos valles atraviesan La Precordillera y la Depresión Central de oriente a poniente.

En la unidad Cordillera Andina se advierte la presencia de glaciares que cubren una reducida superficie y que se asocian a las cumbres de los estrato-volcanes (complejo volcánico Nevados de Chillán y Nevados de Longaví). Se observan además, numerosas lagunas, de diversos tamaños y formas, embalsadas en depresiones por depósitos morrénicos o emplazadas en circos glaciares.

El área de estudio se encuentra emplazada en el sector denominado “La Montaña” o Precordillera, junto a la ribera derecha del río Ñuble. Se inicia en la confluencia del estero Lara con el río Ñuble, a una altitud aproximada de 590 msnm, se extiende junto a éste por unos 21 km hasta la confluencia del estero Grande con el mismo río, donde la altitud alcanza los 390 msnm aproximadamente.

En el área de estudio, el valle del río Ñuble es en general estrecho, no superando los 1.500 m de ancho, sin embargo, cerca de 2 km aguas arriba de la localidad de San Fabián de Alico, éste se ensancha hasta unos 4 km aproximadamente, para luego, en el sector poniente del área de estudio, volver a angostarse hasta llegar a un ancho de unos 700 m aproximadamente.

3.5.2 Catastro de Captaciones Subterráneas

En el estudio “Catastro de Pozos Explotados de Constituciones, Provincia de Ñuble” (AC Ing-DGA, 2005), se ejecutó un completo catastro de todas las captaciones subterráneas existentes hasta el año 2006 en la provincia de Punilla, el cual se presentó separado por comunas. En particular, para el presente trabajo interesa el catastro efectuado en la comuna de San Fabián.

En esta comuna se encuestaron un total de 196 captaciones subterráneas, la mayoría de éstas correspondientes a norias. En efecto, de estas 196 captaciones, 191 corresponden a norias,

con profundidades que van desde los 2 m hasta los 22 m, y diámetros desde 0,8 m hasta los 2 m. Casi la totalidad de ellas no estaban revestidas.

Respecto a los pozos, sólo se catastraron 4, con profundidades de 45 a 72 m y diámetro de habilitación de hasta 8". Sólo se encuestó un dren en la comuna de San Fabián.

De estas 196 captaciones catastradas en la comuna, 57 se ubican dentro del área de estudio y su ubicación se puede observar en la Figura 3.5-2. En la Tabla 3.5-1 se consignan los detalles de estas captaciones.

Este catastro fue utilizado como base para efectuar el catastro de infraestructura de riego subterráneo, incluido en el capítulo 9 del informe.

Tabla 3.5-1. Catastro de Captaciones Subterráneas Sector San Fabián

Nº	Nº Ficha	Norte	Este	Ro Predial	Nombre Predio	Propietario	Constructor	Fecha Construcción	Uso	Tipo	Cota (msnm)	Prof. Perf. (m)	Prof. Hab (m)	Diámetro (" o m)	Revestimiento	Q (l/s)	NE (m)	ND (m)
1	P1	5.951.890	271.880	VP-A2	Estadio Municipal	Ilustre Municipalidad de San Fabián	Tecom Ltda.	1998	R	Pozo	475	60	60	8	Acero	4,5	Sin Inf.	Sin Inf.
2	N3	5.944.985	281.375	PM-1	Escuela G-174	Ilustre Municipalidad de San Fabián	Propietario	1996	P	Noria	565	10	10	1	Hormigón	1,5	4	Sin Inf.
3	N38	5.945.933	280.213	PM-1	Los Puquios - Sector Los Puquios	Marín Bravo Domingo Benjamín	Propietario	1960	P	Noria	572	18	18	1	Sin Revest.	0	8	Sin Inf.
4	N39	5.945.461	280.085	PM-1	Sector Los Puquios	Marín Bravo Domingo Benjamín	Propietario	1980	R,O	Noria	550	5	5	1	Sin Revest.	0	1	Sin Inf.
5	N40	5.946.807	276.459	PM-1	La Mortandad	Ceballos María Elena	Propietario	1985	P	Noria	494	7	7	1	Sin Revest.	0	4	Sin Inf.
6	N41	5.951.892	270.716	54-11a	Sector Pichinar	Almendra Contreras Héctor	Particular	1965	R	Noria	445	2	2	1	Sin Revest.	1	1	Sin Inf.
7	N42	5.951.741	270.877	54-10e	Sector Pichinar	Vásquez Gutiérrez Exequiel	Propietario	1995	R,P	Noria	448	8	8	1,2	Sin Revest.	0	1,5	Sin Inf.
8	N43	5.951.693	271.005	54-10d	Sector Pichinar	Valenzuela Garrido Ana	Sin Inf.	1980	R	Noria	450	3	3	1	Sin Revest.	0	1,5	Sin Inf.
9	N44	5.951.508	271.300	53-20a	Sector Pichinar	Almuna Naya	Propietario	2000	R	Noria	450	7	7	1,2	Sin Revest.	1,87	3,4	Sin Inf.
10	N45	5.951.572	271.597	Urb.	Sector Pichinar	Quiñones González Miguel	Propietario	1996	R	Noria	461	12	12	1,2	Sin Revest.	1,87	0	Sin Inf.
11	N73	5.948.700	273.487	NT-6	Las Guardias	Hormazabal Tapia José	Sin Inf.	1973	R,P	Noria	449	6	6	1,3	Sin Revest.	0	Sin Inf.	Sin Inf.
12	N74	5.952.199	270.251	NT-2	La Quinta - Pichinal	Tapia Silva Nelson	Sin Inf.	1983	SU	Noria	439	3	3	1	Sin Revest.	0	Sin Inf.	Sin Inf.
13	N75	5.951.835	270.618	VP-G	Nuevo Amanecer - Pichinal	Concha Concha José	Sin Inf.	1991	O	Noria	445	2	2	1	Sin Revest.	1	0,5	Sin Inf.
14	N76	5.951.835	270.642	54-11b	Nuevo Amanecer - La Morera - Pichinal	Concha Concha José	Sin Inf.	1988	R	Noria	445	3	3	1,2	Sin Revest.	0	0,6	Sin Inf.
15	N77	5.951.700	270.937	54-10b	Sector Pichinal	Parada Gutiérrez Alberto	Sin Inf.	1983	P	Noria	449	6,5	6,5	1	Sin Revest.	0	2	Sin Inf.
16	N78	5.954.009	270.181	53-6a	Maitenal	Fuentes Romero Delmira	Sin Inf.	1992	SU	Noria	430	3,5	3,5	1	Sin Revest.	0	0,5	Sin Inf.
17	N79	5.954.002	270.080	53-6b	Maitenal	Luengo Antonio	Sin Inf.	1991	SU	Noria	430	4	4	1,2	Sin Revest.	0	Sin Inf.	Sin Inf.
18	N86	5.953.164	270.608	NT-2	Sector Maitenal	Fuentes Castillo José Francisco	Propietario	1983	SU	Noria	435	7	7	1	Sin Revest.	0	6	Sin Inf.
19	N87	5.953.123	270.675	NT-2	Sector Maitenal	Fuentes Alfaro Rosalino	Propietario	1973	SU	Noria	437	15	15	1	Sin Revest.	0	6	Sin Inf.
20	N88	5.953.070	270.631	NT-2	Sector Maitenal	Fuentes Romero Delmira	Propietario	1990	SU	Noria	437	8	8	1	Sin Revest.	0	6,2	Sin Inf.
21	N89	5.952.982	270.763	52-45a	Sector Maitenal	Burgos Alejandro	Propietario	1983	SU	Noria	440	7	7	1,1	Sin Revest.	0	6,5	Sin Inf.
22	N90	5.952.927	270.836	52-44e	Sector Maitenal	Yevenes Contreras Juan	Propietario	1993	SU	Noria	442	8	8	1	Sin Revest.	0	6	Sin Inf.
23	N91	5.952.900	270.771	NT-2	Sector Maitenal	Yevenes Contreras Juan	Propietario	1988	SU	Noria	441	11	11	1	Sin Revest.	0	6	Sin Inf.
24	N92	5.952.853	270.804	NT-2	Sector Macal	Vistosso Fuentes Mario	Propietario	1973	P	Noria	442	6	6	1	Sin Revest.	0,67	3,8	Sin Inf.
25	N93	5.952.758	270.898	52-43	Sector Macal	Arias Mercado Juan	Propietario	1996	P	Noria	445	4	4	1	Sin Revest.	0,67	2,8	Sin Inf.
26	N94	5.952.694	270.969	53-17a	Sector Macal	Godoy Constanzo Juana del Carmen	Propietario	1983	SU	Noria	446	5	5	1	Sin Revest.	0	2,5	Sin Inf.
27	N95	5.952.683	271.201	NT-4	Sector Macal	López Mercado Alberto	Propietario	1983	O	Noria	450	7	7	1	Sin Revest.	0,83	5	Sin Inf.
28	N96	5.952.592	271.159	53-20c	Sector Macal	López Mercado Alberto	Propietario	2003	SU	Noria	451	8	8	1	Sin Revest.	0	6	Sin Inf.
29	N97	5.952.434	271.325	53-20d	Sector Macal	Medel Fuentes Pedro	Propietario	1993	SU	Noria	457	8	8	1	Sin Revest.	0	5	Sin Inf.
30	N98	5.952.393	271.451	NT-4	Sector Macal	Arias Mercado Romualdo	Propietario	1973	SU	Noria	460	15	15	1	Sin Revest.	0	5,5	Sin Inf.
31	N99	5.952.316	271.526	53-20e	Sector Macal	Montecinos Jorge	Propietario	1963	SU	Noria	463	10	10	1	Sin Revest.	0	5	Sin Inf.
32	N100	5.952.215	271.694	B	Sector Macal	Muñoz Sanhueza José	Propietario	1973	R	Noria	468	9	9	1	Sin Revest.	1,5	6	Sin Inf.
33	N101	5.951.950	272.109	52-16b	Sector Macal	Sepúlveda Roch José	Propietario	1983	R	Noria	489	12	12	1	Sin Revest.	1,5	10	Sin Inf.
34	N102	5.952.026	272.142	52-16a	Sector Macal Alto	Ramírez López Pablo	Propietario	1988	P	Noria	491	10	10	1	Sin Revest.	0,67	8	Sin Inf.
35	N103	5.953.421	270.542	52-1a	Campamento Forestal - El Valiente	Forestal Celco	Dueño Anterior	1965	P	Noria	434	8	8	1	Sin Revest.	0,01	1,2	Sin Inf.
36	N104	5.953.200	270.423	NT-2	Sector El Maitenal	Rubio Muñoz Ana	Particular	1985	P	Noria	434	6	6	1	Cemento	0	3,8	Sin Inf.

Nº	Nº Ficha	Norte	Este	Ro Predial	Nombre Predio	Propietario	Constructor	Fecha Construcción	Uso	Tipo	Cota (msnm)	Prof. Perf. (m)	Prof. Hab (m)	Diámetro (" o m)	Revestimiento	Q (l/s)	NE (m)	ND (m)
37	N105	5.953.189	270.603	52-1b	Sector El Maitenal	Romero Soto José Audilio	Propietario	1992	P	Noria	435	6	6	1,2	Sin Revest.	0	4,9	Sin Inf.
38	N106	5.953.182	270.640	52-1b	Sector El Maitenal	Romero Soto José Audilio	Particular	1990	P	Noria	435,2	8	8	1,2	Sin Revest.	0	5,5	Sin Inf.
39	N107	5.953.146	270.690	52-1c	Sector El Maitenal	Suc. Sepúlveda Ceballos Juan Antonio	Propietario	1970	P	Noria	436,2	5	5	1,5	Sin Revest.	0	2,5	Sin Inf.
40	N108	5.953.108	270.733	52-45b	Sector El Maitenal	Muñoz Muñoz Miguel	Dueño Anterior	1925	P	Noria	437	15	15	1,5	Tosca	0	11,5	Sin Inf.
41	N109	5.952.918	270.820	52-44c	Escuela G-168 - Maitenal	Ilustre Municipalidad de San Fabián	Propietario	1966	P	Noria	441,5	7	7	1,5	Sin Revest.	0	0,95	Sin Inf.
42	N110	5.953.005	270.879	52-44d	Sector El Maitenal	Merino Constanzo Jaime	Sin Inf.	1991	P	Noria	439,6	5	5	1,6	Sin Revest.	0	2,2	Sin Inf.
43	N111	5.953.065	270.880	52-44b	Sector El Maitenal	Constanzo Andrade Rosa	Propietario	1992	P	Noria	439,6	7	7	1,5	Sin Revest.	1,25	3,1	Sin Inf.
44	N112	5.953.101	270.864	52-44a	Sector El Maitenal	Constanzo Andrade Pedro Juan	Propietario	1971	P	Noria	439,6	7	7	1,2	Sin Revest.	0	5,1	Sin Inf.
45	N113	5.953.191	270.907	52-44a	Sector El Maitenal	Constanzo Andrade Pedro	Dueño Anterior	0	P	Noria	440,6	12	12	1,2	Sin Revest.	0	8,6	Sin Inf.
46	N114	5.952.741	270.826	53-17d	Sector El Maitenal	Toro Muñoz José Bautista	Propietario	1970	P	Noria	442	7	7	1	Sin Revest.	0	3,9	Sin Inf.
47	N115	5.952.705	270.869	53-17b	Sector El Maitenal	Muñoz Valenzuela María del Carmen	Dueño Anterior	0	P	Noria	442,5	6	6	1	Sin Revest.	0	5,5	Sin Inf.
48	N116	5.952.703	270.961	53-17c	Sector El Maitenal	Saavedra Marchant Aliro	Propietario	1997	P	Noria	445,7	4	4	1	Sin Revest.	0	2,4	Sin Inf.
49	N117	5.952.635	270.956	53-17e	Sector El Maitenal	Toro Vásquez Juan Eliano	Dueño Anterior	1933	P	Noria	446,2	4,5	4,5	1,1	Sin Revest.	0	2,5	Sin Inf.
50	N152	5.951.877	270.798	NT-2	Sector Pichinar	Labrín Ramírez Ramón	Propietario	2002	R,P	Noria	447	4,5	4,5	1	Sin Revest.	1,67	1,5	Sin Inf.
51	N153	5.951.761	270.851	54-10c	La Huallería - Pichinar	Smith Eckart	Particular	1993	SU	Noria	448	2,5	2,5	1	Sin Revest.	0	1,4	Sin Inf.
52	N154	5.951.668	270.945	54-10a	Sector Pichinar	Gutiérrez Mikaela	Propietario	1973	O	Noria	450	2,3	2,3	0,9	Sin Revest.	0	1,6	Sin Inf.
53	N155	5.951.541	271.281	53-20b	Quinta Las Encinas - Pichinar	Castro Muñoz Jorge	Propietario	1994	R	Noria	460	6	6	1	Sin Revest.	1,67	4,9	Sin Inf.
54	N156	5.951.692	271.636	Urb.	Carlos Montané S/N	Alvarado Juan	Particular	1998	R	Noria	467	11,5	11,5	1,2	Sin Revest.	1,67	9	Sin Inf.
55	N173	5.948.348	273.896	NT-7	San Guillermo - Los Guardias	Pinilla José Rubén	Propietario	1992	SU	Noria	456,5	5	5	1	Sin Revest.	0	1,9	Sin Inf.
56	N174	5.948.350	273.963	NT-7	Sector Los Guardias	Vergara Prenier Pedro	Propietario	0	R	Noria	456,5	12	12	1	Sin Revest.	0,75	7,5	Sin Inf.
57	D1	5.952.242	272.484	PM-1	Sector Macal Alto	Luengo Sepúlveda María Susana	Propietario	1998	R,P	Dren	522	5	5	1	Sin Revest.	0	0	Sin Inf.

Coordenadas UTM Datum WGS84 H19S

Fuente: Estudio Catastro de Pozos Explotados de Constituciones, Provincia de Ñuble, DGA 2005.

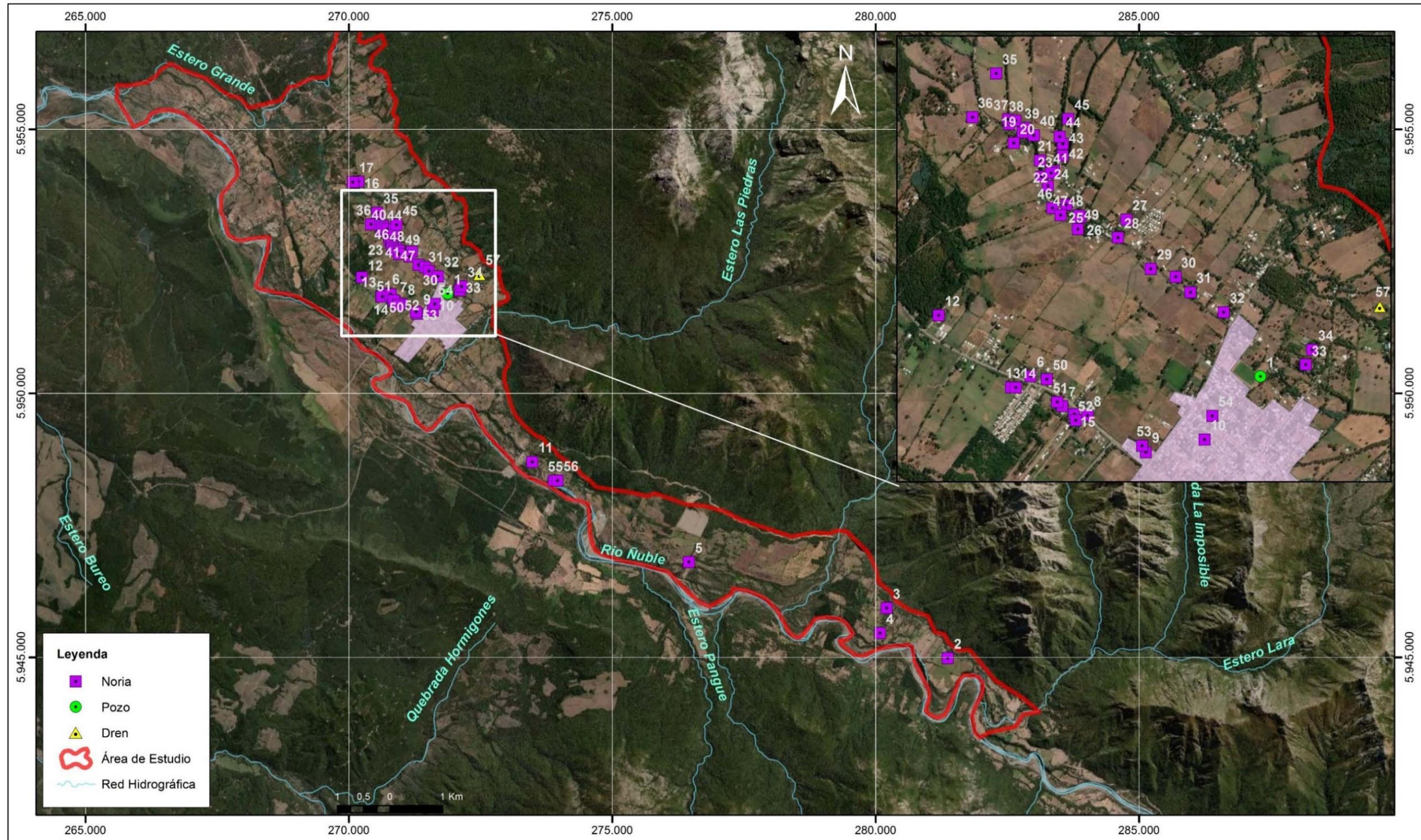


Figura 3.5-2. Catastro de Captaciones Sector San Fabián

Fuente: Estudio Catastro de Pozos Explotados de Constituciones, Provincia de Ñuble, DGA 2005

3.5.3 Formaciones Acuíferas

Los acuíferos de la zona en estudio están asociados a los depósitos no consolidados descritos en el acápite anterior, que corresponden a los depósitos fluvio-aluviales.

Estos depósitos están formados principalmente por material del tipo bolones, ripios, gravas, arenas y arcillas, los que se detectaron en pozos perforados en el sector de San Fabián, al menos hasta los 60 m de profundidad, que es la mayor alcanzada por estos pozos.

En la Tabla 3.5-2 se consigna la estratigrafía atravesada por 4 sondajes perforados en el área, que corresponden a dos pozos del agua potable de San Fabián y dos pozos ubicados en el sector La Vega. Esta información se obtuvo de antecedentes técnicos que fueron presentados por el peticionario, al momento de solicitar los derechos de aprovechamiento de agua ante la DGA y de información proporcionada por la Cooperativa de AP San Fabián. En la Figura 3.5-3 se muestra su ubicación.

Tabla 3.5-2 Estratigrafía Pozos Sector San Fabián

Pozo/Nº Expediente	Desde (m)	Hasta (m)	Estratigrafía
AP San Fabián/ ND-0801-9280	0	3	Suelo natural
	3	9	Suelo y ripio compactado
	9	16	Grava y arena
	16	24	Arena y ripio grueso
AP San Fabián Pozo 2	0	6	Areno arcilloso
	6	12	Grava y arcilla
	12	18	Grava y arena gruesa
	18	36	Grava y arena media
	36	48	Grava y arena gruesa
	48	54	Arena gruesa
Parc. Sta. Andrea - La Vega/ ND-0801-9352	0	1	Suelo vegetal
	1	3	Arcilla
	3	14	Arenisca y grava
Parc. 30 - La Vega/ ND-0801-10039	0	1	Limo, arena y grava
	1	22	Arena, grava y bolones
	22	48	Arena gruesa, grava

Fuente: Elaboración propia

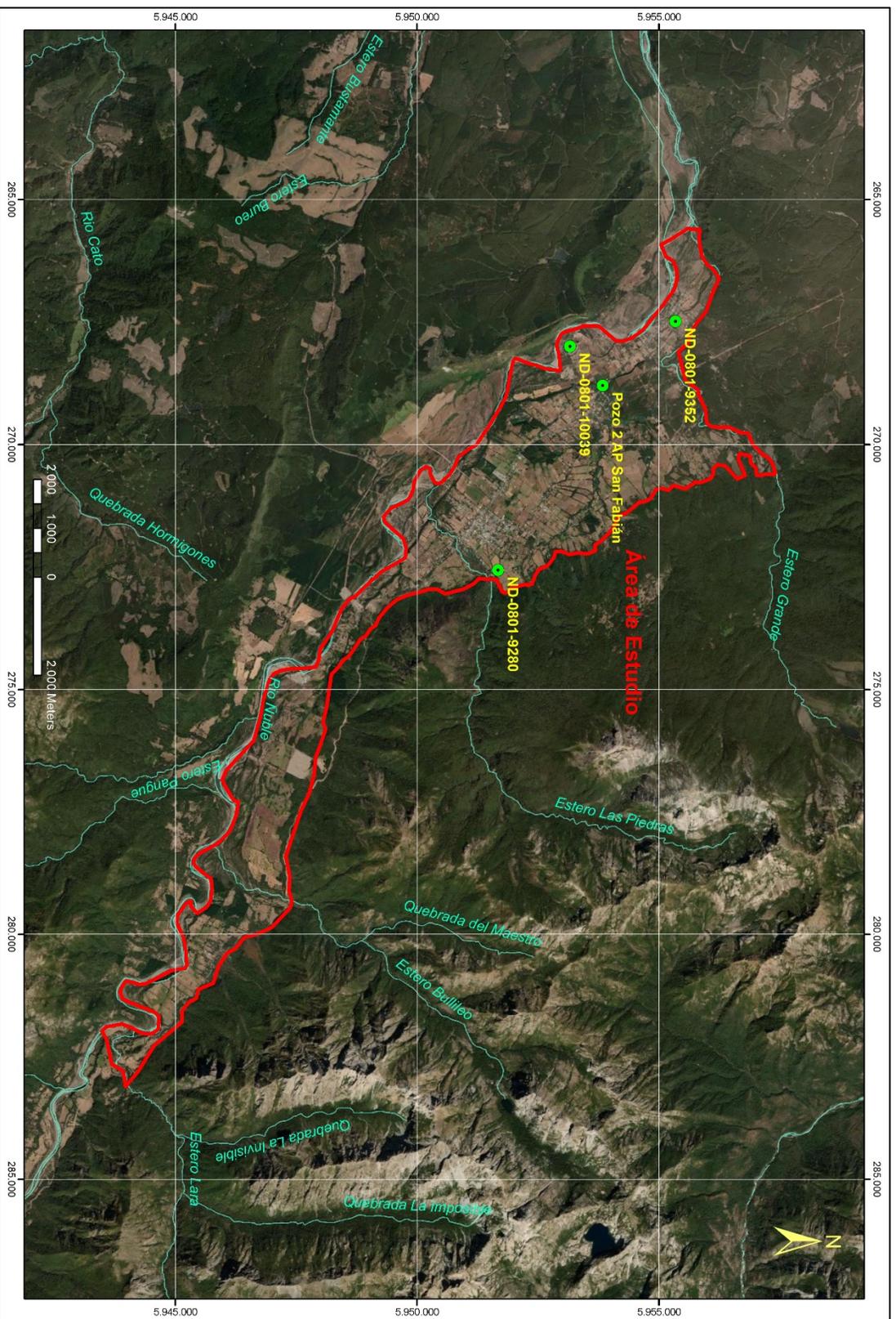


Figura 3.5-3 Ubicación Pozos con Estratigrafía Sector San Fabián

En el Estudio Hidrogeológico Cuencas Bío Bío e Itata (Aquaterra-DGA, 2011), se efectuaron prospecciones geofísicas en las cuencas de los ríos Ñuble e Itata, las que tuvieron como objetivo definir la morfología del basamento rocoso a partir de la ejecución de perfiles gravimétricos. En total de realizaron 9 perfiles gravimétricos, dos de los cuales cubren parte del área de San Fabián. En la Figura 3.5-4 se muestra la ubicación de estos perfiles.

Precisamente, en el sector mismo de la localidad de San Fabián de Alico, se ejecutó un perfil transversal al río Ñuble, con una longitud total de 6,5 km y con medición de estaciones cada 250 m. El otro perfil se inicia en San Fabián y sigue el trazado de la ruta N-31 hacia el poniente, hasta llegar a la ciudad de San Carlos, donde se continúa hacia el poniente por la ruta N-70-M, hasta la vertiente oriental de la Cordillera de la Costa. Este perfil tiene una longitud de 66,9 km, con estaciones medidas cada 2 km aproximadamente.

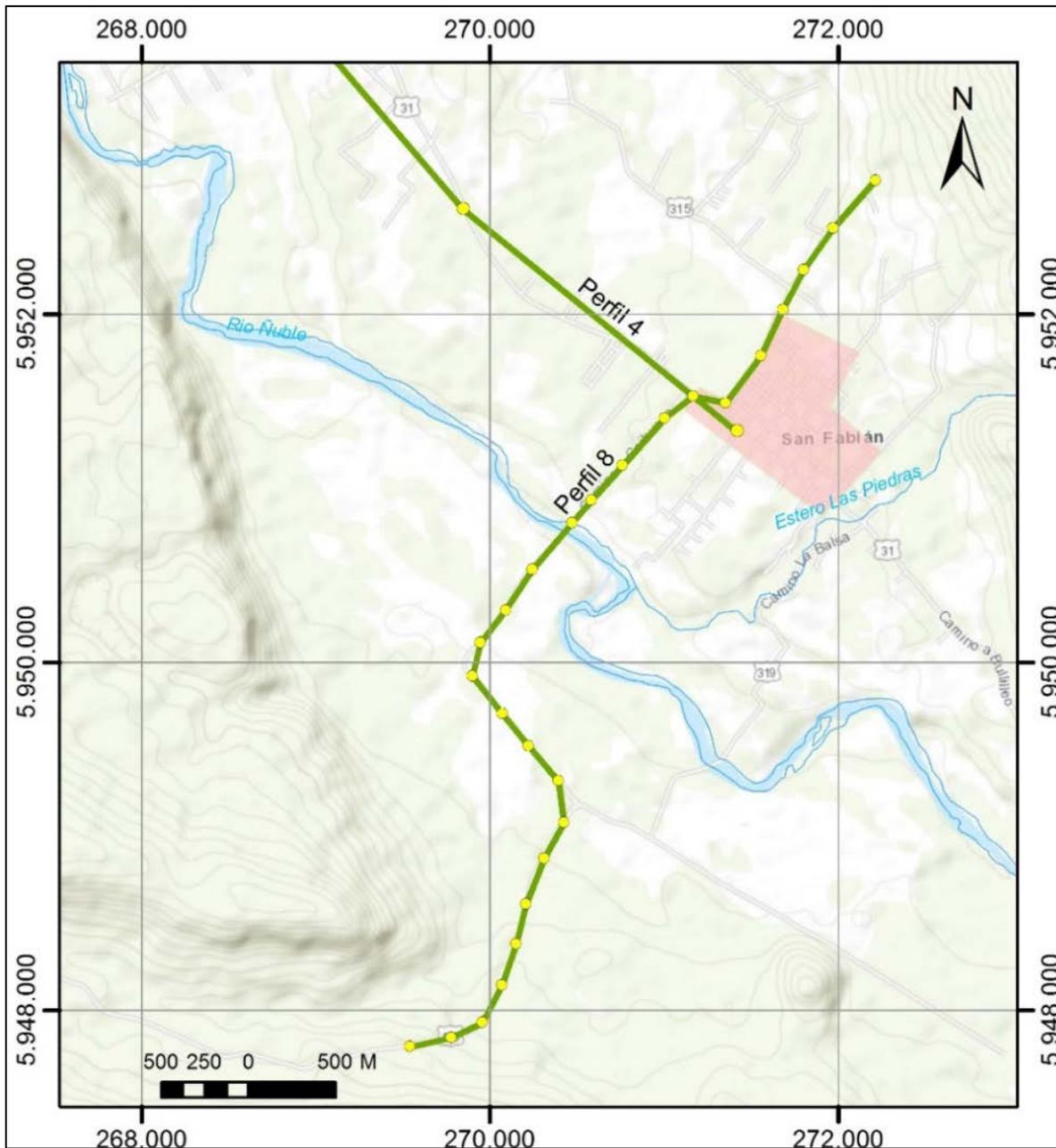


Figura 3.5-4 Ubicación Perfiles Gravimétricos Sector San Fabián

Fuente: Estudio Hidrogeológico Cuencas Bío Bío e Itata, DGA 2011

De acuerdo con el perfil gravimétrico N°8 (Figura 3.5-5), la roca basal se ubica a una profundidad máxima de 280 a 286 m en las proximidades del área urbana. Hacia el eje del río Ñuble, el basamento se detectó a una profundidad similar.

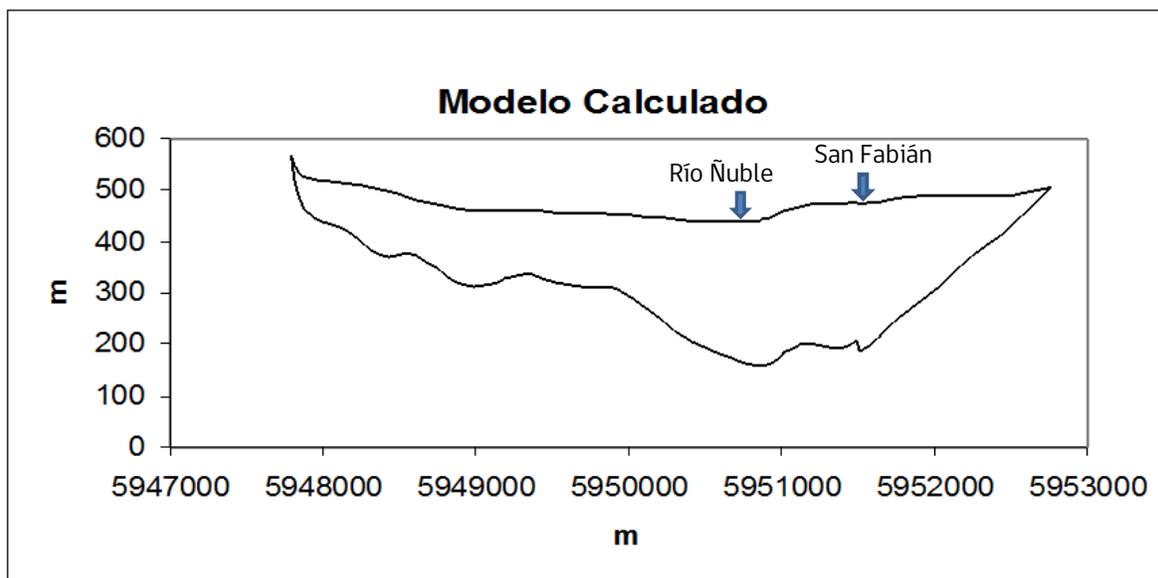


Figura 3.5-5 Perfil Gravimétrico N°8

Fuente: Estudio Hidrogeológico Cuencas Bío Bío e Itata. DGA 2011

Es en este sector donde el relleno sedimentario alcanza su mayor potencia dentro del área de estudio, pues hacia aguas arriba el valle se estrecha, disminuyendo el espesor de los depósitos no consolidados.

Por otra parte, hacia aguas arriba del río Ñuble, de acuerdo con los antecedentes geológicos - geotécnicos incluidos en el estudio Diseño Central y Embalse Punilla (EDIC-DOH, 2004), en el sector de eje de la presa, el relleno sedimentario tiene un espesor de entre 25 y 30 m aproximadamente, y está compuesto por gravas arenosas y bolones redondeados de diverso tamaño.

3.5.4 Parámetros Hidráulicos

Dentro de los antecedentes recopilados y revisados, no existe información de parámetros hidráulicos del acuífero asociado al río Ñuble, en el sector de San Fabián.

A fin de determinar parámetros como permeabilidad y transmisividad, es necesario contar con datos de pruebas de bombeo de pozos del sector. Esta información se encuentra entre

los antecedentes técnicos que se presentan al momento de solicitar un derecho de agua. En este análisis preliminar, se utilizaron los datos descargados de los expedientes de los 4 pozos que se identifican en la Tabla 3.5-2, resultando los valores de la Tabla 3.5-3.

Tabla 3.5-3 Parámetros Hidráulicos Acuífero Sector San Fabián

POZO/Expediente	Prof.	Q	N.E.	k	T	G.E.
	[m]	[l/s]	[m]	[m/s]	[m ² /día]	[l/s/m]
AP San Fabián /ND-0801-9280	24	6,5	3,9	$1,1 \times 10^{-4}$	193	1,9
Parc. Sta. Andrea-La Vega/ND-0801-9352	14	1,3	9,0	$1,3 \times 10^{-4}$	56	0,6
Parc. 30 - La Vega/ ND-0801-10039	48	5,8	10,5	$1,1 \times 10^{-5}$	35	0,3
AP San Fabián/Pozo N°2	60	20,0	24,6	$2,0 \times 10^{-4}$	610	6,2

Se observa que los valores de permeabilidad y transmisividad son valores típicos de acuíferos constituidos por materiales de granulometría gruesa a media.

3.5.5 Profundidad de Niveles Estáticos

En el catastro desarrollado en el año 2006, se midieron niveles de la napa en la mayoría de las captaciones catastradas, entre los meses de marzo y junio del año 2003. De acuerdo con esta información, en el sector de San Fabián, la napa se encuentra a poca profundidad, no superando los 12 m bajo el nivel de terreno. En la mayor parte de las captaciones se midió a una profundidad en torno a los 4 m.

Por otro lado, se cuenta con información de la variación del nivel estático medida en el pozo de la red de monitoreo de la DGA San Fabián Camino a Puente Nahueltoro (Cod. BNA 08106004-5), ubicado junto a la ruta N-455 que conduce desde San Fabián a Coihueco, a unos 700 m al norte del río Ñuble (ver Figura 3.5-6), la cual se encuentra disponible en el sitio web oficial de la DGA (<https://dga.mop.gob.cl/servicioshidrometeorologicos>). En este pozo se comenzó a medir los niveles a partir del año 2014, por lo que la estadística no es muy extensa.

Según esta información, la napa se ubica en torno a los 4 m en el sector, con variaciones entre profundidades de 1 a 6 m. En la Figura 3.5-7 se muestra la información histórica del nivel de la napa medido en este pozo.

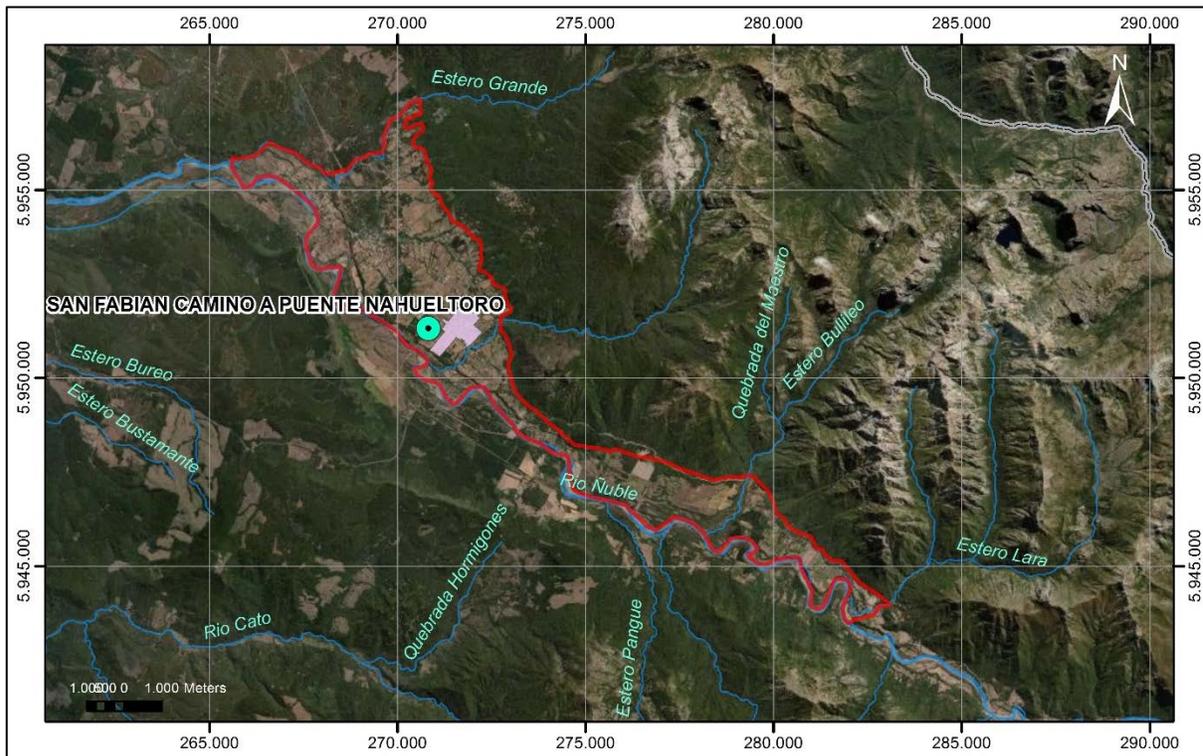


Figura 3.5-6. Ubicación Estación DGA Cód. BNA 08106004-5

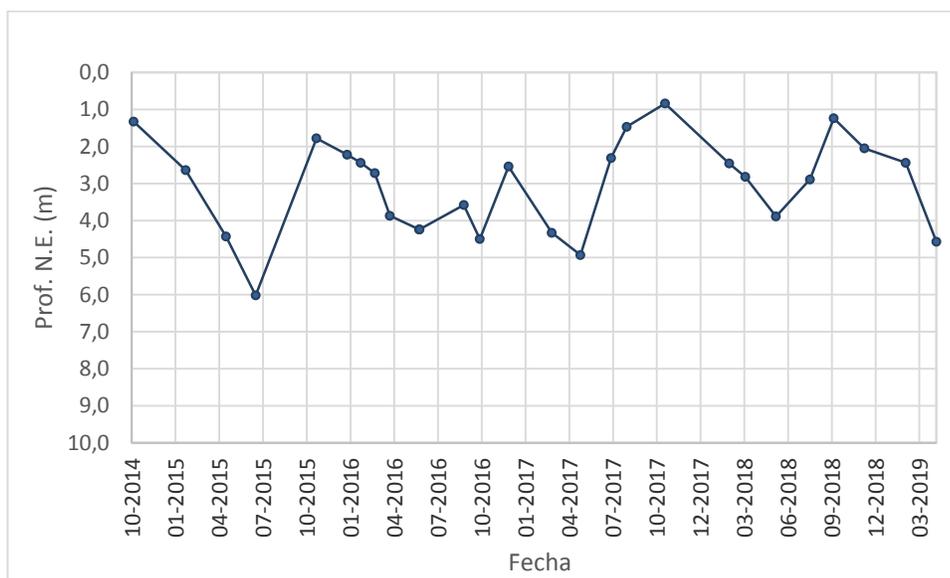


Figura 3.5-7 Medición de N.E. Pozo DGA San Fabián Camino a Puente Nahueltoro

En el estudio hidrogeológico del año 2011, a su vez, se midieron niveles en 203 pozos dentro de la cuenca del río Itata. Sólo uno de ellos se ubica dentro del área de San Fabián, y

corresponde al pozo perteneciente a la Municipalidad de San Fabián. En esa época (julio a septiembre de 2011), el nivel estático medido en este pozo alcanzó los 6,26 m de profundidad.

Durante el catastro ejecutado, se midieron los niveles de la napa en todas las captaciones catastradas donde fue posible.

3.5.6 Calidad de las Aguas Subterráneas

Dentro de los antecedentes recopilados, no existe información acerca de la calidad del agua subterránea para el sector en estudio, por lo que durante las labores de terreno ejecutadas, se recopiló esta información.

Cabe señalar que la Cooperativa de Agua Potable San Fabián cuenta con información de la calidad del agua subterránea, a partir de análisis hechos según la norma chilena para el agua potable NCh409, por lo que se solicitaron dichos antecedentes a esta Cooperativa, en la persona de su Presidente.

3.6 Antecedentes y Metodología para Determinar Disponibilidad Legal de Aguas para los Proyectos de Riego

3.6.1 Introducción

El capítulo de derechos de agua en el marco de la revisión y análisis de los antecedentes disponibles, considera el territorio correspondiente a la subcuenca Ñuble Alto, de acuerdo con la clasificación de la DGA. El capítulo fue dividido en dos partes considerando las dos clases generales de derechos que son los de aguas superficiales y los de aguas subterráneas.

En cada una de estas clases de derechos, interesan todos ellos; esto es, los derechos constituidos, los derechos regularizados, los derechos en trámite y, además, los derechos que están, o han estado, gravados por el pago de patentes por no uso.

Como subdivisiones adicionales, de los derechos de aguas superficiales constituidos y regularizados, se diferenci6 si se trata de derechos del tipo consuntivo o no consuntivo. Adem6s, en cuanto a su ejercicio, si 6ste es permanente y continuo o discontinuo, dejando aparte los derechos de ejercicio eventual.

Cabe se6alar que, para los efectos de ser considerados para el uso en riego, los de mayor inter6s son los derechos de ejercicio permanente y continuo, ya que esto asegura la disponibilidad legal del recurso durante todo el a6o, mientras que los derechos de ejercicio discontinuo, por lo general son m6s reducidos y no permiten su uso en per6odos de estiaje, que es cuando m6s se necesita el riego. Respecto a los derechos de ejercicio eventual, estos son los de menor inter6s para el uso directo en riego, existiendo la posibilidad de su uso si resulta posible contemplar la materializaci6n de obras de regulaci6n, que permitan embalsar el agua en los meses en que el derecho puede ser ejercido, para ser usado en 6pocas de riego.

Para los derechos en tr6mite, su subdivisi6n es semejante a la se6alada para los derechos de aguas superficiales constituidos, esto es continuos y discontinuos; no obstante que, en las solicitudes de derechos, es muy poco com6n solicitar derechos de ejercicio discontinuo.

Por 6ltimo, respecto a los derechos de aguas superficiales sometidos al pago de patentes por no uso, se tiene de los tipos semejantes a los de derechos constituidos, con la salvedad de que habr6a una subdivisi6n de ellos:

- Derechos superficiales que pagan patentes por no uso, identificados en enero de 2020.
- Derechos superficiales que dejaron de pagar patente por no uso, debido a que, entre 2006 y esta fecha los titulares renunciaron a su ejercicio.

Para efectos del presente estudio, son de inter6s los derechos de aprovechamiento de aguas superficiales que se ubican tanto en el 6rea de estudio como en su entorno. De acuerdo a ello, para la recopilaci6n de antecedentes de derechos de agua, se consider6 la subcuenca 6nuble Alto definida por la DGA, y se emple6 dicha cuenca para determinar los derechos superficiales que fueron considerados en el an6lisis.

A su vez, respecto a los derechos de aguas subterráneas, se plantea separarlos de forma semejante a los derechos de aguas superficiales; esto es, constituidos, en trámite y que deben pagar patente por no uso.

Las subdivisiones adicionales en este caso, parten del hecho que todos los derechos de agua subterránea son del tipo consuntivo, definitivo o provisional, y de ejercicio continuo o discontinuo.

Los derechos en trámite tendrían las mismas subdivisiones adicionales que las de derechos constituidos.

3.6.2 Antecedentes Utilizados

Los antecedentes revisados para determinar la disponibilidad de recursos hídricos en la subcuenca Ñuble Alto, son los que se señalan a continuación:

[1] http://www.dga.cl/DGADocumentos/Derechos_Concedidos_XVI_Region.xls

(actualizado a julio de 2020)

[2] http://www.dga.cl/DGADocumentos/Derechos_Concedidos_VIII_Region.xls

(actualizado a julio de 2020)

[3] <https://dga.mop.gob.cl/sitioDerechos/Paginas/default.aspx>

[4] Resolución N°2.820, de 2019, de Dirección General de Aguas, fija listado de derechos de aprovechamiento de aguas afectos al pago de patente a beneficio fiscal por no utilización de las aguas, proceso 2020. Publicado en el Diario Oficial del 15 de enero de 2020.

Los antecedentes utilizados provienen de la información oficial de derechos de la DGA. En esas tablas se incluye, además, la información respecto de la inscripción en los CBR, según el CPA. La falta de esta información, posiblemente debida a que algunos titulares de derechos no completaron el trámite de informar a la DGA sobre esas inscripciones, no afecta la labor de conocer los derechos constituidos, para los efectos de este estudio.

No obstante, respecto a la posibilidad de aprovechar o comercializar derechos de agua constituidos, debe indicarse que, de acuerdo al artículo 122 del Código de Aguas, inciso sexto, los titulares de derechos de aprovechamiento de aguas, cualquiera sea su origen, deberán

inscribirlos en el Registro Público de Derechos de Aprovechamiento de Aguas. De aquellos que no se encuentren inscritos en este Registro, no se podrá realizar acto alguno ante la DGA ni la SISS. Los titulares, cuyos derechos reales se encuentren en trámite de inscripción en el Registro, podrán participar en los concursos públicos a que llame la CNR (ley 18.450), aunque el Certificado de Bonificación al Riego y Drenaje, sólo podrá cursarse cuando se haya acreditado, con la exhibición de copia autorizada del registro ya indicado, que sus derechos se encuentran inscritos.

Esta restricción podría afectar a derechos constituidos, a los que se pretenda acudir para cubrir las necesidades de riego en algunos de los proyectos que se propongan, lo cual fue debidamente considerado al momento de definir las fuentes de abastecimiento de estos proyectos.

3.6.3 Derechos de Aguas Superficiales

Con el objeto de lograr una mejor comprensión y ordenamiento de la situación legal de los derechos de aprovechamiento de aguas superficiales, éstos han sido clasificados según distintos criterios, como, por ejemplo, el estado actual, el tipo de derecho, su ejercicio, etc. En los siguientes puntos se presenta la información de derechos superficiales desagregada según los distintos criterios considerados.

3.6.3.1 Derechos Superficiales Constituidos

Los derechos superficiales constituidos dentro de la subcuenca Ñuble Alto en la que se ubica el área de estudio, ascienden a 113, de los cuales 9 son consuntivos, por un caudal total de 63,60 m³/s, y 104 son no consuntivos, por un caudal total de 77,97 m³/s.

Por otro lado, existe un derecho de agua a nombre de Sociedad Agrícola La Montaña por un caudal de 500 l/s, a ser ejercidos en el estero Grande, mediante una captación ubicada a 4.250 m aguas arriba del cruce de dicho estero con el antiguo camino público a San Fabián. Este derecho se encuentra inscrito en el Conservador de Bienes Raíces de San Carlos, a fojas 372 N°338 del Registro de Propiedad de Aguas del año 2006.

En relación al uso del agua para riego, cabe señalar que, del total de derechos superficiales constituidos, los 8 derechos consuntivos están destinados a este uso, mientras que los derechos no consuntivos destinados al mismo uso son 2, por un caudal de 2,19 m³/s.

Con respecto al ejercicio del derecho, según la información recopilada, en su mayoría son de ejercicio continuo (81 derechos por 95,84 m³/s), mientras que 25 derechos son de ejercicio discontinuo, por un caudal de 46,24 m³/s.

A continuación, se desagregan los derechos superficiales constituidos, según los distintos criterios señalados anteriormente.

En el Anexo 3.6-1 se presentan las tablas con la información completa de los derechos constituidos.

3.6.3.1.1 Derechos Consuntivos

Tal como se indicó, los derechos superficiales consuntivos, ascienden a 9, por un caudal de 64.101,5 l/s (incluidos los 500 l/s de la Sociedad Agrícola La Montaña). En la Tabla 3.6-1 se consigna el desglose de estos derechos, según su ejercicio.

Tabla 3.6-1. Derechos Superficiales Consuntivos en la Cuenca Aportante al Área de Estudio

Tipo de Derecho	Ejercicio del Derecho	Total de Derechos	
		Nº	Caudal (l/s)
Consuntivo	Permanente y Continuo	8	19.854,9
Consuntivo	Eventual y Discontinuo	1	44.246,7
Total		9	64.101,5

Respecto al derecho de ejercicio permanente y continuo de los 19.854,9 l/s, 19.025,9 l/s pertenecen a la Dirección de Obras Hidráulicas y corresponde a aguas para el proyecto del embalse La Punilla.

El derecho eventual y discontinuo también es de uso para riego, y pertenece a la Dirección de Obras Hidráulicas.

Respecto a la fuente donde estos derechos han sido constituidos, en la Tabla 3.6-2 se consigna la información de la cantidad y caudal según las fuentes identificadas como subsubcuencas por la DGA.

Tabla 3.6-2. Derechos Superficiales Consuntivos, Desagregados por Fuente

Fuente	Total de Derechos Permanentes y Continuos		Total de Derechos Eventuales	
	Nº	Caudal (l/s)	Nº	Caudal (l/s)
Rio Ñuble hasta bajo Rio Las Minas	0	0,0	1	44.246,7
Rio Ñuble Entre Rio Los Sauces y Bajo Estero Bullileo	1	19.025,9	0	0,0
Rio Ñuble Entre Estero Bullileo y Bajo Junta Estero Pangue	7	829,0	0	0,0
Total	1	19.854,9	1	44.246,7

3.6.3.1.2 Derechos No Consuntivos

Los derechos superficiales no consuntivos constituidos en la cuenca de estudio alcanzan los 77.969,9 l/s, para un total de 104 derechos. En la Tabla 3.6-3 se muestra el detalle de estos derechos, distribuidos según el ejercicio.

Tabla 3.6-3. Derechos Superficiales No Consuntivos en la Cuenca Aportante al Área de Estudio

Tipo de Derecho	Ejercicio del Derecho	Total de Derechos	
		Nº	Caudal (l/s)
No Consuntivo	Permanente y Continuo	46	61.814,0
No Consuntivo	Permanente y Discontinuo	8	4,8
No Consuntivo	Eventual y Continuo	34	14.166,7
No Consuntivo	Eventual y Discontinuo	16	1.984,4
Total		104	77.969,9

En la tabla siguiente se puede consultar la cantidad y el caudal de derechos constituidos no consuntivos de ejercicio permanente y eventual, para cada una las fuentes identificadas como subsubcuencas por la DGA.

Tabla 3.6-4. Derechos Superficiales No Consuntivos, Desagregados por Fuente

Fuente	Total de Derechos Permanentes y Continuos		Total de Derechos Permanentes y Discontinuos		Total de Derechos Eventuales	
	Nº	Caudal (l/s)	Nº	Caudal (l/s)	Nº	Caudal (l/s)
Rio Ñuble hasta bajo Rio Las Minas	12	58.120,5	1	0,2	10	8.651,3
Cajón González	11	327,8	1	0,0	12	200,9
Rio Ñuble entre Rio Las Minas y Rio Los Sauces	11	2.594,5	2	0,1	12	4.645,1
Rio Ñuble Entre Rio Los Sauces y Bajo Estero Bullileo	7	478,9	4	4,5	11	1.826,7
Rio Los Sauces Entre Cajón González y Rio Ñuble	3	291,7	0	0,0	3	825,1
Rio Los Sauces hasta Cajón González	2	0,5	0	0,0	2	2,0
Total	46	61.814,0	8	4,8	50	16.151,1

En la Figura 3.6-1 se muestra la ubicación de todos los derechos superficiales de uso consuntivo y no consuntivo, donde, para estos últimos se indica, además, el punto de restitución del derecho. Por otro lado, en la Figura 3.6-2 se presentan todos los derechos superficiales de uso consuntivo y no consuntivo, diferenciados por uso.

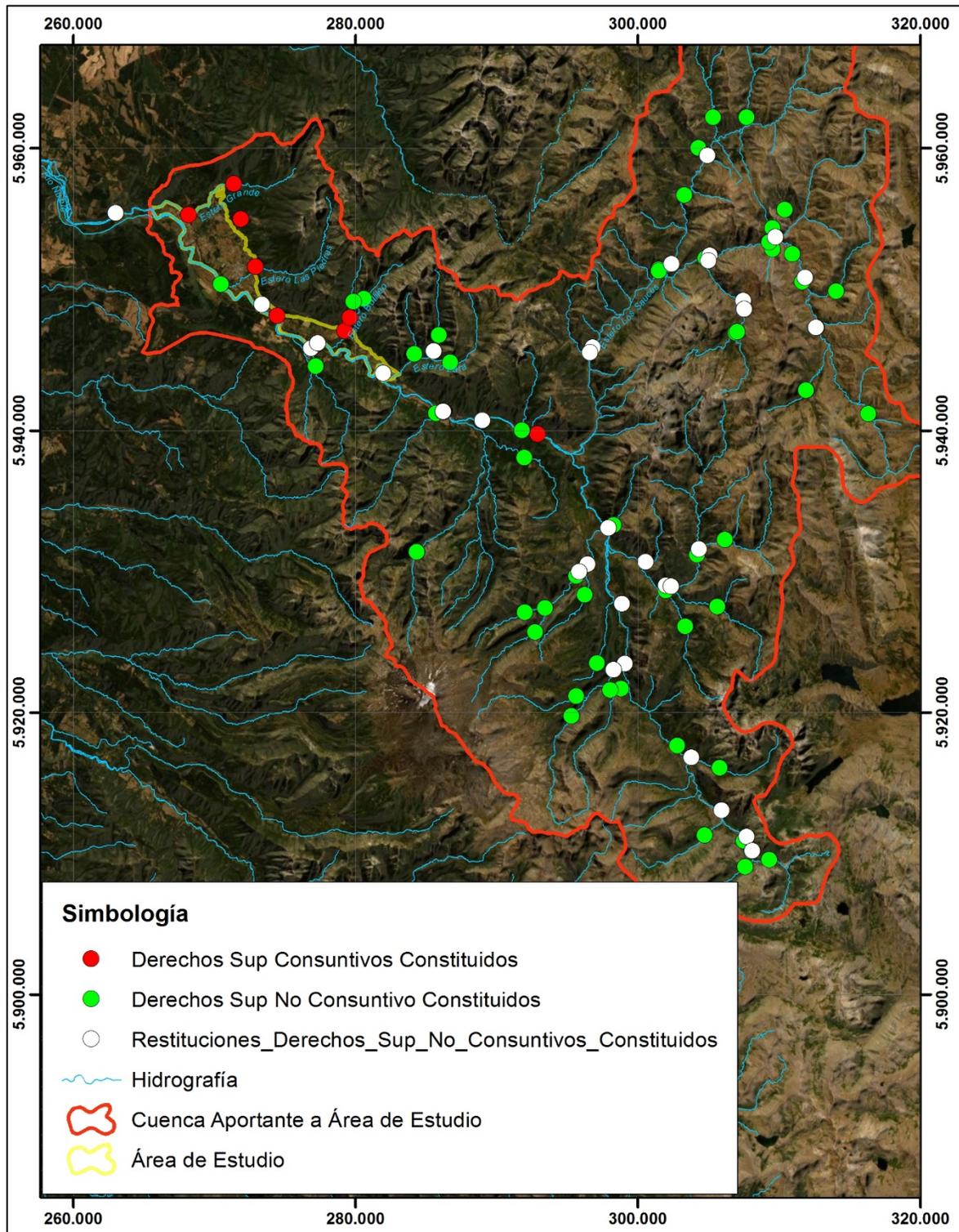


Figura 3.6-1. Derechos Superficiales Constituidos en la Cuenca Aportante al Área de Estudio, Diferenciados por Tipo de Derecho

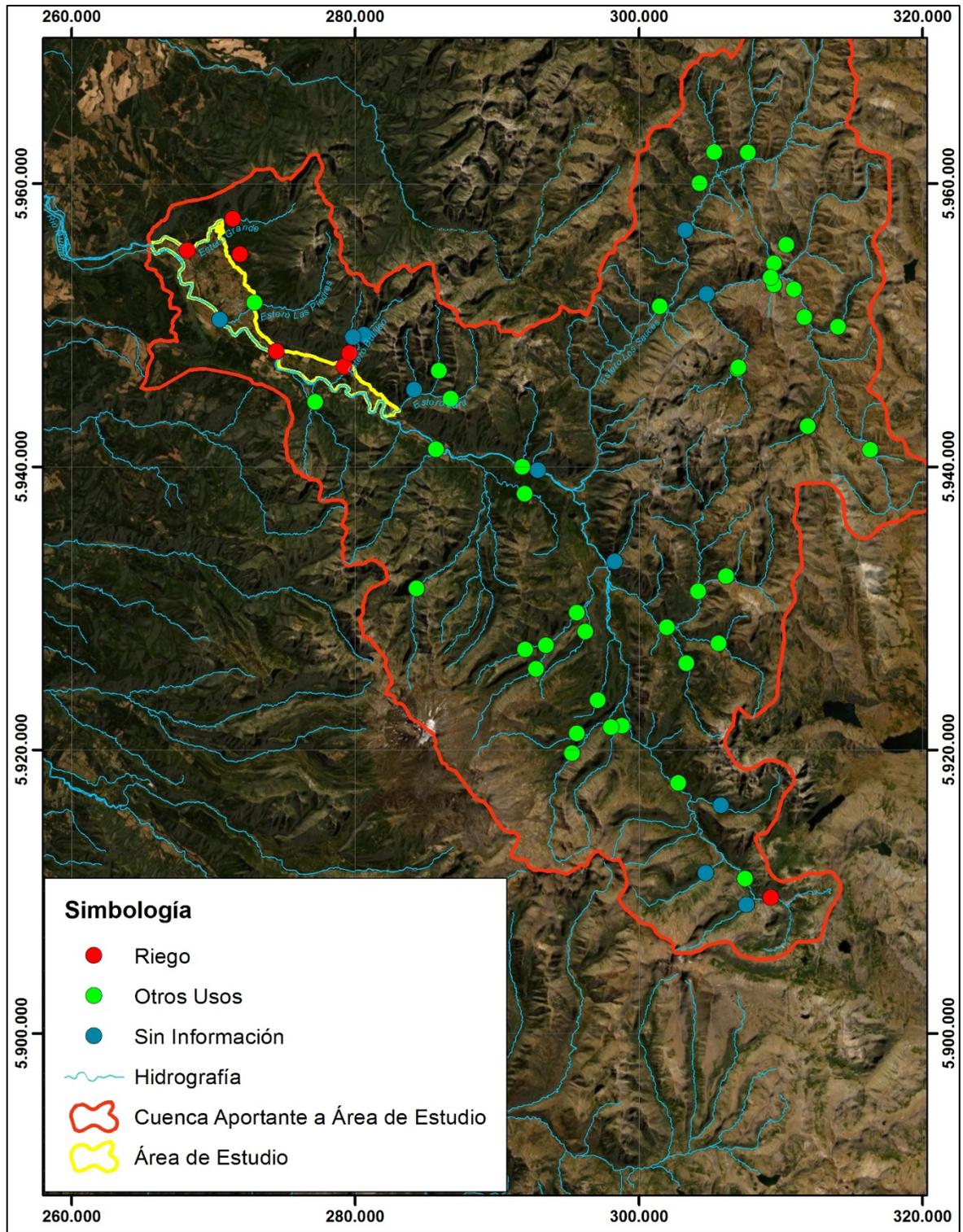


Figura 3.6-2. Derechos Superficiales Constituidos en la Cuenca Aportante al Área de Estudio, Diferenciados por Uso del Agua

3.6.3.2 Derechos Superficiales en Trámite

Se obtuvo, además, información acerca de los derechos que tienen pendiente su resolución de aprobación o denegación. Respecto a estos, se determinó que al mes de agosto de 2020 existen sólo 2 solicitudes en trámite, ambas de tipo no consuntivo. En la Tabla 3.6-5 se muestra esta información, además del caudal solicitado, mientras que la Figura 3.6-3 se muestra su ubicación. En el Anexo 3.6-2 se consigna el detalle de la información recabada.

Tabla 3.6-5. Derechos Superficiales en Trámite en la Cuenca Aportante al Área de Estudio

Tipo de Derecho y Ejercicio	Total de Derechos	
	Nº	Caudal (l/s)
Consuntivo	0	0,0
No Consuntivo	2	29.000,0
Total	2	29.000,0
Permanente	2	29.000,0
Eventual	0	0,0
Total	2	29.000,0
Continuo	2	29.000,0
Discontinuo	0	0,0
Total	2	29.000,0

En la siguiente tabla se observan las fuentes donde han sido solicitados estos derechos.

Tabla 3.6-6. Derechos Superficiales en Trámite, Desagregados por Fuente

Fuente	Total de Derechos Consuntivos en Trámite		Total de Derechos No Consuntivos en Trámite	
	Nº	Caudal (l/s)	Nº	Caudal (l/s)
Rio González	0	0,0	1	18.000,0
Rio la Zorra	0	0,0	1	11.000,0

Como se observa, en la subcuenca Ñuble Alto no existen derechos superficiales en trámite del tipo consuntivo. El total del caudal de derechos no consuntivos solicitado es para uso en generación hidroeléctrica.

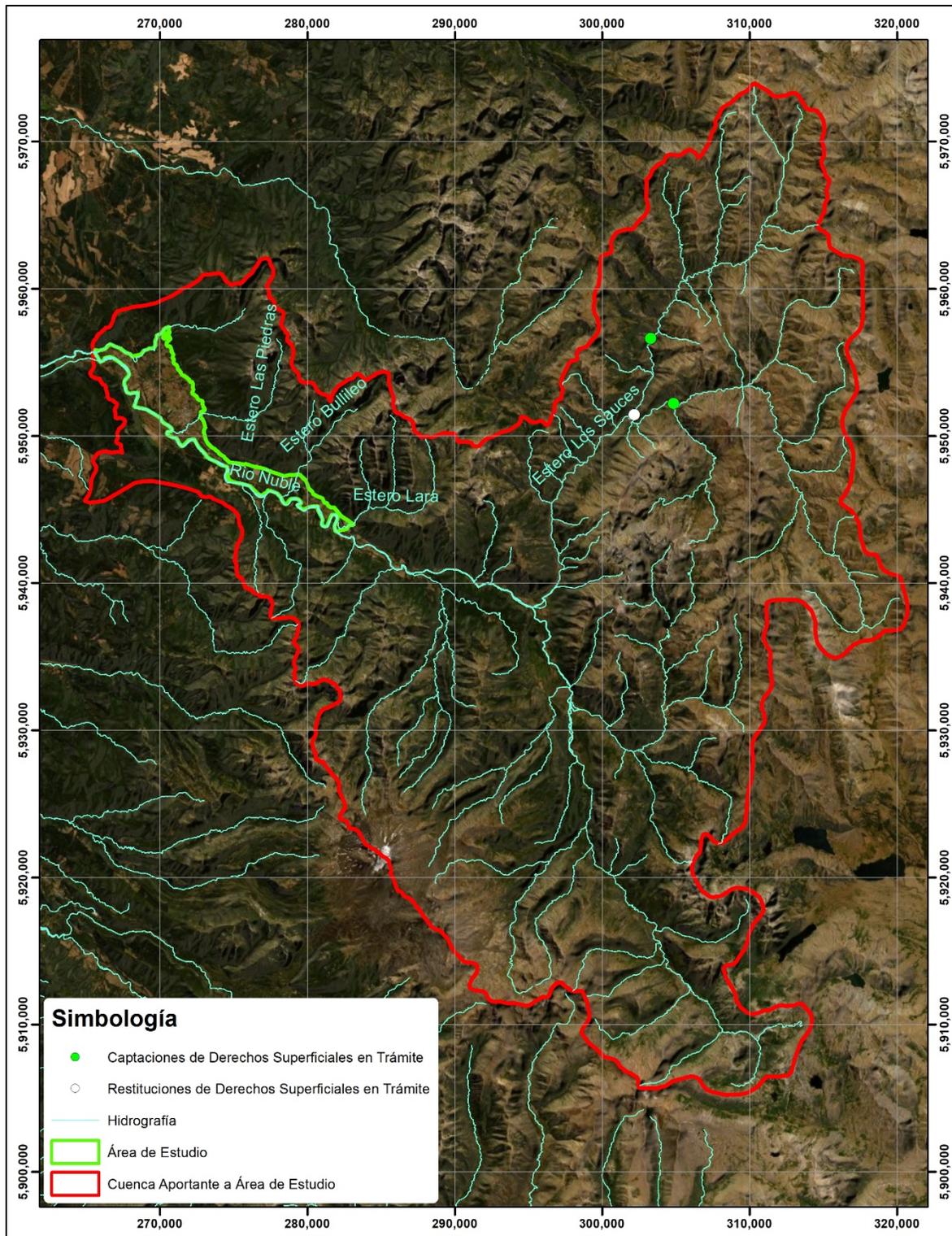


Figura 3.6-3. Derechos Superficiales en Trámite en la Cuenca Aportante al Área de Estudio

3.6.3.3 Reserva Fiscal de Derechos para el Embalse La Punilla

Como respaldo legal a las aguas destinadas a ser reguladas por el embalse La Punilla, se tiene una reserva fiscal de 600 millones de m³/año, actualmente vigente, que son derechos de carácter consuntivo y de ejercicio eventual y continuo, otorgados según la Resolución DGA N°209/1994, modificada por la Resolución DGA VIII N°489/2005, y que corresponden a 19.025,9 l/s, especificados en el acápite 3.6.3.1 de este informe.

Este derecho para su ejercicio, debe dejar pasar hacia aguas abajo de la presa de embalse, sin regularlos, poco más de 110 m³/s, correspondientes a derechos preferentes que son: el caudal ecológico, los derechos de la Central Hidroñuble y los derechos consuntivos que pertenecen a la Junta de Vigilancia del río Ñuble, que se ejercen más abajo de la subcuenca Ñuble Alto.

La forma en que el embalse La Punilla hará uso de esa reserva fiscal, al acumularla en el embalse La Punilla, se detalla en el capítulo 3.8, Antecedentes Relacionados con el Embalse La Punilla, más adelante.

3.6.3.4 Esteros Bullileo y Las Piedras

Un caso especial respecto a derechos de agua superficial es el de los esteros Bullileo y Las Piedras, ya que dentro de las alternativas de obras a incluir en el estudio que se realiza, está el embalse San Fabián, presentado como uno de los posibles en el Estudio Integral de Riego, Proyecto Itata de 1994. En efecto, para esta obra se requiere trasvasar recursos desde estas 2 cuencas mediante un canal de cerca de 11 km de largo.

Se identificaron 7 derechos de aguas superficiales constituidos en los esteros Bullileo y Las Piedras, cuya información se presenta en la Tabla 3.6-7.

Tabla 3.6-7. Derechos Superficiales Constituidos en los Esteros Bullileo y Las Piedras

Estero	Tipo de Derecho	Ejercicio del Derecho	Nº de Derechos	Caudal Anual Promedio (l/s)
Bullileo	Consuntivo	Permanente y Continuo	2	250,0
	No Consuntivo	Permanente y Discontinuo	2	467,8
	No Consuntivo	Eventual y Continuo	2	700,9
Total			6	1.418,7
Las Piedras	Consuntivo	Permanente y Continuo	1	15,0
	No Consuntivo	Eventual y Discontinuo	0	0
Total			1	15,0

En las cuencas de los esteros Bullileo y Las Piedras no existen derechos superficiales en trámite.

En el Estudio Hidrológico se evaluaron los recursos de estas 2 cuencas, respetándose, por cierto, los derechos ya constituidos, para efectos de evaluar la alternativa de obra del embalse San Fabián.

3.6.3.5 Derechos Superficiales Sometidos al Pago de Patente por no Uso

Los derechos que resultan de interés para el desarrollo de proyectos de riego en el área de estudio, cuya cuenca aportante abarca parte de las comunas de San Fabián y Coihueco, de la provincia de Punilla, corresponden a los derechos superficiales consuntivos, y de ejercicio permanente y continuo o discontinuo que, a causa de que no se están usando, se encuentran sometidos al sistema de pago de patentes por no uso. Con ello, se abre la posibilidad de que parte de esos derechos puedan ser usados para abastecer legalmente proyectos de riego, a través de su adquisición, o bien en caso de que algunos de ellos sean devueltos por los usuarios, para evitar seguir gravados con el pago de patentes.

Sin embargo, como se indica en el acápite siguiente, no existen derechos superficiales consuntivos sometidos al pago de patente por no uso en el área de interés para el presente estudio. Solamente hay derechos no consuntivos sometidos al pago de patentes.

3.6.3.5.1 Derechos que actualmente pagan patente por no uso

En la Tabla 3.6-8 se consigna la información de derechos superficiales, del tipo no consuntivos, que actualmente se encuentran sometidos al pago de patente por no uso. En el Anexo 3.6-3 se muestra el detalle de la información de estos derechos.

Tabla 3.6-8. Derechos Constituidos que Actualmente Pagan Patente por No Uso en la Cuenca Aportante al Área de Estudio

Tipo de Derecho	Naturaleza del Agua	Ejercicio del Derecho	Total de Derechos	
			Nº	Caudal Sujeto a Pago (l/s)
No Consuntivo	Superficial	Permanente	13	221.991,1
No Consuntivo	Superficial	Eventual	6	65.649,5
Total			19	287.640,6

Es necesario mencionar que entre los derechos superficiales que actualmente pagan patente en la provincia de Punilla, publicados en el Diario Oficial del 15 de enero de 2020, existen 7 derechos que no han podido ser ubicados, al no contar con coordenadas ni información que permita determinar su ubicación. Ni siquiera fue posible obtener los números de estos expedientes.

3.6.3.5.2 Renuncia ante la DGA a derechos que pagan patente por no uso

De acuerdo con los antecedentes recopilados, existe un (1) derecho superficial de tipo no consuntivo cuyo propietario ha renunciado a su uso. En la tabla siguiente se consigna esta información, mientras que en el Anexo 1.3.6-4 se presenta con mayor detalle estos antecedentes.

Tabla 3.6-9. Renuncias a Derechos Concedidos en la Cuenca Aportante al Área de Estudio

Naturaleza del Agua	Tipo de Derecho	Total de Derechos			
		Nº	Caudal Promedio Anual Concedido (l/s)	Caudal Promedio Anual Renunciado (l/s)	Caudal Promedio Anual Remanente (l/s)
Superficial	No Consuntivo	1	7.975,0	7.975,0	0,0
Total		1	7.975,0	7.975,0	0,0

Como se observa, en la cuenca aportante al área de estudio tampoco existen renunciaciones a derechos superficiales concedidos del tipo consuntivo.

La Figura 3.6-4 muestra la ubicación de los derechos superficiales afectos al pago de patente y los derechos superficiales a los cuales sus propietarios han renunciado.

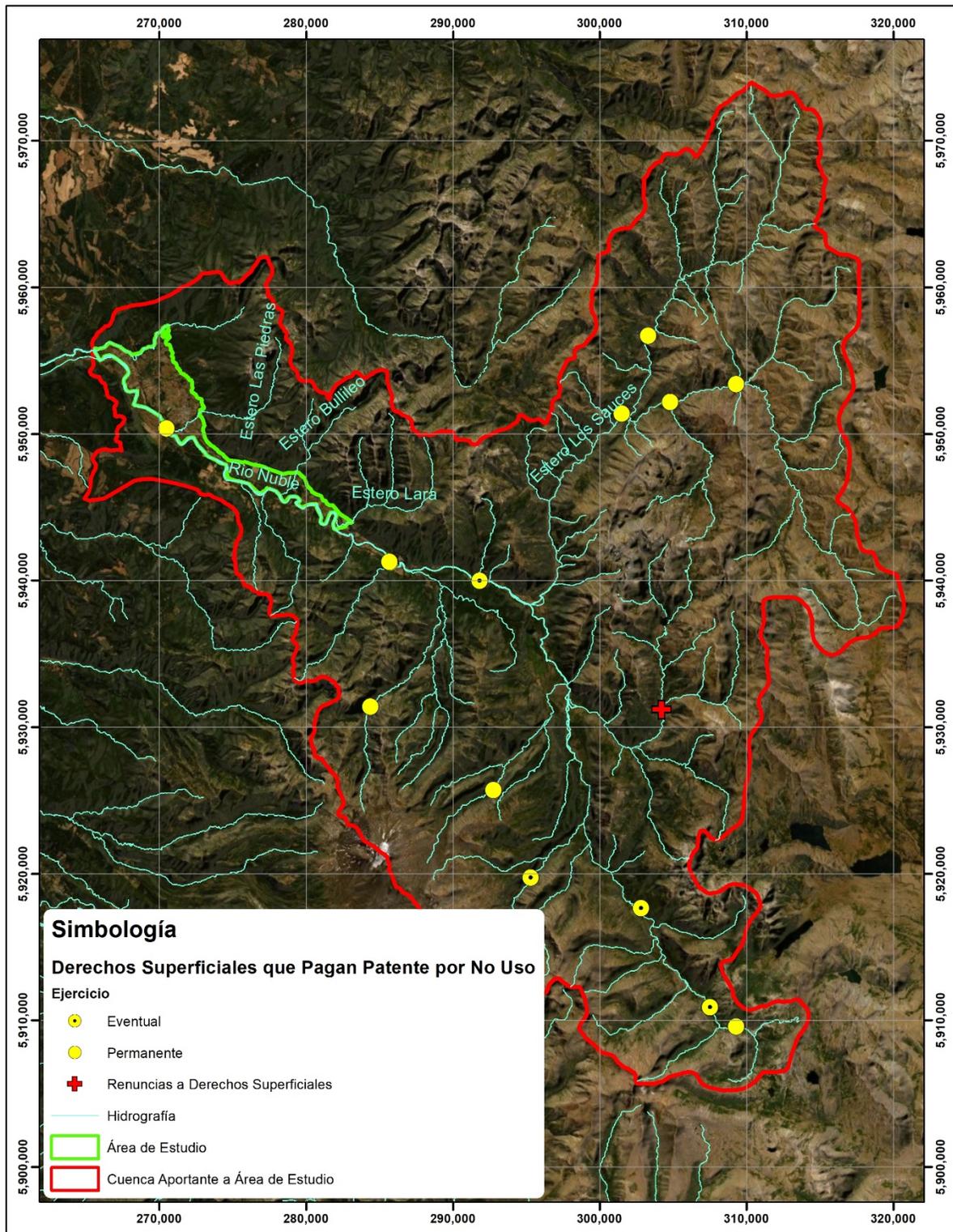


Figura 3.6-4. Derechos Afectos a Pago de Patente por No Uso y Renuncia a Derechos de Aguas Superficiales en la Cuenca Aportante al Área de Estudio

3.6.3.6 Derechos Superficiales Regularizados

Otro aspecto de interés para el análisis de los derechos de aguas superficiales, es si éstos corresponden a derechos constituidos por acto de autoridad o bien corresponden a regularizaciones de derechos.

Para ello, se determinó, a partir de la información de los códigos de los expedientes de derechos, cuáles corresponden a derechos regularizados (códigos NR). De acuerdo con esta información, habría 110 derechos superficiales constituidos por acto de autoridad dentro de la cuenca aportante al área de estudio, además de 3 regularizaciones de derechos, por un caudal total de 543 l/s (corresponden justamente a los derechos consuntivos de los esteros Las Piedras, Melozal y Grande).

En la Tabla 3.6-10 se consigna el detalle de esta información.

Tabla 3.6-10. Derechos Superficiales Constituidos y Regularizados en la Cuenca Aportante al Área de Estudio

Derechos Superficiales Existentes en Cuenca Aportante a Área de Estudio	Tipo de Regularización	Tipo de Derecho	Total de Derechos	
			Nº	Caudal (l/s)
Constituidos	-	Consuntivo	6	63.558,5
	-	No Consuntivo	104	77.969,9
Subtotal Constituidos			110	141.528,4
Regularizados	Art. 2º Transitorio	Consuntivo	3	543,0
	Art. 2º Transitorio	No Consuntivo	0	0,0
Subtotal Regularizados			3	543,0
TOTAL			109	142.071,4

3.6.3.7 Restricciones a Nuevos Derechos Superficiales

Se revisó la información oficial de la DGA respecto a Declaraciones de Agotamiento de aguas superficiales, verificándose que no existen en el área de estudio ni en la subcuenca Ñuble Alto. Se revisó también, la información de la DGA respecto a Decretos de Reserva y de Escasez Hídrica en la subcuenca Ñuble Alto, confirmándose que no existen dichos decretos en toda esta zona.

3.6.4 Derechos de Aguas Subterráneas

De manera similar a lo desarrollado para los derechos superficiales, en el caso de los derechos subterráneos estos también fueron clasificados según distintos criterios. En los siguientes puntos se presenta la información de derechos subterráneos desagregada según los distintos criterios considerados.

3.6.4.1 Derechos Subterráneos Constituidos

Los derechos subterráneos constituidos dentro del área de estudio, en la comuna de San Fabián, hasta el mes de agosto de 2020, ascienden a 18 por un caudal total de 33,5 l/s, todos de uso consuntivo, ubicados en el Sector Hidrogeológico de Aprovechamiento Común Nuble Alto definido por la DGA.

De estos, 10 derechos son para uso en riego, por un caudal total de 23,9 l/s; 1 derecho está destinado a otros usos, por un caudal de 6,5 l/s; y 7 no tienen información de uso del agua.

Se destaca que no se registran derechos subterráneos constituidos de carácter provisional en el área.

En el Anexo 3.6-5 se presentan las tablas con la información completa de estos derechos constituidos. Cabe señalar que ninguno de estos derechos corresponde a regularizaciones.

En la Tabla 3.6-11 se desagregan los derechos subterráneos constituidos, definitivos, según la forma de ejercicio del derecho.

Tabla 3.6-11. Derechos Subterráneos Constituidos en el Área de Estudio

Tipo de Derecho	Ejercicio del Derecho	Total de Derechos	
		Nº	Caudal (l/s)
Consuntivo definitivo	Permanente y Continuo	18	33,5
Consuntivo definitivo	Permanente y Discontinuo	0	0,0
Consuntivo definitivo	Eventual	0	0,0
Total		18	33,5

Como se observa en la Tabla 3.6-11, no existen derechos subterráneos constituidos en el área de estudio de ejercicio permanente y discontinuo, ni de ejercicio eventual.

En la Tabla 3.6-12 se presentan los derechos subterráneos según su uso declarado.

Tabla 3.6-12. Derechos Subterráneos Constituidos en el Área de Estudio según Uso

Uso	Nº Derechos	Caudal (l/s)
Riego	10	23,9
Otros Usos	1	6,5
Sin Información	7	3,1
Total	18	33,5

En la Figura 3.6-5 se muestra la ubicación de todos los derechos subterráneos de uso consuntivo, ejercicio permanente y continuo, mientras que en la Figura 3.6-6, se presentan todos los derechos subterráneos de uso consuntivo, diferenciados por uso.

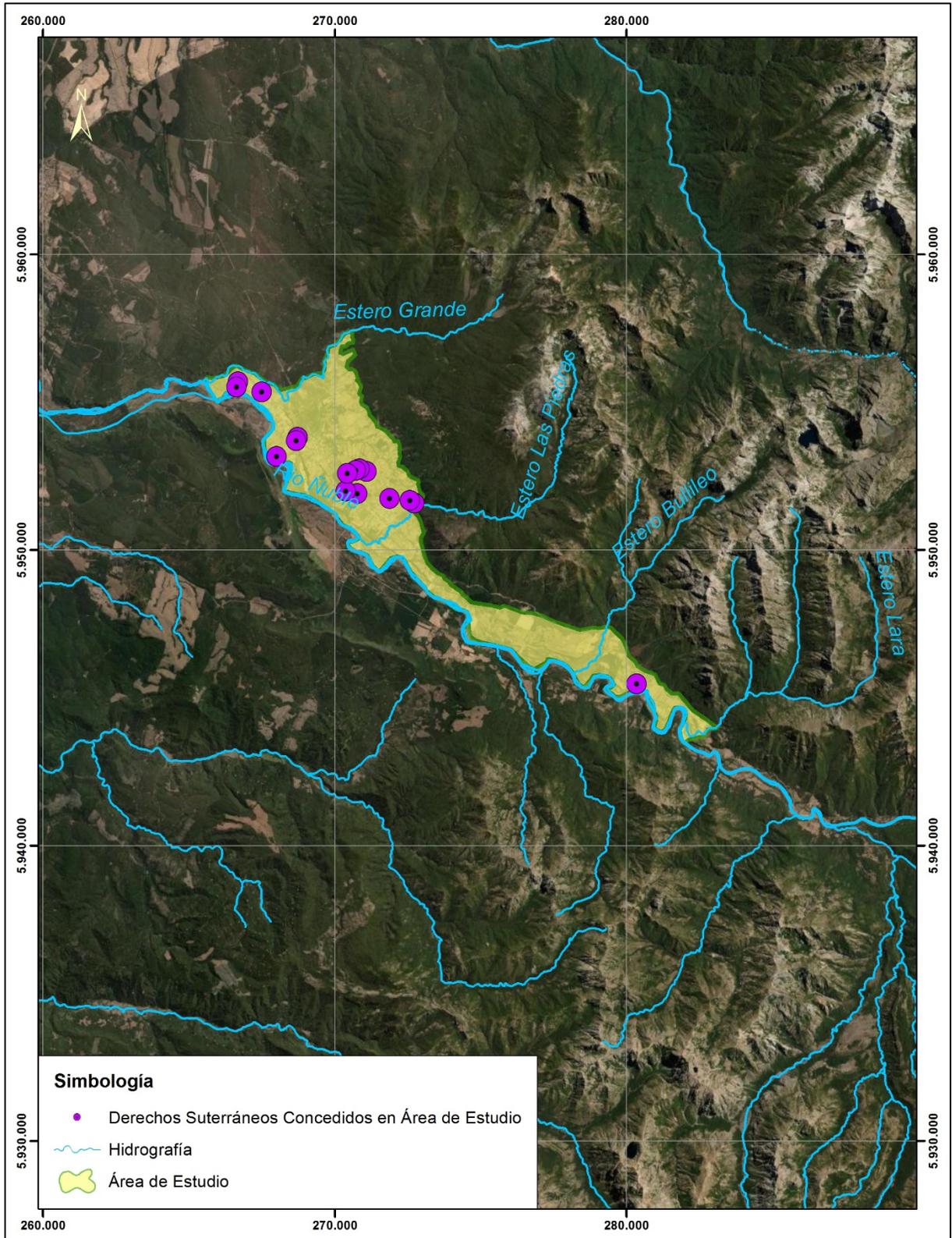


Figura 3.6-5. Derechos Subterráneos Constituidos en el Área de Estudio

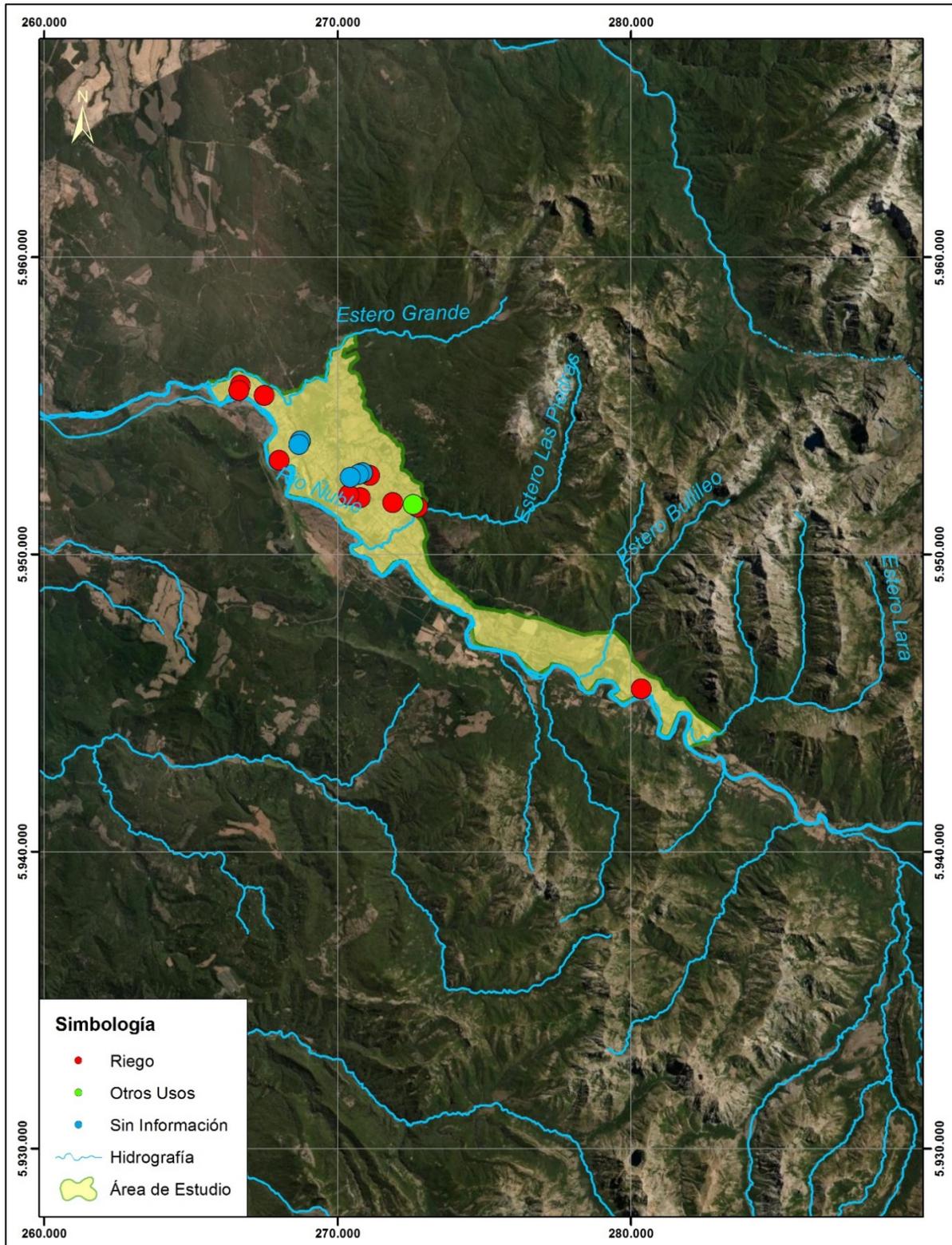


Figura 3.6-6. Derechos Subterráneos Constituidos en el Área de Estudio, Diferenciados por Uso del Agua

3.6.4.2 Derechos Subterráneos en Trámite

Respecto a los derechos en trámite, se determinó existe un total de 12 solicitudes en trámite en el área de estudio (3 de las cuales fueron denegadas o desistidas), por un caudal de 22,2 l/s, todas por derechos de tipo consuntivo, de ejercicio permanente y continuo, y están ubicados en la comuna de San Fabián, en el Sector Hidrogeológico de Aprovechamiento Común Ñuble Alto, definido por la DGA.

En la Tabla 3.6-13 se presenta un resumen de los derechos subterráneos en trámite en el área de estudio, mientras que en el Anexo 1.3.6-6 se consigna el detalle de los antecedentes recabados.

Tabla 3.6-13. Derechos Subterráneos en Trámite en el Área de Estudio

Tipo de Derecho	Ejercicio del Derecho	Total de Derechos	
		Nº	Caudal Solicitado (l/s)
Consuntivo	Permanente y Continuo	9	22,2
No Consuntivo	Permanente y Continuo	0	0,0
Total		9	22,2

Como se observa en la tabla anterior, no existen derechos subterráneos en trámite de carácter no consuntivo en el área de estudio.

La Figura 3.6-7 muestra la ubicación de estos derechos pendientes de aprobación o denegación.

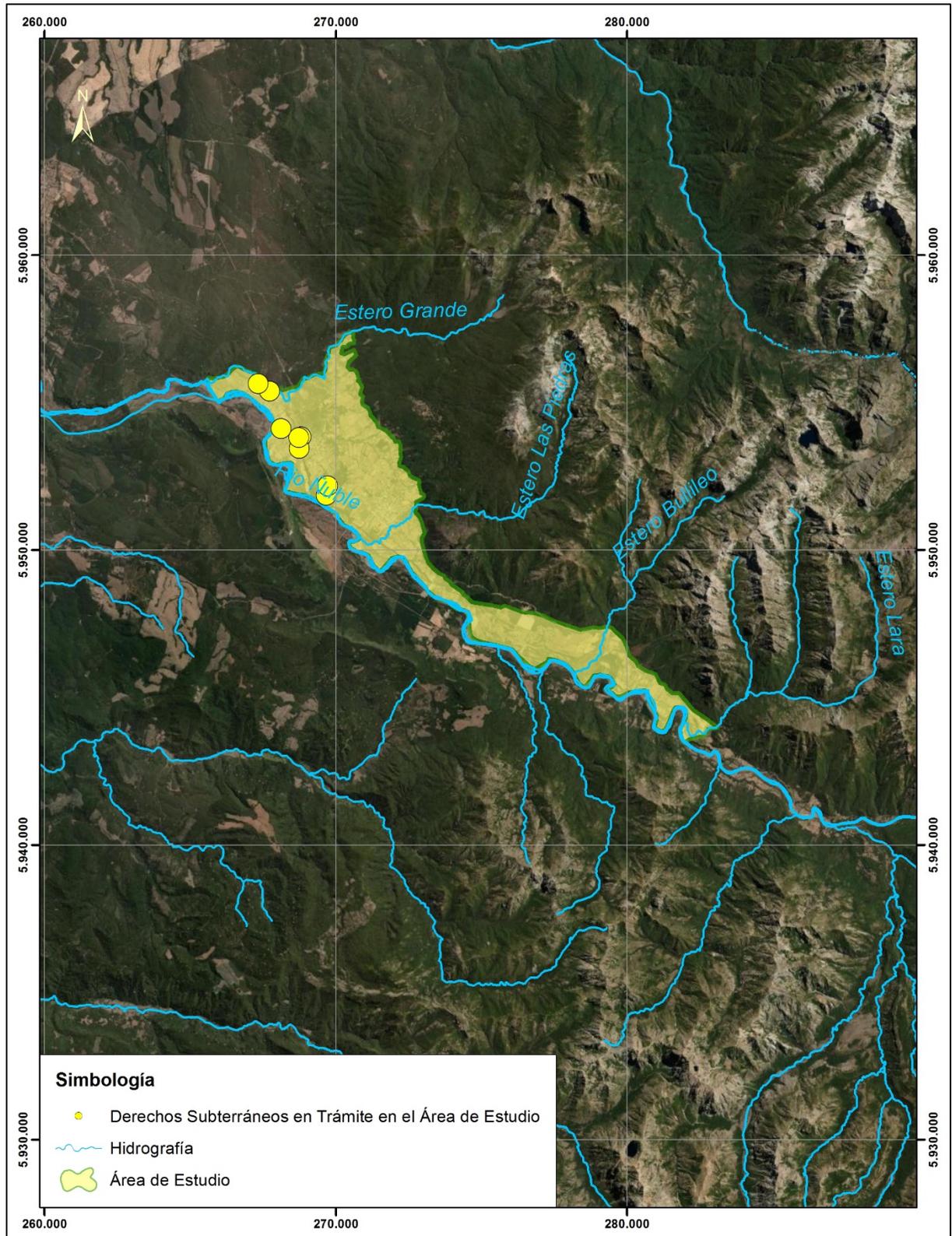


Figura 3.6-7. Derechos Subterráneos en Trámite en el Área de Estudio

3.6.4.3 Derechos Subterráneos Sometidos al Pago de Patente por no Uso

De acuerdo con la información revisada, en el área de estudio no existen derechos subterráneos que actualmente paguen patente, ni tampoco derechos renunciados a su ejercicio por los titulares.

3.6.4.4 Restricciones a nuevos derechos subterráneos

Se revisó la información oficial de la DGA respecto a Áreas de Restricción para nuevos derechos de aguas subterráneas o de Prohibición, verificándose que no existen en el área de estudio.

3.6.5 Organizaciones de Usuarios

Se revisó el estudio más reciente efectuado relacionado con las organizaciones de usuarios denominado “Diagnóstico Nacional de Organizaciones de Usuarios, DGA, SIT N° 422, 2018, efectuado por la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de Chile” (Ficha Bibliográfica N°30).

En dicho estudio, existe información que señala que en la región de Ñuble, en el sector de San Fabián existen cinco Organizaciones de Usuarios registradas en la DGA. Por otro lado, se obtuvo información de estas Organizaciones de Usuarios, desde el sitio web de la DGA. A continuación, se incluye la información obtenida para cada organización:

- Junta de Vigilancia del Río Ñuble: su área de jurisdicción se extiende sobre el río Ñuble, desde la bocatoma del canal con que se riega el Fundo El Cajón, ubicado en la ribera sur del río, en el Fundo Las Culebras, frente a San Fabián de Alico, aguas abajo de la confluencia del estero Pangue con el río Ñuble, hasta el puente ferroviario sobre el río, frente a la ciudad de Chillán. Esta organización se encuentra registrada en la DGA con el número 30, desde el 10 de junio de 1959, según decreto MOP N°1215. El caudal asignado a la JV del Río Ñuble, corresponde a 21.221 acciones, que según los estatutos de la organización, corresponden a 21.221 l/s. Actualmente cuenta con 43 bocatomas

en uso y 50 canales en sus registros. No existe información de inscripción en el Conservador de Bienes Raíces.

- Comunidad de Aguas del Canal Las Piedras de Bullileo: Registrada en la DGA con el N°1919, según Resolución N°2877 del 16 de diciembre de 1994 e inscrita en el CBR de San Carlos, Fojas 41, N°25 del año 1995. Esta comunidad está integrada por 3 accionistas, tiene un total de 7 acciones y un caudal asignado de 30 l/s de ejercicio permanente y continuo. Capta las aguas en la ribera izquierda del estero Bullileo, aproximadamente a 1 Km aguas arriba de la desembocadura en el río Ñuble.
- Comunidad de Aguas del Canal La Mortandad: Registrada en la DGA con el N°1920 según Resolución N°2877 del 16 de diciembre de 1994 e inscrita en el CBR de San Carlos, Fojas 43, N°26 del año 1995. Esta comunidad está integrada por 5 accionistas, tiene un total de 7,2 acciones y un caudal asignado de 15 l/s de ejercicio permanente y continuo. Capta las aguas en la ribera derecha del estero La Mortandad, aproximadamente a 800 m aguas arriba de la desembocadura en el río Ñuble.
- Comunidad de Aguas del Canal Bullileo: Registrada en la DGA con el N°2191, según Resolución N°997 del 15 de mayo de 1995 e inscrita en el CBR de San Carlos, Fojas 223, N°158 del año 1995. Esta comunidad está integrada por 11 accionistas, tiene un total de 125 acciones y un caudal asignado de 220 l/s de ejercicio permanente y continuo. Capta las aguas en la ribera derecha del estero Bullileo, aproximadamente 3 Km aguas arriba de la desembocadura en el río Ñuble.
- Comunidad de Aguas del Canal Las Vegas: Registrada en la DGA con el N°2029, según Resolución N°666 del 29 de marzo de 1995 e inscrita en el CBR de San Carlos, en Fojas 138, N°99 del año 1995. Esta comunidad está integrada por 5 accionistas, tiene un total de 13,8 acciones y un caudal asignado de 21 l/s de ejercicio permanente y continuo. Capta las aguas en la ribera izquierda del estero Grande, aproximadamente 700 m aguas abajo del puente del estero Grande en camino público San Fabián de Alico - San Carlos.

3.7 Zonas de Explotaciones Agrícolas en el Área de Estudio y Productividad

3.7.1 Evolución Rubros Productivos

Con el propósito de caracterizar el uso y producción histórica del área de estudio, se utilizó como fuente de información el VI y VII Censo Nacional Agropecuario realizado por el Instituto Nacional de Estadísticas, INE, en las temporadas 1996/97 y 2006/07. Para ambas temporadas se analizó el uso general del suelo en la comuna de San Fabián, cuyos resultados se presentan en la siguiente tabla. En cuanto a actualizar esa información, se sabe que el VIII Censo Agropecuario del INE se haría este año, pero es casi seguro que se postergue por la pandemia. Por otra parte, ODEPA y CIREN sólo entregan cifras por comuna para frutales.

En términos generales, cabe señalar que en la comuna de San Fabián la superficie dedicada a la agricultura disminuyó considerablemente entre los dos períodos, al pasar de más de 1.919 has a 870 has. En efecto, como se aprecia en la tabla indicada, la mayoría de los rubros registró un descenso, especialmente el grupo correspondiente a forrajeras, cereales, cultivos industriales, leguminosas y tubérculos; sólo el grupo de frutales y hortalizas mostraron una expansión, aunque dentro del patrón productivo no son significativamente relevantes. Esta disminución de la superficie estaría asociada a la sequía que ha afectado tanto a cultivos de riego como de secano.

Asimismo, en el contexto regional, también se evidenció un descenso de la superficie cultivada, del orden del 16,6%, registrando crecimientos las áreas destinadas a hortalizas, flores y semilleros, aunque la expansión más importante fue la de frutales, cuyas plantaciones aumentaron en más del 67%, equivalente a 3.143 has.

Al analizar el patrón productivo de la temporada 2006/07 en la Región de Ñuble, se aprecia que el grupo constituido por cereales, es el más importante, con el 47,9% de la superficie; seguido por forrajeras con el 20,5%. Los demás rubros, en orden de importancia, son cultivos industriales, viñas, frutales, legumbres, tubérculos y hortalizas, entre otros. Asimismo, en la comuna de San Fabián, destacan cereales y forrajeras, seguidos muy a distancia por frutales, hortalizas y el grupo de legumbres-tubérculos.

Tabla 3.7-1. Uso del Suelo

Rubro	Región de Ñuble				Comuna de San Fabián			
	Superficie (Ha)		Evolución	Participación	Superficie (Ha)		Evolución	Participación
	1996/97	2006/07	(%)	en 2006/07	1996/97	2006/07	(%)	en 2006/07
Cereales	93.680,4	70.659,7	-24,6%	47,9%	1.003,2	429,2	-57,2%	49,4%
Legumbres-tubérculos	14.583,8	7.411,0	-49,2%	5,0%	37,3	24,2	-35,1%	2,8%
Cultivos Industriales	13.922,6	11.925,5	-14,3%	8,1%	25,0	0,3	-98,8%	0,0%
Hortalizas	5.578,4	5.863,5	5,1%	4,0%	13,2	34,2	159,1%	3,9%
Flores	5,8	22,3	284,8%	0,0%	0,0	0,0	---	0,0%
Forrajeras	28.470,8	30.242,5	6,2%	20,5%	818,4	329,7	-59,7%	37,9%
Frutales	4.672,3	7.815,3	67,3%	5,3%	21,5	50,9	136,7%	5,9%
Viñas	14.512,6	11.791,6	-18,7%	8,0%	0,0	0,0	---	0,0%
Viveros	119,1	112,2	-5,8%	0,1%	0,0	0,0	---	0,0%
Semilleros	1.194,7	1.595,7	33,6%	1,1%	0,0	1,0	100,0%	0,1%
Total	176.740,5	147.439,3	-16,6%		1.918,6	869,5	-54,7%	

Fuente: Elaborado con antecedentes de VI y VII Censo Nacional Agropecuario del INE

En la próxima tabla se presenta la evolución de los distintos tipos de ganado en la XVI Región y en la comuna de San Fabián, en donde se aprecia que en ambos casos entre los períodos 1996/97 y 2006/97 la masa ganadera descendió, sólo el ganado ovino experimentó un ligero repunte. No obstante, cabe señalar que en San Fabián el descenso, en términos porcentuales, fue más abrupto, lo que estaría asociado con la menor superficie dedicada a cultivos forrajeros. En contraposición, en la Región de Ñuble a pesar de la mayor superficie de especies forrajeras, la masa ganadera es menor que la informada en 1996/97.

Tabla 3.7-2 Existencia de Ganado

Tipo de Ganado	Región de Ñuble				Comuna de San Fabián			
	Cabezas (N°)		Evolución	Participación	Cabezas (N°)		Evolución	Participación
	1996/97	2006/07	(%)	en 2006/07	1996/97	2006/07	(%)	en 2006/07
Bovinos	197.231	160.820	-18,5%	56,0%	5.275	2.872	-45,6%	23,1%
Ovinos	101.183	102.568	1,4%	35,7%	4.734	4.836	2,2%	38,9%
Caprinos	34.399	23.839	-30,7%	8,3%	7.344	4.728	-35,6%	38,0%
Total	332.813	287.227	-13,7%		17.353	12.436	-28,3%	

Fuente: Elaborado con antecedentes de VI y VII Censo Nacional Agropecuario del INE

3.7.2 Superficie Regada

Otro aspecto que es válido destacar es el descenso de la superficie regada en ambas divisiones político administrativas, comportamiento que se evidenció en los terrenos regados en forma gravitacional. En efecto, en la correspondiente a San Fabián se constató una

importante contracción, al pasar desde 599 has en 1996/97 a casi 333 has en 2006/07, lo que equivale a una disminución de 44,5%, como se aprecia claramente en la tabla siguiente.

Tabla 3.7-3. Superficie de Riego

Sistema de Riego	Región de Ñuble				Comuna de San Fabián			
	Superficie (Ha)		Evolución	Participación en 2006/07	Superficie (Ha)		Evolución	Participación en 2006/07
	1996/97	2006/07	(%)		1996/97	2006/07	(%)	
Gravitacional	84.728,9	76.094,8	-10,2%	92,2%	599,1	298,0	-50,3%	0,4%
Mecánico Mayor	908,1	2.686,9	195,9%	3,3%	0,0	18,1	100,0%	0,0%
Microriego	477,9	3.789,9	693,0%	4,6%	0,0	16,7	100,0%	0,0%
Total	86.114,9	82.571,6	-4,1%		599,1	332,8	-44,5%	

Fuente: Elaborado con antecedentes de VI y VII Censo Nacional Agropecuario del INE

En la comuna en análisis, las áreas regadas con método gravitacional y tecnificado registraron tendencias contrapuestas, ya que la primera anotó un descenso de 50,3% y, la segunda, un incremento de 34,8 has, ya que en 1996/97 esta tecnología era inexistente.

En la XVI Región, por su parte, si bien la superficie regada mostró una disminución del 4,1%, la baja en el área abastecida con métodos tradicionales fue contrarrestada con el aumento de los sistemas mecanizados.

En este ámbito, cabe señalar el uso más eficiente del recurso hídrico que se constató en la información recopilada, ya que las eficiencias de riegos de equipos presurizados oscilan entre el 80 a 90%, en tanto que la de los métodos tradicionales no superan el 40%. Esta tendencia debiera prevalecer en las próximas temporadas.

3.7.3 Rubros Productivos y Potencialidad

En la próxima tabla, se presenta la información correspondiente a la superficie de cultivos anuales informada por INE en la Región de Ñuble y comuna de San Fabián, temporada 2006/07, estos antecedentes involucran cereales, leguminosas y tubérculos.

En general, cabe señalar que a nivel regional existe una amplia gama de cultivos, destacando la participación de trigo, avena, maíz, papa y arroz, los que en total representan más del 91%

del patrón productivo. En contraposición, la situación en San Fabián es de un menor número de especies cultivadas, donde emergen trigo y avena como las especies de mayor superficie, con casi el 94% de las siembras.

Tabla 3.7-4. Superficie de Cultivos Anuales

Especie	Región de Ñuble		Comuna San Fabián	
	ha	%	ha	%
Arroz (con cáscara)	4.145,8	5,3		
Arveja (grano seco)	275,8	0,4		
Avena (grano seco)	12.923,8	16,6	72,2	15,9
Cebada cervecera	917,7	1,2		
Cebada forrajera (grano seco)	267,2	0,3		
Garbanzo	892,4	1,1		
Lenteja	346,1	0,4		
Maíz (grano seco)	6.537,9	8,4	4,2	0,9
Otras chacras	82,6	0,1	3,3	0,7
Otros cereales	211,5	0,3	0,3	0,1
Papa	3.920,6	5,0	13,2	2,9
Poroto consumo interno	1.483,3	1,9	7,7	1,7
Poroto de exportación	389,5	0,5		
Trigo blanco	43.676,6	55,9	352,5	77,7
Trigo candeal	1.959,2	2,5		
Total	78.029,9	100,0	453,4	100,0

Fuente: Elaborado con antecedentes del VII Censo Nacional Agropecuario del INE

En el caso de cultivos industriales, de acuerdo a los antecedentes recabados en el VII Censo Nacional Agropecuario INE 2006/07, se debe señalar que esta es una actividad escasamente difundida en el área de estudio, ya que, si bien en la Región de Ñuble existen diversas especies cultivadas, como remolacha, raps y achicoria industrial, en San Fabián este grupo de cultivos es prácticamente inexistente, como se aprecia en la siguiente tabla.

Tabla 3.7-5. Superficie de Cultivos Industriales

Especie	Región de Ñuble		Comuna San Fabián	
	ha	%	ha	%
Achicoria industrial	663,8	5,6		
Lupino amargo	6,0	0,1		
Otros industriales	734,7	6,2	0,30	100,0
Raps (canola)	1.586,0	13,3		
Remolacha azucarera	8.523,9	71,5		
Tabaco	241,6	2,0		
Tomate industrial	169,5	1,4		
Total	11.925,5	100,0	0,30	100,0

Fuente: Elaborado con antecedentes del VII Censo Nacional Agropecuario del INE

El grupo de frutales, entretanto, corresponde a un rubro con potencial en el área de estudio, en la medida que las condiciones de clima y suelo permitan el desarrollo de algunas especies.

Cabe señalar que en la XVI Región, al igual que en los casos anteriores, existe una amplia gama de especies cultivadas, número que en San Fabián disminuye, debido por una parte a la escasa disponibilidad de agua para riego y, por otra, al tamaño predial y nivel tecnológico imperante en la zona.

De esta manera, en el área de estudio según el INE, en 2006/07, las principales especies plantadas corresponden a frambuesa y huerto casero, como se aprecia en la próxima tabla.

Tabla 3.7-6. Superficie de Frutales, 2006/07

Especie	Región de Ñuble		Comuna San Fabián	
	ha	%	ha	%
Almendro	43,0	0,6		
Arándano	1.552,2	19,9		
Castaño europeo	192,3	2,5	3,5	6,9
Cerezo	1.129,2	14,5	1,0	2,0
Frambuesa	1.190,1	15,2	6,4	12,6
Frutilla	79,5	1,0		
Huerto casero	310,4	4,0	21,0	41,3
Kiwi	508,9	6,5		
Manzano rojo	809,3	10,4		
Manzano verde	215,1	2,8		
Moras cultivadas	25,9	0,3		
Nogal	130,5	1,7	1,5	2,9
Olivo	735,6	9,4		
Otros frutales	865,8	11,1	17,5	34,4
Palto	18,8	0,2		
Peral europeo	6,1	0,1		
Total	7.812,7	100,0	50,9	100,0

Fuente: Elaborado con antecedentes del VII Censo Nacional Agropecuario del INE

En 2019, según información de ODEPA, el área destinada a frutales en la comuna de San Fabián fue de 13,5 has, superficie que es significativamente inferior a lo registrado en 2006/07, aunque no contempla el área correspondiente a huertos caseros (siguiente tabla). Las especies informadas son arándano, frambuesa y nogal.

Cabe señalar que este descenso fue materia de estudio durante el proceso de encuesta, donde se ratificó la superficie destinada a este rubro, su evolución y las causas que pueden haber influido en la menor superficie.

En contraposición, la superficie frutal a nivel regional experimentó una expansión de más del 80% en relación a lo plantado en 2006/07, donde las principales especies cultivadas corresponden a arándano, avellano, cerezo, frambuesa, kiwi, manzano y nogal, entre otras.

Tabla 3.7-7. Superficie de Frutales, 2019

Especie	Región de Ñuble		Comuna San Fabián	
	ha	%	ha	%
Arándano	4.023,3	28,4	2,3	17,0
Avellano	2.943,5	20,8		
Castaño europeo	768,6	5,4		
Cerezo	1.600,3	11,3		
Ciruelo europeo	18,5	0,1		
Frambuesa	1.419,8	10,0	5,0	37,0
Kiwi	303,9	2,1		
Manzano rojo	853,5	6,0		
Manzano verde	150,8	1,1		
Moras cultivadas	362,4	2,6		
Nogal	1.497,9	10,6	6,2	45,9
Olivo	75,9	0,5		
Otros Frutales	54,1	0,4		
Palto	33,3	0,2		
Peral europeo	38,9	0,3		
Peral Asiático	39,9	0,3		
Total	14.184,6	100,0	13,5	100,0

Fuente: Elaborado con antecedentes ODEPA, año 2019

Otro rubro desarrollado en el área de estudio es el de hortalizas, que como se aprecia en la próxima tabla, las especies constatadas en San Fabián son menos que las registradas a nivel regional. Así, el grupo más relevante en la comuna en análisis corresponde a la huerta casera, la que abarca a más del 73% de la superficie, cuyo destino es el autoconsumo.

En la XVI Región, existe una amplia gama de especies cultivadas, entre las que destacan arveja verde, choclo, espárrago, lechuga, poroto verde y zanahoria, entre otras.

Cabe señalar que la superficie destinada a cada especie de hortaliza puede variar considerablemente de una temporada a otra en respuesta al comportamiento de los precios.

Es interesante indicar que el área de estudio presenta características favorables para el desarrollo de frutales y hortalizas, cuyas superficies, si existe agua de riego disponible,

debiera aumentar en las próximas temporadas como ha sido la tónica a nivel regional y de otras zonas del país. Se debe tener presente que estos rubros son más rentables que los cultivos tradicionales, como cereales o chacras, pero que requieren de inversión en tecnología de riego.

Tabla 3.7-8. Superficie de Hortalizas

Especie	Región de Ñuble		Comuna San Fabián	
	ha	%	ha	%
Acelga	8,3	0,1		
Arveja verde	471,0	8,0		
Betarraga	0,8	0,0		
Cebolla de guarda	15,3	0,3		
Cebolla temprana	5,5	0,1		
Choclo	570,2	9,7	7,6	22,2
Cilantro	6,8	0,1		
Espárrago	942,2	16,1		
Haba	40,7	0,7		
Huerta casera	1.698,5	29,0	25,2	73,7
Lechuga	33,3	0,6		
Melón	38,9	0,7		
Otras hortalizas	551,0	9,4	1,4	4,1
Poroto granado	40,5	0,7		
Poroto verde	86,7	1,5		
Repollo	9,2	0,2		
Sandía	13,5	0,2		
Tomate consumo fresco	408,1	7,0		
Zanahoria	896,0	15,3		
Zapallo italiano	4,8	0,1		
Zapallo temprano y de guarda	22,0	0,4		
Total	5.863,3	100,0	34,2	100,0

Fuente: Elaborado con antecedentes de VII Censo Nacional Agropecuario del INE

3.8 Antecedentes Relacionados con el Proyecto del Embalse La Punilla

El embalse La Punilla, como una de las alternativas analizadas en el Estudio Integral de Riego, Proyecto Itata (EDIC, 1994), se concibió para mejorar el riego de una parte importante de la ex provincia de Ñuble, definiéndose una presa de embalse en un sector semejante al del actual proyecto, de 140 m de altura, para contener hasta cerca de 900 Hm³.

Con posterioridad a esto, se desarrolló el Estudio de Factibilidad de Embalse Punilla (EDIC, 2001), en el cual se planteó el proyecto de una presa de 120 m de altura para contener del orden de 600 Hm³. Se concibió como obra multipropósito para privilegiar la producción de energía eléctrica en invierno y el riego en verano, según lo cual se lograría instalar una central de unos 92 MW y regar unas 66.000 has.

Con posterioridad a esto, EDIC en 2004 retomó el proyecto para mejorar los diseños de ingeniería de algunas obras, sin actualizar los antecedentes hidrológicos ni de operación del embalse. Es por ello que, para el diseño definitivo de las obras, se actualizó en 2008 los análisis agroeconómicos a fin de llevarlos a una situación más cercana a la realidad, en el estudio Evaluación Agroeconómica del Sector de Influencia de Riego del Embalse Punilla, de MdeA Consultores.

Una vez que se estableció que el proyecto fuese una obra concesionada, se llegó a definir su alcance definitivo, según el cual se determinó que el área de riego servida será de 60.000 has de 6 comunas de la Región del Ñuble, que en la actualidad poseen una seguridad baja, en las cuales apenas sobre el 30% se riegan con 85% de seguridad (ver Figura 3.8-1). El proyecto definitivo, además, permitirá incorporar unas 6.000 has nuevas de riego. Todo esto en el marco de una Concesión para su construcción, conservación y explotación, como embalse multipropósito.

La presa de embalse, del tipo CFRD, tendrá 137 m de altura y 501 m de longitud, para contener un total de 600 Hm³ de agua, inundando un área de 1.700 has. La obra está compuesta por una ataguía, túnel de desvío, túnel de entrega al río de capacidad 104 m³/s y un vertedero de tipo frontal, con 3 compuertas y rápido de descarga.

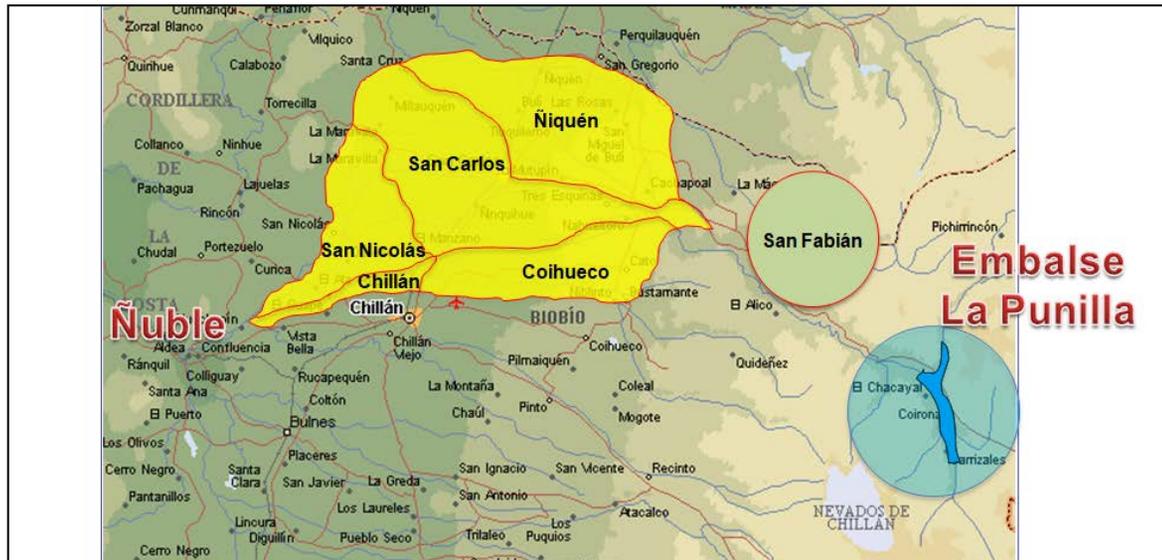


Figura 3.8-1. Áreas de Beneficio del embalse La Punilla

Fuente: Astaldi 2015

Desde el punto de vista legal, el Fisco es titular de un derecho de aprovechamiento de aguas (DAA) por $600 \text{ Hm}^3/\text{año}$, de carácter consuntivo y de ejercicio eventual y continuo. De estos derechos, $229 \text{ Hm}^3/\text{año}$ estarán destinados al mejoramiento de riego de las 60.000 has, por un total de 21.221 acciones (de tipo A), mientras que $127 \text{ Hm}^3/\text{año}$ lo serán para las nuevas áreas de riego, por un total de 10.143 acciones (de tipo B).

Por otra parte, la Sociedad Concesionaria tiene para su administración, uso y goce los DAA remanentes que provienen de los volúmenes de reserva fijo ($164 \text{ Hm}^3/\text{año}$) y flexible ($80 \text{ Hm}^3/\text{año}$). Los primeros son efectivamente una reserva para ser usados en caso de darse una situación de extrema sequía, mientras que los segundos, en caso de existir, son de libre disposición para la Concesionaria, para los efectos de comercializar su uso, destinado a lo que ésta determine, a su mayor conveniencia.

Es conveniente detenerse aquí para aclarar de qué manera será considerada la generación hidroeléctrica en el embalse. Al estar ejerciéndose las acciones tipo A y tipo B, para riego, durante la operación del embalse, se podrá generar con esos caudales destinados al riego. Dado que las demandas eléctricas máximas son en una fecha diferente a las de riego, en esos períodos no se generará, a no ser que ese año se disponga de volumen remanente, por sobre

lo destinado a riego ($80 \text{ Hm}^3/\text{año}$ como máximo). De no existir ese remanente, las aguas que entregue Punilla serán las requeridas exclusivamente para riego.

En la Figura 3.8-2 se muestra un esquema con la distribución de volúmenes en el embalse, de acuerdo a lo descrito.

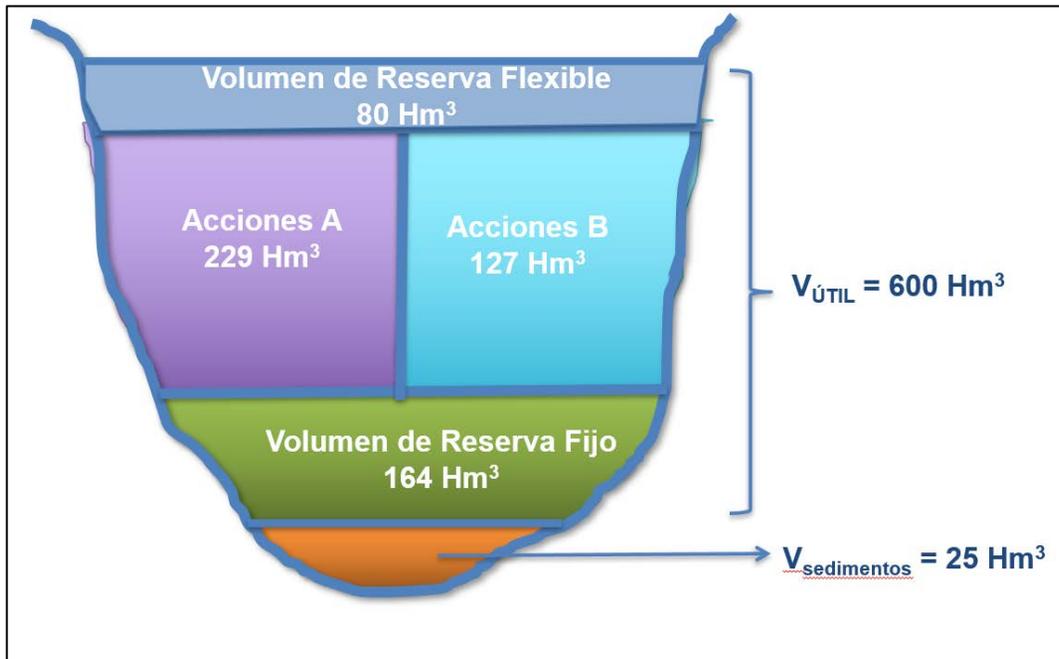


Figura 3.8-2. Distribución de Volúmenes en el embalse La Punilla

En su operación, el embalse dará prioridad a la entrega de caudales correspondientes a derechos de ejercicio preferente de derechos, los cuales son:

- Caudales ecológicos según 3 Resoluciones DGA (2005-2009) y una RCA de 2010
- DAA permanentes, no consuntivos de Hidroñuble ($52 \text{ m}^3/\text{s}$)
- DAA permanentes, consuntivos de la Junta de Vigilancia del río Ñuble ($50 \text{ m}^3/\text{s}$)

El volumen almacenable, como la diferencia entre los caudales afluentes al embalse y los caudales de ejercicio preferente, cubrirá primero el volumen de reserva fijo, para luego distribuirse proporcionalmente entre los volúmenes que corresponden a acciones tipo A y

tipo B. De sobrepasarse estos volúmenes en el embalse, el remanente se agregará como volumen de reserva flexible y, si es sobrepasado, el exceso por sobre esto verterá.

En cuanto a las entregas, para las acciones tipo A y B, se han definido reglas mensuales que, en el primer caso alcanzan hasta 10.798 m³/ acción al año como máximo, repartidos entre diciembre y marzo, mientras que en el segundo caso llegan a 12.500 m³/acción al año, entre octubre y abril. A lo anterior se aplica un factor de entrega al inicio de la temporada (FE), que resulta de sumar, al volumen almacenado, el volumen de deshielo que pronostica la DGA a comienzos de septiembre. Si FE es 1.0, el exceso de volumen en el embalse se convierte en volumen de reserva flexible al inicio de la temporada.

La importancia de esta revisión de los antecedentes del embalse La Punilla, está en que, tal cómo será la operación del embalse La Punilla, importan las acciones del tipo B, por corresponder a las destinadas a suplir requerimientos de áreas de nuevo riego, según lo cual, podrían en parte destinarse al sector 6 del proyecto original, que es el área de San Fabián.

4 PROGRAMA DE VISITAS A TERRENO

En la primera etapa del estudio, el equipo técnico del consultor debió efectuar una visita a terreno inicial, para interiorizarse de las condiciones del área de estudio, y poder dimensionar los alcances esperados en las diferentes actividades propias desarrolladas en el presente trabajo. Con ello, se pretendía evitar eventuales inconvenientes a futuro, además de tener los primeros contactos con los beneficiarios y actores clave, de manera de generar buenas condiciones para la realización de las distintas actividades de terreno.

Como es sabido, la situación sanitaria que afectó al país durante el desarrollo del presente estudio, impidió la libre movilización de los profesionales de este equipo Consultor hasta la comuna de San Fabián, lo que obligó a postergar estas actividades hasta que la situación sanitaria lo permitiera.

No obstante, se incluyó en este capítulo una relación con las actividades que se realizaron durante el trabajo. Se incluyó junto a la identificación de cada actividad, el número de personas que se desplazarían a la zona de estudio, y la duración de la actividad.

Debe señalarse que las actividades en terreno se planificaron para responder a las necesidades del proyecto.

Las actividades se separaron en los temas de Agronomía, Ingeniería y Participación Ciudadana.

4.1 Actividades de Terreno Agronomía

- Entrevista a Organizaciones Gubernamentales y Privadas

Se efectuaron entrevistas a los profesionales de INDAP y de la Municipalidad de San Fabián, específicamente con el PRODESAL o el Departamento de Desarrollo Agrícola. Paralelamente, se tomó contacto con funcionarios de INIA y la Universidad de Concepción, con sede en Chillán.

3 a 4 días dos personas.

- **Suelos Área de Estudio**

Validación de información de suelos en terreno. Se consideró obtener alrededor de 24 muestras de suelos distribuidas entre los distintos sectores seleccionados para proyectos. A las muestras de suelos se efectuaron análisis de laboratorio en Agrolab.

5 días dos personas

- **Catastro Predial y Encuesta Simple Muestral**

Catastro: Con el propósito de contar con información de la totalidad de predios que conforman el Sector 6 a ser regado por el futuro embalse La Punilla, se efectuó una encuesta censal al 100% de los predios.

Encuesta simple muestral: El objetivo es recabar antecedentes para el diagnóstico de la situación actual y determinar el interés por participar en proyectos de riego, entre otros aspectos.

Ambas actividades, Catastro y Encuestas, se efectuaron en forma paralela.

20 días tres a cuatro personas

- **Estudio de Mercado, Comercialización y Precios**

Recopilación de antecedentes de mercados, comercialización y precios en agroindustrias, ferias y exportadoras, entre otras.

3 días dos personas

4.2 Actividades de Terreno Ingeniería

- **Diagnóstico del estado actual de la infraestructura de riego**

Se realizó un recorrido de las obras de riego existentes (tranques de regulación corta, bocatomas, canales y/o tuberías, singularidades, etc.), se tomaron fotografías de éstas y se realizaron monografías de cada obra, según el formato de Ficha de Catastro proporcionado

por la CNR. Para esto se contó con la colaboración de los encargados de la agrupación de agricultores, que proporcionaron información relevante para el diagnóstico.

20 días 1 persona

- **Catastro de Captaciones Superficiales y Subterráneas**

El catastro de captaciones superficiales es parte del Diagnóstico de la infraestructura de riego existente. Respecto a las captaciones subterráneas, se efectuó el catastro de todos los pozos, norias, drenes o cualquier otra captación que obtiene sus recursos de aguas subterráneas. Tanto para el catastro de captaciones superficiales como de las subterráneas, se llenaron fichas tipo de catastro.

20 días 1 persona

- **Topografía**

Se materializó la red de PRs propuesta por el encargado del levantamiento topográfico y aprobada por la CNR. Se ejecutó el vuelo Lidar para el levantamiento de las 3.680 has contempladas en el área de estudio.

2 días tres personas

- **Autocontrol Topográfico**

Se realizó el control aleatorio de los trabajos topográficos realizados, con el fin de asegurar la calidad de éstos y que los errores de precisión estén dentro de los rangos admisibles establecidos en el Manual de Procedimientos Geodésicos y Topográficos de la CNR 2020.

5 días tres personas

- **Calidad de aguas superficiales**

Se tomaron 6 muestras de agua en río Ñuble y cauces afluentes, las cuales fueron enviadas al laboratorio para su análisis según la norma NCh1333 para riego.

2 días 1 persona

4.3 Actividades de Terreno de Participación Ciudadana

- **Reconocimiento de Terreno y contacto inicial con actores relevantes, organizaciones de agricultores y comunitarios**

Realizada por la encargada de Participación Ciudadana

2 días 1 persona

- **Caracterización de agricultores, a través de 5 entrevistas y 2 reuniones focalizadas.**

Realizada por la encargada de Participación Ciudadana.

3 días 1 persona

- **Reuniones de Participación Ciudadana**
- Convocatoria y preparación espacio físico

Realizada por la encargada de Participación Ciudadana.

2 días 1 persona

- Ejecución de la reunión

Coordinada y realizada por la encargada de Participación Ciudadana y el Coordinador del Estudio.

2 a 3 días 2 personas

- **Actividad de Cierre en Etapa 5**
- Convocatoria y preparación espacio físico

Realizada por la encargada de Participación Ciudadana.

2 días 1 persona



Mejor Riego
para Chile

yo
cuido
el agua

- Ejecución de la Actividad de Cierre

Coordinada y realizada por la encargada de Participación Ciudadana, el Jefe del Estudio y el Coordinador del Estudio.

2 días, 3 personas

5 ESTUDIO DE SUELOS

5.1 Caracterización de los Suelos del Área de Estudio

Respecto a los suelos del área de estudio, entre los días 7 y 10 de septiembre de 2020, se realizó un recorrido total de la zona del proyecto, para identificar los sitios en que se efectuaron 12 calicatas, en las distintas unidades de suelos que están descritas en este trabajo. Según la importancia, en términos de superficie de cada unidad cartográfica, se determinó el número de muestras en las Series y Fases presentes en los nueve sectores que conforman el Sector 6 del embalse La Punilla.

De esta manera se pudo recoger un total de 24 muestras de suelo, según lo estipulado en los Términos de Referencia. Se obtuvo un total de dos muestras por calicata, una en los primeros 30 cm del suelo y otra bajo los 30 cm de la misma.

Para esta actividad se contó con la participación de un ingeniero agrónomo con experiencia en estudios de suelo. Igualmente en esta campaña fue necesaria la contratación de una retroexcavadora para la ejecución de las calicatas.

Las muestras de suelo fueron ingresadas al Laboratorio Agrolab el día 11 de septiembre de 2020. Cabe señalar que el laboratorio Agrolab se encuentra acreditado por la Comisión de Normalización (CNA) de la Sociedad Chilena de la Ciencia del Suelo.

En la siguiente tabla se presenta la identificación de cada muestra, con el nombre de la Serie, la variación y el punto de muestreo.

Los resultados de laboratorio se presentan en el Anexo 5.1-1.

Tabla 5.1-1. Ubicación Muestras de Suelo

Calicata	Serie	Fase	Muestras	Coordenadas	
1	MACAL PONIENTE	MCP-1	1 y 2	268149	5954731
2	ARRAYAN	AYN-1	3 y 4	269833	5952530
3	ARRAYAN	AYN-2	5 y 6	270516	5953556
4	MACAL PONIENTE	MCP-4V	7 y 8	270384	5953271
5	ARRAYAN	AYN-3	9 y 10	270807	5952741
6	ARRAYAN	AYN-3	11 y 12	272194	5950844
7	ARRAYAN	AYN-2	13 y 14	272754	5950021
8	ARRAYAN	AYN-2	15 y 16	273437	5948811
9	MACAL PONIENTE	MCP-1	17 y 18	275809	5947023
10	SANTA BARBARA	SBA-3	19 y 20	276184	5947175
11	SANTA BARBARA	SBA-1	21 y 22	279912	5945747
12	MACAL PONIENTE	MCP-3	23 y 24	279912	5945558

Nota: Muestras Impares sacadas en los primeros 30 cm del perfil del suelo

Muestras pares sacadas bajo los 30 cm del perfil del suelo

En las siguientes tablas se presentan las pautas de clasificación físico químicas utilizadas en la evaluación de las muestras de suelos.

Tabla 5.1-2. Rango Parámetros de Análisis de Suelos Cationes, Suma de Bases y Al

CATIONES INTERCAMBIABLES			Muy Bajo	Bajo	Medio	Adecuado	Alto
Calcio	Ca	meq/100gr	< 2	2,1 - 5,0	5,1 - 9,0	9,1 - 15,0	> 15
Magnesio	Mg	meq/100gr	< 0,25	0,26 - 0,50	0,51 - 1,00	1,01 - 2,00	> 2
Sodio	Na	meq/100gr	< 0,20	0,21 - 0,50	0,51 - 1,00	> 1,0	
Potasio	K	meq/100gr	< 0,13	0,14 - 0,25	0,26 - 0,38	> 0,38	
Suma de bases		meq/100gr	< 3	3 - 6	6 - 9	9 - 12	> 12
Al de intercambio	Al ⁺³	meq/100gr	< 0,25	0,26 - 0,50	0,51 - 1,00	1,01 - 1,5	> 1,5
% saturación de Aluminio		%	< 2,5	2,6 - 5,0	5,1 - 10,0	10 - 15	> 15

Tabla 5.1-3 Rango de Parámetros de Análisis de Suelos pH, MO y Macronutrientes

pH	Fuert.Acido	Acido	Lig.Acido	Neutro	Lig.Alcalino	Alcalino	Fuert.Alcalin
	< 4,9	5,0 - 5,5	5,6 - 6,4	6,5 - 7,4	7,5 - 7,9	8,0 - 8,4	> 8,5
Conductividad Eléctrica (CE)		mmhos/cm	Sin Problema	Lev.Salino	Mod.Salino	Salino	Fuert.Salino
			< 2,0	2,1 - 4,0	4,1 - 8,0	8,1 - 16,0	> 16
Materia Orgánica		%	Muy Bajo	Bajo	Medio	Alto	Muy Alto
			< 0,5	0,5 - 2,0	2,1 - 3,5	3,6 - 8,0	> 8,0
MACRONUTRIENTES DISPONIBLES			Muy Bajo	Bajo	Medio	Adecuado	Alto
Nitrógeno	N	ppm	0 - 10	11 - 20	21 - 40	41 - 80	> 80
Fósforo	P	ppm	0 - 4	5 - 9	10 - 15	16 - 59	> 60
Potasio	K	ppm	0 - 50	51 - 100	101 - 150	151 - 800	> 800
Calcio	Ca	ppm	0 - 400	401 - 1.000	1.001 - 1.800	> 1.800	
Magnesio	Mg	ppm	0 - 30	31 - 60	61 - 120	> 120	
Azufre	S	ppm	0 - 4	4,1 - 8	8,1 - 12	> 12	

Entre los antecedentes químicos figuran fertilidad, pH, conductividad eléctrica, cationes intercambiables y microelementos disponibles, cuyos resultados se presentan en las próximas tablas.

Tabla 5.1-4 Rango Resultados de los Antecedentes Químicos de Muestras de Suelos

Item	Unidad	M 1-A		M 1-B		M 2-A		M 2-B	
		MCP-1 (0 a 30 cm)		MCP-1 (> a 30 cm)		AYN-1 (0 a 30 cm)		AYN-1 (> a 30 cm)	
		Resultado	Observación	Resultado	Observación	Resultado	Observación	Resultado	Observación
Fertilidad									
pH		6,1	Lig. Acido	6,9	Neutro	6,8	Neutro	6,2	Lig. Acido
C. Eléctrica	dS/m	0,14	Sin Problema	0,07	Sin Problema	0,15	Sin Problema	0,14	Sin Problema
Materia Orgánica	%	9,70	Muy Alto	2,50	Medio	15,60	Muy Alto	7,2	Alto
Nitrógeno Disponible	mg/kg	34	Medio	29	Medio	40	Medio	31	Medio
Fósforo Disponible	mg/kg	5	Bajo	8	Bajo	2	Muy Bajo	2	Muy Bajo
Potasio Disponible	mg/kg	61	Bajo	37	Muy Bajo	76	Bajo	108	Medio
Cationes Intercambiables									
Calcio (Ca)	meq/100g	1,6	Muy Bajo	1,4	Muy Bajo	2,6	Bajo	2,2	Bajo
	% CIC	7		16		6		6	
Magnesio (Mg)	meq/100g	0,4	Bajo	0,39	Bajo	0,69	Medio	0,63	Medio
	% CIC	2		4		2		2	
Potasio (K)	meq/100g	0,16	Bajo	0,09	Muy Bajo	0,19	Bajo	0,28	Medio
	% CIC	0,65		1,1		0,42		0,74	
Sodio (Na)	meq/100g	0,05	Bajo	0,04	Bajo	0,05	Bajo	0,18	Bajo
	% CIC	0,21		0,44		0,11		0,48	
Suma de Bases (Ca+Mg+K+Na)		2,2		1,9		3,5		3,3	
CIC (Cap. Intercambio Catiónico)	meq/11g	23,9		9		45,8		37,4	
Microelementos Disponibles									
Hierro (Fe)	mg/kg	19,3	Adecuado	16,2	Adecuado	36,8	Adecuado	34,7	Adecuado
Manganeso (Mn)	mg/kg	1,5	Medio	0,9	Bajo	2,7	Adecuado	1,7	Medio
Zinc (Zn)	mg/kg	0,98	Medio	0,04	Muy Bajo	0,28	Bajo	0,06	Muy Bajo
Cobre (Cu)	mg/kg	1	Adecuado	0,4	Medio	1,5	Adecuado	0,44	Medio
Boro (B)	mg/kg	0,71	Medio	0,2	Muy Bajo	0,16	Muy Bajo	0,17	Muy Bajo

Tabla 5.1-5 Rango Resultados de los Antecedentes Químicos de Muestras de Suelos

Item	Unidad	M 3-A		M 3-B		M 4-A		M 4-B	
		AYN-2 (0 a 30 cm)		AYN-2 (> a 30 cm)		MCP-4V (0 a 30 cm)		MCP-4V (> a 30 cm)	
		Resultado	Observación	Resultado	Observación	Resultado	Observación	Resultado	Observación
Fertilidad									
pH		6,2	Lig. Acido	6,7	Neutro	6,3	Lig. Acido	6,6	Neutro
C. Eléctrica	dS/m	0,11	Sin Problema	0,08	Sin Problema	0,1	Sin Problema	0,05	Sin Problema
Materia Orgánica	%	10,3	Muy Alto	4,4	Alto	16,1	Muy Alto	10,8	Muy Alto
Nitrógeno Disponible	mg/kg	37	Medio	26	Medio	23	Medio	22	Medio
Fósforo Disponible	mg/kg	3	Muy Bajo	2	Muy Bajo	2	Muy Bajo	2	Muy Bajo
Potasio Disponible	mg/kg	61	Bajo	18	Muy Bajo	26	Muy Bajo	15	Muy Bajo
Cationes Intercambiables									
Calcio (Ca)	meq/100g	1,9	Muy Bajo	1,5	Muy Bajo	2,3	Bajo	2,6	Bajo
	% CIC	10		9		5		6	
Magnesio (Mg)	meq/100g	0,53	Medio	0,49	Bajo	0,59	Medio	0,82	Medio
	% CIC	3		3		1		2	
Potasio (K)	meq/100g	0,16	Bajo	0,02	Muy Bajo	0,05	Muy Bajo	0,02	Muy Bajo
	% CIC	0,8		0,11		0,11		0,04	
Sodio (Na)	meq/100g	0,08	Bajo	0,08	Bajo	0,09	Bajo	0,03	Bajo
	% CIC	0,41		0,48		0,2		0,07	
Suma de Bases (Ca+Mg+K+Na)		2,7		2,1		3,0		3,5	
CIC (Cap. Intercambio Catiónico)	meq/11g	19,6		16,5		45,7		43,5	
Micrelementos Disponibles									
Hierro (Fe)	mg/kg	28,9	Adecuado	22,1	Adecuado	32,2	Adecuado	34,5	Adecuado
Manganeso (Mn)	mg/kg	5,6	Adecuado	0,82	Bajo	1,1	Medio	0,38	Muy Bajo
Zinc (Zn)	mg/kg	0,16	Muy Bajo	0,07	Muy Bajo	0,16	Muy Bajo	0,1	Muy Bajo
Cobre (Cu)	mg/kg	0,86	Adecuado	0,92	Adecuado	1,1	Adecuado	1,1	Adecuado
Boro (B)	mg/kg	0,48	Bajo	0,14	Muy Bajo	0,13	Muy Bajo	0,14	Muy Bajo

Tabla 5.1-6 Rango Resultados de los Antecedentes Químicos de Muestras de Suelos

Item	Unidad	M 5-A		M 5-B		M 6-A		M 6-B	
		AYN-3 (0 a 30 cm)		AYN-3 (> a 30 cm)		AYN-3 (0 a 30 cm)		AYN-3 (> a 30 cm)	
		Resultado	Observación	Resultado	Observación	Resultado	Observación	Resultado	Observación
Fertilidad									
pH		5,9	Lig. Acido	6	Lig. Acido	6,2	Lig. Acido	6,2	Lig. Acido
C. Eléctrica	dS/m	0,17	Sin Problema	0,1	Sin Problema	0,46	Sin Problema	0,09	Sin Problema
Materia Orgánica	%	13,4	Muy Alto	2,80	Medio	14,1	Muy Alto	2,40	Medio
Nitrógeno Disponible	mg/kg	43	Adecuado	35	Medio	71	Adecuado	48	Adecuado
Fósforo Disponible	mg/kg	8	Bajo	3	Muy Bajo	36	Adecuado	9	Bajo
Potasio Disponible	mg/kg	207	Adecuado	76	Bajo	197	Adecuado	77	Bajo
Cationes Intercambiables									
Calcio (Ca)	meq/100g	3,0	Bajo	2,4	Bajo	6,1	Medio	2,2	Bajo
	% CIC	11		18		36		39	
Magnesio (Mg)	meq/100g	0,55	Medio	0,48	Bajo	0,81	Medio	0,28	Bajo
	% CIC	2		4		5		5	
Potasio (K)	meq/100g	0,53	Adecuado	0,19	Bajo	0,5	Adecuado	0,2	Bajo
	% CIC	1,9		1,5		2,9		3,5	
Sodio (Na)	meq/100g	0,04	Bajo	0,09	Bajo	0,07	Bajo	0,01	Bajo
	% CIC	0,15		0,68		0,41		0,18	
Suma de Bases (Ca+Mg+K+Na)		4,1		3,2		7,5		2,7	
CIC (Cap. Intercambio Catiónico)	meq/11g	27,2		13,3		17,1		5,6	
Micrelementos Disponibles									
Hierro (Fe)	mg/kg	37,1	Adecuado	36,1	Adecuado	28,7	Adecuado	11,7	Adecuado
Manganeso (Mn)	mg/kg	9,8	Adecuado	0,88	Bajo	9,6	Adecuado	1,4	Medio
Zinc (Zn)	mg/kg	0,51	Medio	0,14	Muy Bajo	5,3	Adecuado	0,37	Bajo
Cobre (Cu)	mg/kg	1,6	Adecuado	1,4	Adecuado	1,2	Adecuado	0,58	Adecuado
Boro (B)	mg/kg	0,86	Medio	0,63	Medio	1,50	Adecuado	0,31	Bajo

Tabla 5.1-7 Rango Resultados de los Antecedentes Químicos de Muestras de Suelos

Item	Unidad	M 7-A		M 7-B		M 8-A		M 8-B	
		AYN-2 (0 a 30 cm)		AYN-2 (> a 30 cm)		AYN-2 (0 a 30 cm)		AYN-2 (> a 30 cm)	
		Resultado	Observación	Resultado	Observación	Resultado	Observación	Resultado	Observación
Fertilidad									
pH		5,9	Lig. Acido	6	Lig. Acido	6,1	Lig. Acido	6,4	Lig. Acido
C. Eléctrica	dS/m	0,21	Sin Problema	0,11	Sin Problema	0,22	Sin Problema	0,12	Sin Problema
Materia Orgánica	%	12,20	Muy Alto	10,5	Muy Alto	17,9	Muy Alto	13,90	Muy Alto
Nitrógeno Disponible	mg/kg	53	Adecuado	41	Adecuado	43	Adecuado	33	Medio
Fósforo Disponible	mg/kg	2	Muy Bajo	2	Muy Bajo	16	Adecuado	4	Muy Bajo
Potasio Disponible	mg/kg	69	Bajo	22	Muy Bajo	233	Adecuado	193	Adecuado
Cationes Intercambiables									
Calcio (Ca)	meq/100g	3,9	Bajo	3,6	Bajo	8	Medio	6,9	Medio
	% CIC	12		11		19		16	
Magnesio (Mg)	meq/100g	0,54	Medio	0,51	Medio	0,88	Medio	0,74	Medio
	% CIC	2		2		2		2	
Potasio (K)	meq/100g	0,18	Bajo	0,03	Muy Bajo	0,6	Adecuado	0,49	Adecuado
	% CIC	0,53		0,09		1,4		1,1	
Sodio (Na)	meq/100g	0,1	Bajo	0,07	Bajo	0,06	Bajo	0,05	Bajo
	% CIC	0,3		0,21		0,14		0,12	
Suma de Bases (Ca+Mg+K+Na)		4,7		4,2		9,5		8,2	
CIC (Cap. Intercambio Catiónico)	meq/11g	33,2		33,0		42,1		43,3	
Micrelementos Disponibles									
Hierro (Fe)	mg/kg	32,2	Adecuado	48,8	Adecuado	54,1	Alto	62,2	Alto
Manganeso (Mn)	mg/kg	3,4	Adecuado	3,2	Adecuado	11	Alto	6,7	Adecuado
Zinc (Zn)	mg/kg	0,15	Muy Bajo	0,14	Muy Bajo	0,58	Medio	0,13	Muy Bajo
Cobre (Cu)	mg/kg	1,1	Adecuado	1,4	Adecuado	1,30	Adecuado	2,1	Adecuado
Boro (B)	mg/kg	0,39	Bajo	0,34	Bajo	0,94	Medio	0,48	Bajo

Tabla 5.1-8 Rango Resultados de los Antecedentes Químicos de Muestras de Suelos

Item	Unidad	M 9-A		M 9-B		M 10-A		M 10-B	
		MCP-1 (0 a 30 cm)		MCP-1 (> a 30 cm)		SBA-3 (0 a 30 cm)		SBA-3 (> a 30 cm)	
		Resultado	Observación	Resultado	Observación	Resultado	Observación	Resultado	Observación
Fertilidad									
pH		6,2	Lig. Acido	6,2	Lig. Acido	5,8	Lig. Alcalino	6,3	Lig. Acido
C. Eléctrica	dS/m	0,11	Sin Problema	0,08	Sin Problema	0,1	Sin Problema	0,09	Sin Problema
Materia Orgánica	%	9,9	Muy Alto	6,50	Alto	14,6	Muy Alto	15,7	Muy Alto
Nitrógeno Disponible	mg/kg	33	Medio	25	Medio	33	Medio	32	Medio
Fósforo Disponible	mg/kg	3	Muy Bajo	2	Muy Bajo	3	Muy B ajo	2	Muy Bajo
Potasio Disponible	mg/kg	36	Muy Bajo	18	Muy Bajo	17	Muy Bajo	14	Muy Bajo
Cationes Intercambiables									
Calcio (Ca)	meq/100g	2,8	Bajo	0,98	Muy Bajo	4,7	Bajo	3,9	Bajo
	% CIC	10		6		12		8	
Magnesio (Mg)	meq/100g	0,37	Bajo	0,35	Bajo	0,41	Bajo	0,41	Bajo
	% CIC	1		2		1		1	
Potasio (K)	meq/100g	0,08	Muy Bajo	0,03	Muy Bajo	0,03	Muy Bajo	0,02	Muy Bajo
	% CIC	0,3		0,21		0,08		0,04	
Sodio (Na)	meq/100g	0,04	Bajo	0,02	Bajo	0,04	Bajo	0,05	Bajo
	% CIC	0,14		0,13		0,1		0,11	
Suma de Bases (Ca+Mg+K+Na)		3,3		1,4		5,2		4,4	
CIC (Cap. Intercambio Catiónico)	meq/11g	28,3		15,5		39,5		47,6	
Micrelementos Disponibles									
Hierro (Fe)	mg/kg	29,4	Adecuado	35,6	Adecuado	28	Adecuado	36,8	Adecuado
Manganeso (Mn)	mg/kg	0,77	Bajo	1,8	Medio	1,1	Medio	0,73	Bajo
Zinc (Zn)	mg/kg	0,22	Muy Bajo	0,13	Muy Bajo	0,33	Bajo	0,1	Muy Bajo
Cobre (Cu)	mg/kg	0,85	Adecuado	1,5	Adecuado	0,93	Adecuado	0,5	Medio
Boro (B)	mg/kg	0,28	Bajo	0,34	Bajo	0,14	Muy Bajo	0,16	Muy Bajo

Tabla 5.1-9 Rango Resultados de los Antecedentes Químicos de Muestras de Suelos

Item	Unidad	M 11-A		M 11-B		M 12-A		M 12-B	
		SBA-1 (0 a 30 cm)		SBA-1 (> a 30 cm)		MCP-3 (0 a 30 cm)		MCP-3 (> a 30 cm)	
		Resultado	Observación	Resultado	Observación	Resultado	Observación	Resultado	Observación
Fertilidad									
pH		6	Lig. Acido	6,1	Lig. Acido	6,0	Lig. Acido	5,8	Lig. Acido
C. Eléctrica	dS/m	0,11	Sin Problema	0,07	Sin Problema	0,12	Sin Problema	0,08	Sin Problema
Materia Orgánica	%	12,9	Muy Alto	7	Alto	11	Muy Alto	16,3	Muy Alto
Nitrógeno Disponible	mg/kg	35	Medio	29	Medio	36	Medio	32	Medio
Fósforo Disponible	mg/kg	4	Muy Bajo	3	Muy Bajo	3	Muy Bajo	3	Muy Bajo
Potasio Disponible	mg/kg	37	Muy Bajo	19	Muy Bajo	25	Muy Bajo	23	Muy Bajo
Cationes Intercambiables									
Calcio (Ca)	meq/100g	1,8	Muy Bajo	1,6	Muy Bajo	1,1	Muy Bajo	1,6	Muy Bajo
	% CIC	6		9		7		4	
Magnesio (Mg)	meq/100g	0,39	Bajo	0,4	Bajo	0,34	Bajo	0,42	Bajo
	% CIC	1		2		2		1	
Potasio (K)	meq/100g	0,09	Muy Bajo	0,03	Muy Bajo	0,05	Muy Bajo	0,06	Muy Bajo
	% CIC	0,33		0,17		0,28		0,16	
Sodio (Na)	meq/100g	0,1	Bajo	0,15	Bajo	0,09	Bajo	0,14	Bajo
	% CIC	0,35		0,82		0,56		0,38	
Suma de Bases (Ca+Mg+K+Na)		2,4		2,2		1,6		2,2	
CIC (Cap. Intercambio Catiónico)	meq/11g	28,5		18,2		16,2		36,5	
Micrelementos Disponibles									
Hierro (Fe)	mg/kg	57,6	Alto	52	Alto	61,9	Alto	67,2	Alto
Manganeso (Mn)	mg/kg	2,5	Adecuado	0,77	Bajo	5,5	Adecuado	7	Adecuado
Zinc (Zn)	mg/kg	0,25	Muy Bajo	0,13	Muy Bajo	0,26	Bajo	0,24	Muy Bajo
Cobre (Cu)	mg/kg	1,1	Adecuado	0,8	Adecuado	1,5	Adecuado	1,4	Adecuado
Boro (B)	mg/kg	0,83	Medio	0,29	Bajo	0,56	Bajo	1,1	Adecuado

De las tablas anteriores, se desprende que los suelos son por lo general ligeramente ácidos a excepción de las muestras M1-B (MCP-1 > 30 cm), M2-A (AYN-1 0 a 30 cm), M3-B (AYN-2 > 30 cm) y M4-B (MCP-4V > 30 cm) que son neutros. Cabe señalar que las muestras A fueron obtenidas en los primeros 30 cm de suelo cultivable y las muestras B bajo los 30 primeros cm.

En términos generales, presentan un contenido de materia orgánica alta a muy alta, con algunas excepciones de media. El contenido de materia orgánica depende básicamente del sector de muestra. Suelos actualmente cultivados y fertilizados, contienen mayor cantidad en relación de suelos sin uso agrícola.

En relación a la conductividad eléctrica, por el hecho de ser suelos ligeramente ácidos a neutros, no existen problemas de salinidad.

En general los contenidos de nitrógeno, fósforo y potasio disponibles son de medios a muy bajos, salvo algunas excepciones en que el contenido es adecuado. Los contenidos bajos a muy bajos se dan principalmente en el fósforo, sobre todo porque la labor de encalado no se realiza en esta zona.

Los cationes intercambiables medidos fluctúan desde muy bajo a adecuados. Finalmente, en relación a los microelementos, cabe señalar que el contenido de Hierro (Fe) varía de alto a adecuado, el resto de los microelementos su concentración en el suelo es variable y en muchos casos se clasifica en el rango muy bajo.

Con respecto al pH ligeramente ácido, la acidez hace referencia a la concentración de hidrogeniones (H⁺) en la solución del suelo. Los suelos muy ácidos dificultan la absorción de ciertos nutrientes, disminuyen el fósforo disponible, solubilizan el aluminio (tóxico para las plantas) y reducen la actividad microbiana.

Los resultados de los análisis de suelos en sus aspectos físicos comprenden antecedentes de textura, densidad aparente, retención de humedad y espacio poroso. Estos se presentan a continuación en las siguientes tablas.

Tabla 5.1-10 Resultados de los Antecedentes Físicos de Muestras de Suelos

Item	Unidad	M 1-A	M 1-B	M 2-A	M 2-B
		MCP-1 (0 a 30 cm)	MCP-1 (> a 30 cm)	AYN-1 (0 a 30 cm)	AYN-1 (> a 30 cm)
Textura					
Arena (2,00 - 0,05 mm)	%	54	88	51	55
Limo (0,05 mm - 0,002 mm)	%	36	4	36	30
Arcilla (< 0,002 mm)	%	10	8	13	15
Clase Textural		Franco Arenosa	Arenosa Franca	Franca	Franco Arenosa
Granulometría Arena					
Arena Gruesa (2,00 - 0,50 mm)	%	9	66	16	18
Arena Fina (0,50 - 0,05 mm)	%	45	22	35	37
Densidad Aparente (terrón)	g/cc	1,19	1,63	0,93	1,09
Densidad Real	g/cc	2,43	2,71	2,32	2,36
Retención de Humedad en %					
0,3 bar (Capacidad de Campo)	%	37,6	9,1	54,0	42,3
15,0 bar (Pto. Machitez Permanente)	%	18,1	4,9	27,8	22,3
Humedad Aprovechable (peso)	%	19,5	4,2	26,2	20
Retención de Humedad en cm					
0,3 bar (Capacidad de Campo)	cm	13,4	17,8	15,1	59,9
15,0 bar (Pto. Machitez Permanente)	cm	6,5	9,6	7,8	31,6
Humedad Aprovechable	cm	7	8,2	7,3	28,3
Espacio Poroso:					
Porosidad Total	%	51	40	60	54
Microporosidad	%	45	15	50	46
Macroporosidad	%	6	25	10	8

De la tabla anterior, se desprende que la Fase MCP-1 es franco arenosa en todo el perfil. La Fase AYN-1 en cambio, es franca en superficie y franco arenosa en profundidad.

En cuanto a la humedad aprovechable, porcentualmente la Fase MCP-1 en superficie tiene mayor capacidad de retención del agua aprovechable que en profundidad. Al hacer la misma comparación, pero en cm, esta Fase presenta mayor humedad aprovechable en profundidad, debido a que corresponde a un suelo profundo y la muestra A sólo representa los primeros 30 cm del suelo.

De igual forma la Fase AYN-1 porcentualmente la muestra en superficie (A) presenta mayor humedad aprovechable que la muestra B de profundidad. Al hacer la misma comparación en cm, la relación es al revés, debido a la profundidad efectiva del suelo.

En las siguientes fotografías se presentan las calicatas efectuadas en suelos MCP-1 y AYN-1.



Figura 5.1-1. Fotografía Calicata MCP-1



Figura 5.1-2. Fotografía Calicata AYN-1

Tabla 5.1-11 Resultados de los Antecedentes Físicos de Muestras de Suelos

Item	Unidad	M 3-A	M 3-B	M 4-A	M 4-B
		AYN-2 (0 a 30 cm)	AYN-2 (> a 30 cm)	MCP-4V (0 a 30 cm)	MCP-4V (> a 30 cm)
Textura					
Arena (2,00 - 0,05 mm)	%	55	53	48	45
Limo (0,05 mm - 0,002 mm)	%	30	30	31	30
Arcilla (< 0,002 mm)	%	15	17	21	25
Clase Textural		Franco Arenosa	Franco Arenosa	Franca	Franca
Granulometría Arena					
Arena Gruesa (2,00 - 0,50 mm)	%	21	21	9	10
Arena Fina (0,50 - 0,05 mm)	%	34	32	39	35
Densidad Aparente (terrón)	g/cc	1,21	1,27	0,97	1
Densidad Real	g/cc	2,42	2,48	2,25	2,39
Retención de Humedad en %					
0,3 bar (Capacidad de Campo)	%	26,9	24,9	51,0	44,7
15,0 bar (Pto. Machitez Permanente)	%	13,4	12,1	29,1	22,6
Humedad Aprovechable (peso)	%	13,5	12,8	21,9	22,1
Retención de Humedad en cm					
0,3 bar (Capacidad de Campo)	cm	9,8	28,5	14,8	8,9
15,0 bar (Pto. Machitez Permanente)	cm	4,9	13,8	8,5	4,5
Humedad Aprovechable	cm	4,9	14,6	6,4	4,4
Espacio Poroso:					
Porosidad Total	%	50	49	57	58
Microporosidad	%	33	32	49	45
Macroporosidad	%	17	17	8	13

De la tabla anterior, se desprende que la Fase AYN-2 es franco arenosa en todo el perfil. La Fase MCP-4V en cambio, es franca en todo el perfil.

En cuanto a la humedad aprovechable, porcentualmente la Fase AYN-2 en superficie tiene mayor capacidad de retención del agua aprovechable que en profundidad. Al hacer la misma comparación, pero en cm, esta Fase presenta mayor humedad aprovechable en profundidad, debido a que corresponde a un suelo profundo y la muestra A sólo representa los primeros 30 cm del suelo.

Entretanto, la Fase MCP-4V porcentual y en altura de agua, la muestra en superficie (A) presenta mayor humedad aprovechable que la muestra B de profundidad. Lo anterior es debido a que corresponde a un suelo ligeramente delgado (50 cm), por lo que la capa superficial del suelo abarca la mayor parte del perfil del suelo.

En las siguientes fotografías se presentan las calicatas efectuadas en suelos AYN-2 y MCP-4V.



Figura 5.1-3. Fotografía Calicata AYN-2

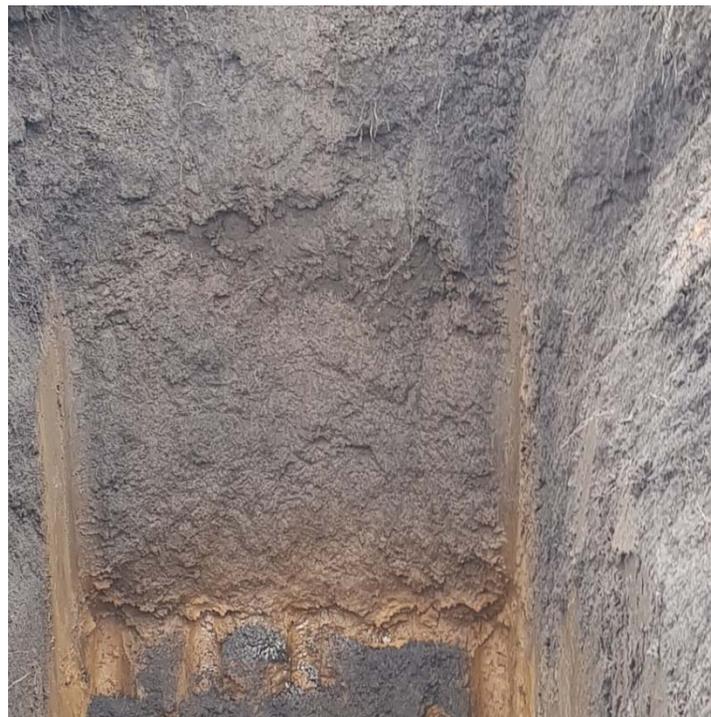


Figura 5.1-4. Fotografía Calicata MCP-4V

Tabla 5.1-12 Resultados de los Antecedentes Físicos de Muestras de Suelos

Item	Unidad	M 5-A	M 5-B	M 6-A	M 6-B
		AYN-3 (0 a 30 cm)	AYN-3 (> a 30 cm)	AYN-3 (0 a 30 cm)	AYN-3 (> a 30 cm)
Textura					
Arena (2,00 - 0,05 mm)	%	49	49	69	87
Limo (0,05 mm - 0,002 mm)	%	32	24	18	6
Arcilla (< 0,002 mm)	%	19	27	13	7
Clase Textural		Franca	Franco Arcillosa Arenosa	Franco Arenosa	Arenosa Franca
Granulometría Arena					
Arena Gruesa (2,00 - 0,50 mm)	%	18	19	38	63
Arena Fina (0,50 - 0,05 mm)	%	31	30	31	24
Densidad Aparente (terrón)	g/cc	1,05	1,32	1,41	1,75
Densidad Real	g/cc	2,36	2,61	2,44	2,71
Retención de Humedad en %					
0,3 bar (Capacidad de Campo)	%	33,5	29,3	21,5	5,8
15,0 bar (Pto. Machitez Permanente)	%	16,5	13,6	11,4	3,0
Humedad Aprovechable (peso)	%	17	15,7	10,1	2,8
Retención de Humedad en cm					
0,3 bar (Capacidad de Campo)	cm	10,6	27,1	9,1	7,1
15,0 bar (Pto. Machitez Permanente)	cm	5,2	12,6	4,8	3,7
Humedad Aprovechable	cm	5,4	14,5	4,3	3,4
Espacio Poroso:					
Porosidad Total	%	56	49	42	35
Microporosidad	%	35	39	30	10
Macroporosidad	%	21	10	12	25

De la tabla precedente, se desprende que la muestra M5-A y M5-B de la Fase AYN-3 es franca en superficie y franco arcillo arenosa en profundidad. La muestra M6-A y M6-B que representa a otra muestra de la misma Fase AYN-3, es franco arenosa en todo su perfil. Lo anterior es concordante con las posibles variaciones que puede incluir esta variación de la Serie Arrayán.

En cuanto a la humedad aprovechable, porcentualmente la Fase AYN-3 (M5-A y B) en superficie tiene mayor capacidad de retención del agua aprovechable que en profundidad. Al hacer la misma comparación, pero en cm, esta Fase presenta mayor humedad aprovechable en profundidad, debido a que corresponde a un suelo moderadamente profundo y la muestra A sólo representa los primeros 30 cm del suelo.

De igual forma la misma Fase AYN-3 obtenida de otro suelo (M6-A y B) porcentual y en altura de agua la muestra en superficie (A) presenta mayor humedad aprovechable que la muestra B de profundidad. Lo anterior se debe a que la humedad aprovechable porcentualmente de la muestra A es notoriamente superior a la B y al ser un suelo de profundidad moderada, esta no es suficiente para superar la capacidad de retención del agua.

En las siguientes fotografías se presentan las calicatas efectuadas a las muestras M5 y M6.



Figura 5.1-5. Fotografía Calicata AYN-3



Figura 5.1-6. Fotografía Calicata AYN-3

Tabla 5.1-13 Resultados de los Antecedentes Físicos de Muestras de Suelos

Item	Unidad	M 7-A	M 7-B	M 8-A	M 8-B
		AYN-2 (0 a 30 cm)	AYN-2 (> a 30 cm)	AYN-2 (0 a 30 cm)	AYN-2 (> a 30 cm)
Textura					
Arena (2,00 - 0,05 mm)	%	41	37	35	31
Limo (0,05 mm - 0,002 mm)	%	40	38	42	42
Arcilla (< 0,002 mm)	%	1	25	23	27
Clase Textural		Franca	Franca	Franca	Franca
Granulometría Arena					
Arena Gruesa (2,00 - 0,50 mm)	%	12	12	11	10
Arena Fina (0,50 - 0,05 mm)	%	29	25	24	21
Densidad Aparente (terrón)	g/cc	1,02	1,07	0,95	0,97
Densidad Real	g/cc	2,31	2,48	2,28	2,29
Retención de Humedad en %					
0,3 bar (Capacidad de Campo)	%	42,1	37,4	40,6	42,7
15,0 bar (Pto. Machitez Permanente)	%	20	17,2	21,6	20,8
Humedad Aprovechable (peso)	%	22,1	20,2	19	21,9
Retención de Humedad en cm					
0,3 bar (Capacidad de Campo)	cm	12,9	48	11,6	49,7
15,0 bar (Pto. Machitez Permanente)	cm	6,1	22,1	6,2	24,2
Humedad Aprovechable	cm	6,8	25,9	5,4	25,5
Espacio Poroso:					
Porosidad Total	%	56	57	58	58
Microporosidad	%	43	40	39	41
Macroporosidad	%	13	17	19	17

De la tabla anterior, se desprende que la Fase AYN-2 en ambas calicatas (muestras M7-A y B y M8-A y B) es franca en todo el perfil.

En cuanto a la humedad aprovechable, porcentualmente esta fase en todas sus muestras en superficie tiene mayor capacidad de retención del agua aprovechable que en profundidad.

Si se compara la humedad aprovechable en altura de agua (cm), esta Fase, en todas las muestras presenta mayor humedad aprovechable en profundidad. Lo anterior se debe a que esta variación de serie corresponde a un suelo profundo y las muestras A sólo representa los primeros 30 cm del suelo.

En las siguientes fotografías se presentan las calicatas efectuadas a los suelos AYN-2.

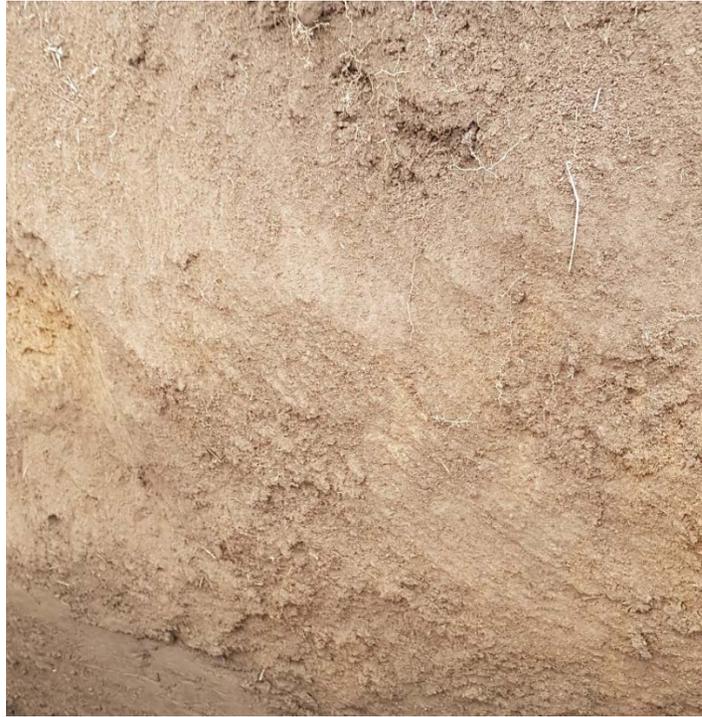


Figura 5.1-7. Fotografía Calicata AYN-2



Figura 5.1-8. Fotografía Calicata AYN-2

Tabla 5.1-14 Resultados de los Antecedentes Físicos de Muestras de Suelos

Item	Unidad	M 9-A	M 9-B	M 10-A	M 10-B
		MCP-1 (0 a 30 cm)	MCP-1 (> a 30 cm)	SBA-3 (0 a 30 cm)	SBA-3 (> a 30 cm)
Textura					
Arena (2,00 - 0,05 mm)	%	43	75	53	45
Limo (0,05 mm - 0,002 mm)	%	44	16	34	40
Arcilla (< 0,002 mm)	%	13	9	13	15
Clase Textural		Franca	Franco Arenosa	Franco Arenosa	Franca
Granulometría Arena					
Arena Gruesa (2,00 - 0,50 mm)	%	7	22	16	9
Arena Fina (0,50 - 0,05 mm)	%	36	53	37	36
Densidad Aparente (terrón)	g/cc	1,05	1,42	0,88	0,8
Densidad Real	g/cc	2,34	2,49	2,31	2,29
Retención de Humedad en %					
0,3 bar (Capacidad de Campo)	%	35,9	22,3	61,1	71,3
15,0 bar (Pto. Machitez Permanente)	%	16,3	11,8	30,3	36,3
Humedad Aprovechable (peso)	%	19,6	10,5	30,8	35
Retención de Humedad en cm					
0,3 bar (Capacidad de Campo)	cm	11,3	38	16,1	68,4
15,0 bar (Pto. Machitez Permanente)	cm	5,1	20,1	8	34,8
Humedad Aprovechable	cm	6,2	17,9	8,1	33,6
Espacio Poroso:					
Porosidad Total	%	55	43	62	65
Microporosidad	%	38	32	54	57
Macroporosidad	%	17	11	8	8

De la tabla anterior, se desprende que la Fase MCP-1 es franca en superficie y franco arenosa en profundidad. En cambio, la Fase SBA-3 es franco arenosa en superficie, y franca en profundidad.

En cuanto a la humedad aprovechable, porcentualmente la Fase MCP-1 en superficie tiene mayor capacidad de retención del agua aprovechable que en profundidad. Al hacer la misma comparación, pero en cm, esta Fase presenta mayor humedad aprovechable en profundidad, debido a que corresponde a un suelo profundo y la muestra A sólo representa los primeros 30 cm del suelo.

De igual forma la Fase SBA-3 tanto porcentual como en altura de agua, la muestra en superficie (A) presenta menor humedad aprovechable que la muestra B de profundidad. Lo anterior es debido a que el perfil del suelo en superficie contiene una mayor proporción de arena que en profundidad, limitando su capacidad de retención de humedad.

En las siguientes fotografías se presentan las calicatas efectuadas en suelos MCP-1 y SBA-3.



Figura 5.1-9. Fotografía Calicata MCP-1

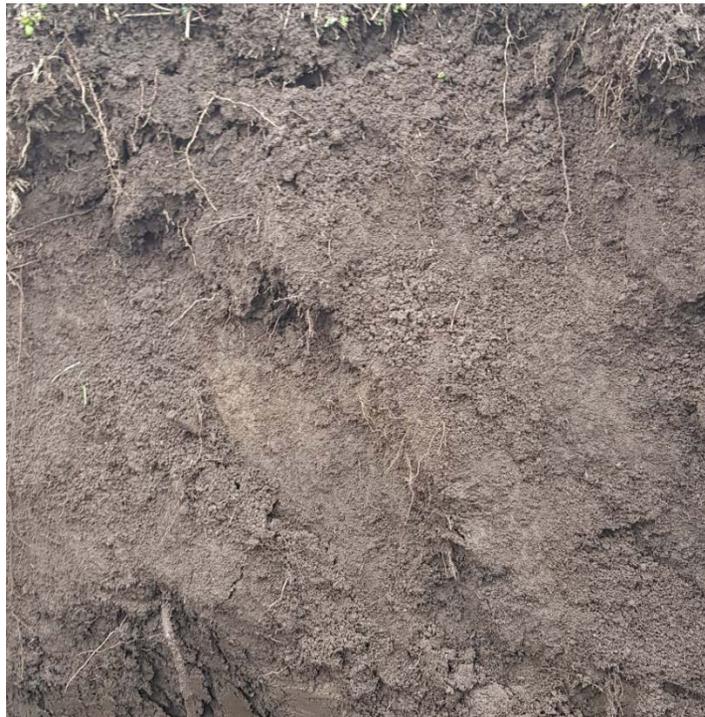


Figura 5.1-10. Fotografía Calicata SBA-3

Tabla 5.1-15 Resultados de los Antecedentes Físicos de Muestras de Suelos

Item	Unidad	M 11-A	M 11-B	M 12-A	M 12-B
		SBA-1 (0 a 30 cm)	SBA-1 (> a 30 cm)	MCP-3 (0 a 30 cm)	MCP-3 (> a 30 cm)
Textura					
Arena (2,00 - 0,05 mm)	%	53	55	58	28
Limo (0,05 mm - 0,002 mm)	%	34	32	28	54
Arcilla (< 0,002 mm)	%	13	13	14	18
Clase Textural		Franco Arenosa	Franco Arenosa	Franco Arenosa	Franco Limosa
Granulometría Arena					
Arena Gruesa (2,00 - 0,50 mm)	%	19	28	19	4
Arena Fina (0,50 - 0,05 mm)	%	34	28	39	24
Densidad Aparente (terrón)	g/cc	1,03	1,31	1,03	0,92
Densidad Real	g/cc	2,31	2,46	2,42	2,27
Retención de Humedad en %					
0,3 bar (Capacidad de Campo)	%	33	22,6	28,5	41
15,0 bar (Pto. Machitez Permanente)	%	17,5	11,5	13,5	20,4
Humedad Aprovechable (peso)	%	15,5	11,1	15	20,6
Retención de Humedad en cm					
0,3 bar (Capacidad de Campo)	cm	10,2	35,5	8,8	26,4
15,0 bar (Pto. Machitez Permanente)	cm	5,4	18,1	4,2	13,1
Humedad Aprovechable	cm	4,8	17,4	4,6	13,3
Espacio Poroso:					
Porosidad Total	%	55	47	57	59
Microporosidad	%	34	30	29	38
Macroporosidad	%	21	17	28	21

De la tabla anterior, se desprende que la Fase SBA-1 es franco arenosa en todo el perfil. En cambio, la Fase MCP-3 es franco arenosa en superficie y franco limosa en profundidad.

En cuanto a la humedad aprovechable, porcentualmente la Fase SBA-1 en superficie tiene mayor capacidad de retención del agua aprovechable que en profundidad. Al hacer la misma comparación, pero en cm, esta Fase presenta mayor humedad aprovechable en profundidad, debido a que corresponde a un suelo profundo y la muestra A sólo representa los primeros 30 cm del suelo.

De igual forma la Fase MCP-3 tanto porcentual como en altura de agua, la muestra en superficie (A) presenta menor humedad aprovechable que la muestra B de profundidad. Lo anterior es debido a que el perfil del suelo en superficie es franco arenosa y en profundidad franco limosa, por lo que en profundidad contiene una menor proporción de arena que es la limita la capacidad de retención de humedad.

En las siguientes fotografías se presentan las calicatas efectuadas en suelos SBA-1 y MCP-3.



Figura 5.1-11. Fotografía Calicata SBA-1



Figura 5.1-12. Fotografía Calicata MCP-3

En general se consideró como suelo con potencial de riego aquellos de Clases de Capacidad de Uso I a VI, descartando aquellos suelos VII de Capacidad de Uso y que actualmente se encuentran completamente forestados, ya sea por plantaciones artificiales o con bosques naturales.

Dentro de las limitantes para el riego en los suelos del área de estudio, se encuentran las siguientes:

- pH ácido
- pendientes
- profundidad del suelo

Con respecto al pH, la totalidad de los suelos son ligeramente ácidos, salvo algunas excepciones que en profundidad (> 30 cm) son neutros. El pH ligeramente ácido está entre 5,8 y 6,4. El suelo neutro tiene pH de 6,6 a 6,9. Un suelo se denomina ácido con pH inferiores a 6,5.

Entre las causas están las siguientes:

- Lavado de los suelos por las lluvias
- Abuso de fertilizantes nitrogenados amoniacales
- Presencia de aluminio en el suelo
- Absorción de cationes por la planta
- Descomposición de la materia orgánica

Con el propósito de elevar el pH para alcanzar valores más neutros, se deben aplicar enmiendas calizas que neutralizan la acidez, lo que se denomina encalado de suelos. Entre las enmiendas más usadas para elevar el pH están las siguientes:

- Óxido de Calcio o Cal Viva: Aplicada al suelo en presencia de agua genera una reacción instantánea. Contiene un 71% de Calcio (Ca), además de un tamaño de partícula muy fino, siendo la enmienda cálcica que más rápido reacciona. Si no se mezcla rápido con el suelo, se endurece en presencia de humedad.
- Hidróxido Cálcico o Cal Hidratada: Contiene 56% de Ca. Al igual que la Cal Viva, reacciona rápido pero su efecto es muy corto.

- Cal Agrícola o Caliza: Se compone mayoritariamente de carbonato cálcico y se obtiene a partir de rocas calcáreas molidas. Con un contenido de un 40% de Ca, tarda más tiempo en hacer efecto, pero este es más duradero en el suelo.
- Dolomita: Posee un 21,6% de Ca, reacciona en forma lenta, pero tiene la ventaja de aportar Magnesio al suelo.
- Óxido de Magnesio. Posee un 60% de Mg, es el material de encalado más eficaz a la hora de neutralizar suelos ácidos, reaccionando 2,5 veces más rápido que el carbonato cálcico, aunque tiene la desventaja de ser poco soluble en agua.

En relación a la caliza, la cantidad (Ton) de caliza por hectárea para elevar 1 punto el pH en los primeros 15 cm de suelo es la siguiente:

Tabla 5.1-16 Caliza requerida para elevar 1 punto el pH en los primeros 15 cm de suelo (ton/ha)

Tipo de Suelo	pH 4,5 a 5,5	pH 5,5 a 6,5
Arenoso	1,5	2,3
Franco	2,0	3,0
Arcilloso	3,5	4,3

La enmienda caliza se aplica sobre el terreno y, posteriormente, se mezcla mediante laboreo a una profundidad de al menos 15 cm. El suelo tiene que estar húmedo, en caso contrario, no se producirá la reacción necesaria para neutralizar la acidez. Se recomienda no subir más de medio punto de pH por año. La acción de encalado puede durar de 3 a 5 años.

En relación a las pendientes, en general, suelos planos o casi planos, menos de 2% o 3% de pendiente no deberían tener problemas para ser regados, tanto por métodos tradicionales como presurizados.

Al aumentar la pendiente, además de considerar el uso de riego por goteo, también es aconsejable el uso de camellones que facilitan la plantación y el escurrimiento de la lluvia, evitando de esta forma procesos severos de erosión. En la zona existen suelos de Clase de Capacidad de Uso IV y VI, con pendientes de 15% a 30%, razón por la cual se deben tomar

todas las precauciones de conservación. Por lo general, suelos de elevada pendiente como los indicados, en la actualidad están ocupados por bosques nativos e incluso plantaciones forestales.

El uso de camellones también es aconsejable en suelos delgados y con problemas moderados de drenaje. El camellón aumenta la profundidad efectiva del suelo y también facilita la evacuación de las aguas lluvias de forma que no se concentren en el cuello de las plantas.

Con respecto a la adaptabilidad edafoclimática de cultivos, no hay limitaciones en cuanto a los suelos presentes en el área de estudio, razón por la cual la limitante está dada por el clima. Según el estudio de clima presentado en el capítulo 3.2 del presente informe, algunas especies con alta y media adaptabilidad son las siguientes:

- Arándano - Alta
- Avellano Europeo - Media/Alta, Alta al año 2050.
- Cerezo - Media, Media/Alta al año 2050.
- Frutilla - Alta
- Kiwi - Media
- Manzano - Media/Alta, Alta al año 2050.
- Cereales - Alta
- Papas - Alta
- Porotos - Alta
- Hortalizas Varias - Alta y Media
- Forrajeras y praderas - Alta

Caber señalar que el nogal, especie altamente difundida en el área de estudio, tiene una adaptabilidad baja en la actualidad, pero con ocasión del cambio climático al año 2050, cambia a Media/Alta.

6 CATASTRO DE PREDIOS Y ENCUESTAS SIMPLES MUESTRALES EN EL ÁREA DE ESTUDIO

6.1 Introducción

El catastro predial y la encuesta simple muestral en el área de estudio fue aplicada en dos períodos; el primero entre los días 8 y 16 de septiembre de 2020 y, el segundo, entre el 21 y 27 de septiembre de 2020. La aplicación de la encuesta y el catastro fue llevada a cabo por dos ingenieros agrónomos y un técnico agrícola. Para el catastro se utilizó el formato incluido en el Anexo 6.1-1, mientras que para la encuesta simple, el formato del Anexo 6.1-2.

El control de calidad tanto del catastro como de las encuestas fue efectuado en terreno en las siguientes etapas:

- Supervisión directa al momento de aplicar la encuesta, por el propio encuestador.
- Revisión y análisis de consistencia lógica de la encuesta en gabinete por los encuestadores.
- Verificación de encuestas dudosas mediante la re-aplicación de la encuesta en terreno.
- Revisión final de la encuesta.

En el Anexo 6.1-3 se presenta el listado de los agricultores catastrados por sector. En el sector de Lara se catastró a 5 agricultores con una superficie total de 3.144,5 has. En Los Puquios el catastro totalizó 30 predios y 220 has. En el sector de La Mortandad se catastró un total de 34 propiedades con 2.021,3 has. En Las Guardias con una superficie total catastrada de 2.361,9 has en 61 predios. En el sector de Luis Cruz Martínez se catastró a 83 agricultores con una superficie total de 203,3 has. En Macal el catastro totalizó 153 predios y 788,9 has. En el sector Pichinal se catastró un total de 136 propiedades con 548,8 has. En el Sector Maitenal se catastró un total de 78 agricultores con una superficie de 621 has. En el Sector La Vega, se catastró a 84 predios con una superficie total de 252 has.

De esta manera, en la totalidad del área de estudio fueron catastrados 664 predios, los que abarcan una superficie total de 10.161,1 has.

En las siguientes tablas se presenta la cobertura de la encuesta muestral. El listado de los agricultores encuestados por sector se presenta en el Anexo 6.1-3.

En el sector Lara, la representatividad en términos de número de predios fue de 60% y, en superficie, fue de 3,5%. En este sector se encuestó un total de 3 predios con una superficie de 111,1 has.

Tabla 6.1-1 Cobertura de la Encuesta Muestral Sector Lara

Estrato de Tamaño	Número Predio			Superficie (ha)		
	Total	Encuestado		Total	Encuestado	
	Nº	Nº	%	ha	ha	%
0 a 0,5 ha						
0,51 a 1 ha						
1,01 a 3,0 ha	2	2	100,0	3,070	3,070	100,0
3,01 a 12,0 ha	1			9,260		
12,01 a 50,0 ha	1			30,150		
Mayor de 50 ha	1	1	100,0	3.102,000	108,000	3,5
Total Lara	5	3	60,0	3.144,480	111,070	3,5

En el sector Los Puquios, la representatividad en términos de número de predios fue de 46,7% y, en superficie, fue de 66,9%. En este sector se encuestó un total de 14 predios con una superficie de 147,1 has.

Tabla 6.1-2 Cobertura de la Encuesta Muestral Sector Los Puquios

Estrato de Tamaño	Número Predio			Superficie (ha)		
	Total	Encuestado		Total	Encuestado	
	Nº	Nº	%	ha	ha	%
0 a 0,5 ha	3	2	66,7	1,500	1,000	66,7
0,51 a 1 ha	3	2	66,7	1,830	1,230	67,2
1,01 a 3,0 ha	12	5	41,7	19,950	6,950	34,8
3,01 a 12,0 ha	8	3	37,5	38,660	15,230	39,4
12,01 a 50,0 ha	3	1	33,3	51,070	15,680	30,7
Mayor de 50 ha	1	1	100,0	107,000	107,000	100,0
Total Los Puquios	30	14	46,7	220,010	147,090	66,9

En el sector La Mortandad, la representatividad en términos de número de predios fue de 32,4% y, en superficie, fue de 16%. En este sector se encuestó un total de 11 predios con una superficie de 323,8 has.

Tabla 6.1-3 Cobertura de la Encuesta Muestral Sector La Mortandad

Estrato de Tamaño	Número Predio			Superficie (ha)		
	Total	Encuestado		Total	Encuestado	
	Nº	Nº	%	ha	ha	%
0 a 0,5 ha	10	3	30,0	5,000	1,500	30,0
0,51 a 1 ha	4	1	25,0	4,000	1,000	25,0
1,01 a 3,0 ha	5	2	40,0	13,000	4,000	30,8
3,01 a 12,0 ha	3	1	33,3	29,500	8,500	28,8
12,01 a 50,0 ha	3	1	33,3	102,300	46,300	45,3
Mayor de 50 ha	9	3	33,3	1.867,500	262,500	14,1
Total La Mortandad	34	11	32,4	2.021,300	323,800	16,0

En el sector Las Guardias, la representatividad en términos de número de predios fue de 36,1% y, en superficie, fue de 14%. En este sector se encuestó un total de 22 predios con una superficie de 330,4 has.

Tabla 6.1-4 Cobertura de la Encuesta Muestral Sector Las Guardias

Estrato de Tamaño	Número Predio			Superficie (ha)		
	Total	Encuestado		Total	Encuestado	
	Nº	Nº	%	ha	ha	%
0 a 0,5 ha	10	2	20,0	2,730	0,550	20,1
0,51 a 1 ha	30	8	26,7	20,630	6,180	30,0
1,01 a 3,0 ha	14	7	50,0	25,830	14,170	54,9
3,01 a 12,0 ha	4	3	75,0	15,000	11,980	79,9
12,01 a 50,0 ha						
Mayor de 50 ha	3	2	66,7	2.297,000	297,500	13,0
Total Las Guardias	61	22	36,1	2.361,190	330,380	14,0

En el sector Luis Cruz Martínez, la representatividad en términos de número de predios fue de 38,6% y, en superficie, fue de 50,8%. En este sector se encuestó un total de 32 predios con una superficie de 103,2 has.

Tabla 6.1-5 Cobertura de la Encuesta Muestral Sector Luis Cruz Martínez

Estrato de Tamaño	Número Predio			Superficie (ha)		
	Total	Encuestado		Total	Encuestado	
	Nº	Nº	%	ha	ha	%
0 a 0,5 ha	21	5	23,8	7,060	1,640	23,2
0,51 a 1 ha	39	18	46,2	27,670	11,940	43,2
1,01 a 3,0 ha	7	2	28,6	12,800	4,820	37,7
3,01 a 12,0 ha	13	4	30,8	95,480	24,480	25,6
12,01 a 50,0 ha	3	3	100,0	60,300	60,300	100,0
Mayor de 50 ha						
Total Luis Cruz Martinez	83	32	38,6	203,310	103,180	50,8

En el sector Macal, la representatividad en términos de número de predios fue de 34% y, en superficie, fue de 17,1%. En este sector se encuestó un total de 52 predios con una superficie de 134,9 has.

Tabla 6.1-6 Cobertura de la Encuesta Muestral Sector Macal

Estrato de Tamaño	Número Predio			Superficie (ha)		
	Total	Encuestado		Total	Encuestado	
	Nº	Nº	%	ha	ha	%
0 a 0,5 ha	50	12	24,0	18,620	5,170	27,8
0,51 a 1 ha	45	15	33,3	32,380	12,110	37,4
1,01 a 3,0 ha	27	12	44,4	52,320	22,900	43,8
3,01 a 12,0 ha	22	11	50,0	137,270	67,100	48,9
12,01 a 50,0 ha	4	2	50,0	86,320	27,600	32,0
Mayor de 50 ha	5			462,000		
Total Macal	153	52	34,0	788,910	134,880	17,1

En el sector Pichinal, la representatividad en términos de número de predios fue de 31,6% y, en superficie, fue de 39,3%. En este sector se encuestó un total de 43 predios con una superficie de 215,5 has.

Tabla 6.1-7 Cobertura de la Encuesta Muestral Sector Pichinal

Estrato de Tamaño	Número Predio			Superficie (ha)		
	Total	Encuestado		Total	Encuestado	
	Nº	Nº	%	ha	ha	%
0 a 0,5 ha	48	4	8,3	14,850	1,860	12,5
0,51 a 1 ha	32	10	31,3	21,060	7,420	35,2
1,01 a 3,0 ha	26	13	50,0	50,510	25,850	51,2
3,01 a 12,0 ha	17	9	52,9	98,040	49,140	50,1
12,01 a 50,0 ha	12	7	58,3	274,300	131,200	47,8
Mayor de 50 ha	1			90,000		
Total Pichinal	136	43	31,6	548,760	215,470	39,3

En el sector Maitenal, la representatividad en términos de número de predios fue de 33,3% y, en superficie, fue de 54%. En este sector se encuestó un total de 26 predios con una superficie de 335 has.

Tabla 6.1-8 Cobertura de la Encuesta Muestral Sector Maitenal

Estrato de Tamaño	Número Predio			Superficie (ha)		
	Total	Encuestado		Total	Encuestado	
	Nº	Nº	%	ha	ha	%
0 a 0,5 ha	12	3	25,0	5,400	1,400	25,9
0,51 a 1 ha	13	4	30,8	8,290	2,610	31,5
1,01 a 3,0 ha	18	6	33,3	36,280	10,970	30,2
3,01 a 12,0 ha	20	8	40,0	122,680	51,800	42,2
12,01 a 50,0 ha	13	3	23,1	238,340	58,260	24,4
Mayor de 50 ha	2	2	100,0	210,000	210,000	100,0
Total Maitenal	78	26	33,3	620,990	335,040	54,0

En el sector La Vega, la representatividad en términos de número de predios fue de 39,3% y, en superficie, fue de 15,7%. En este sector se encuestó un total de 33 predios con una superficie de 39,7 has.

Tabla 6.1-9 Cobertura de la Encuesta Muestral Sector La Vega

Estrato de Tamaño	Número Predio			Superficie (ha)		
	Total	Encuestado		Total	Encuestado	
	Nº	Nº	%	ha	ha	%
0 a 0,5 ha	15	6	40,0	6,560	2,110	32,2
0,51 a 1 ha	30	12	40,0	21,980	8,810	40,1
1,01 a 3,0 ha	30	14	46,7	52,230	25,530	48,9
3,01 a 12,0 ha	6	1	16,7	27,155	3,200	11,8
12,01 a 50,0 ha	2			87,200		
Mayor de 50 ha	1			57,000		
Total La Vega	84	33	39,3	252,125	39,650	15,7

En resumen, en el área total, la representatividad en términos de número de predios fue de 35,5% y, en superficie, fue de 17,1%. Se encuestó un total de 236 predios con una superficie de 1.740,6 has.

Tabla 6.1-10 Cobertura de la Encuesta Muestral Total Área

Estrato de Tamaño	Número Predio			Superficie (ha)		
	Total	Encuestado		Total	Encuestado	
	Nº	Nº	%	ha	ha	%
0 a 0,5 ha	169	37	21,9	61,720	15,230	24,7
0,51 a 1 ha	196	70	35,7	137,840	51,300	37,2
1,01 a 3,0 ha	141	63	44,7	265,990	118,260	44,5
3,01 a 12,0 ha	94	40	42,6	573,045	231,430	40,4
12,01 a 50,0 ha	41	17	41,5	929,980	339,340	36,5
Mayor de 50 ha	23	9	39,1	8.192,500	985,000	12,0
Total Área	664	236	35,5	10.161,075	1.740,560	17,1

6.2 Dificultades de la Encuesta

Las principales dificultades encontradas durante el proceso de la encuesta se señalan a continuación:

- Imposibilidad de encontrar a la persona que tuviera la información requerida.
- Importante número de subdivisiones prediales, lo que dificultó encontrar el número de predios en cada uno de los estratos requeridos.
- Mala calidad de algunos caminos de acceso, ya sea por mal estado de conservación o por lo estrecho de los callejones, dificultando la entrada de los vehículos.

6.3 Procesamiento

El procesamiento de la información de las encuestas y catastro consistió, en primer lugar, en una revisión y verificación de la información incluida. Se le dio especial énfasis a la existencia de datos dentro de rangos válidos de acuerdo a las condiciones de cada encuestado.

Posteriormente, se debió validar computacionalmente todos los antecedentes recabados en la encuesta. Lo anterior tiene relación con la adecuada digitación de la información al momento de su ingreso computacional.

El procesamiento fue orientado posteriormente a la obtención de resultados por estratos de tamaño, sector y total del área.

6.4 Presentación de Resultados

Cabe destacar que los resultados de la encuesta y catastro, según corresponda, se presentan por estrato de tamaño. A continuación, se dan a conocer algunos aspectos de la información recopilada y analizada que tienen especial interés en la descripción de la realidad actual del área en estudio.

- Tenencia

En el sector Lara, ante la consulta ¿Cuál es la tenencia del predio?, la totalidad de los agricultores informaron que el sistema de tenencia es propia, están incluidos en los estratos de tamaño de 1 a 3 has y de más de 50 has, como se aprecia en la próxima tabla.

Tabla 6.4-1 Tenencia Sector Lara

Estrato de Tamaño	Tipo de Tenencia											
	Propia		Arriendo		Mediería		Sucesión		Otra		Total	
	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%
0 a 0,5 ha												
0,51 a 1 ha												
1,01 a 3,0 ha	2	100,0									2	100,0
3,01 a 12,0 ha												
12,01 a 50,0 ha												
Mayor de 50 ha	1	100,0									1	100,0
Total Lara	3	100,0									3	100,0

En el sector Los Puquios, el 92,9% de los agricultores informaron que el sistema de tenencia es propia, están incluidos en todos los estratos de tamaño, en tanto que el 7,1% restante informó el sistema de tenencia Otro, donde destacan las sociedades, como se aprecia en la próxima tabla.

Tabla 6.4-2 Tenencia Sector Los Puquios

Estrato de Tamaño	Tipo de Tenencia											
	Propia		Arriendo		Mediería		Sucesión		Otra		Total	
	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%
0 a 0,5 ha	2	100,0									2	100,0
0,51 a 1 ha	2	100,0									2	100,0
1,01 a 3,0 ha	4	80,0							1	20,0	5	100,0
3,01 a 12,0 ha	3	100,0									3	100,0
12,01 a 50,0 ha	1	100,0									1	100,0
Mayor de 50 ha	1	100,0									1	100,0
Total Los Puquios	13	92,9							1	7,1	14	100,0

En el sector La Mortandad, abarca una mayor diversidad de sistemas de tenencia, ya que el 45,5% de los agricultores informaron que el sistema de tenencia es propia, el 36,4% informó el sistema de tenencia Otro y el 18,2% la sucesión, tal como se aprecia en la próxima tabla.

Tabla 6.4-3 Tenencia Sector La Mortandad

Estrato de Tamaño	Tipo de Tenencia											
	Propia		Arriendo		Mediería		Sucesión		Otra		Total	
	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%
0 a 0,5 ha	2	66,7					1	33,3			3	100,0
0,51 a 1 ha	1	100,0									1	100,0
1,01 a 3,0 ha	1	50,0					1	50,0			2	100,0
3,01 a 12,0 ha	1	100,0									1	100,0
12,01 a 50,0 ha									1	100,0	1	100,0
Mayor de 50 ha									3	100,0	3	100,0
Total La Mortandad	5	45,5					2	18,2	4	36,4	11	100,0

Al igual que en el caso anterior, en el sector Las Guardias, el 77,3% de los agricultores informaron que el sistema de tenencia es propia, el 13,6% informó la sucesión y el 9,1% restante, el denominado Otro, como se aprecia en la próxima tabla.

Tabla 6.4-4 Tenencia Sector Las Guardias

Estrato de Tamaño	Tipo de Tenencia											
	Propia		Arriendo		Mediería		Sucesión		Otra		Total	
	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%
0 a 0,5 ha	2	100,0									2	100,0
0,51 a 1 ha	7	87,5					1	12,5			8	100,0
1,01 a 3,0 ha	5	71,4					2	28,6			7	100,0
3,01 a 12,0 ha	2	66,7							1	33,3	3	100,0
12,01 a 50,0 ha												
Mayor de 50 ha	1	50,0							1	50,0	2	100,0
Total Las Guardias	17	77,3					3	13,6	2	9,1	22	100,0

Entretanto, en el sector Luis Cruz Martínez, la totalidad de los agricultores encuestados señaló que el sistema de tenencia es propia, como se aprecia en la tabla siguiente.

Tabla 6.4-5 Tenencia Sector Luis Cruz Martínez

Estrato de Tamaño	Tipo de Tenencia											
	Propia		Arriendo		Mediería		Sucesión		Otra		Total	
	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%
0 a 0,5 ha	5	100,0									5	100,0
0,51 a 1 ha	18	100,0									18	100,0
1,01 a 3,0 ha	2	100,0									2	100,0
3,01 a 12,0 ha	4	100,0									4	100,0
12,01 a 50,0 ha	3	100,0									3	100,0
Mayor de 50 ha												
Total Luis Cruz Martínez	32	100,0									32	100,0

En el sector Macal, el 88% de los agricultores informaron que el sistema de tenencia es propia, el 8% informó la sucesión y el 4% restante, el denominado Otro y el arriendo, con un caso cada uno, tal como se aprecia en la próxima tabla.

Tabla 6.4-6 Tenencia Sector Macal

Estrato de Tamaño	Tipo de Tenencia											
	Propia		Arriendo		Mediería		Sucesión		Otra		Total	
	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%
0 a 0,5 ha	11	91,7							1	8,3	12	100,0
0,51 a 1 ha	12	92,3	1	7,7							13	100,0
1,01 a 3,0 ha	11	91,7					1	8,3			12	100,0
3,01 a 12,0 ha	8	72,7					3	27,3			11	100,0
12,01 a 50,0 ha	2	100,0									2	100,0
Mayor de 50 ha												
Total Macal	44	88,0	1	2,0			4	8,0	1	2,0	50	100,0

En el sector Pichinal, el 95,3% de los agricultores informaron que el sistema de tenencia es propia y el 4,7% restante corresponde a sucesión, tal como se aprecia en la tabla siguiente.

Tabla 6.4-7 Tenencia Sector Pichinal

Estrato de Tamaño	Tipo de Tenencia											
	Propia		Arriendo		Mediería		Sucesión		Otra		Total	
	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%
0 a 0,5 ha	4	100,0									4	100,0
0,51 a 1 ha	9	90,0					1	10,0			10	100,0
1,01 a 3,0 ha	12	92,3					1	7,7			13	100,0
3,01 a 12,0 ha	9	100,0									9	100,0
12,01 a 50,0 ha	7	100,0									7	100,0
Mayor de 50 ha												
Total Pichinal	41	95,3					2	4,7			43	100,0

En el sector Maitenal, los agricultores encuestados respondieron en el 96,2% de los casos que el sistema de tenencia es propia, están incluidos en los estratos de tamaño de 0 a 50 has. La sucesión agrupa el 3,8% y sólo está presente en el estrato de más de 50 has. Todos estos antecedentes se presentan en la siguiente tabla.

Tabla 6.4-8 Tenencia Sector Maitenal

Estrato de Tamaño	Tipo de Tenencia											
	Propia		Arriendo		Mediería		Sucesión		Otra		Total	
	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%
0 a 0,5 ha	3	100,0									3	100,0
0,51 a 1 ha	4	100,0									4	100,0
1,01 a 3,0 ha	6	100,0									6	100,0
3,01 a 12,0 ha	8	100,0									8	100,0
12,01 a 50,0 ha	3	100,0									3	100,0
Mayor de 50 ha	1	50,0					1	50,0			2	100,0
Total Maitenal	25	96,2					1	3,8			26	100,0

Finalmente, en el sector La Vega, la totalidad de los agricultores informaron que el sistema de tenencia es propia, están incluidos en los estratos de tamaño de 0 a 12 has, como se aprecia en la próxima tabla.

Tabla 6.4-9 Tenencia Sector La Vega

Estrato de Tamaño	Tipo de Tenencia											
	Propia		Arriendo		Mediería		Sucesión		Otra		Total	
	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%
0 a 0,5 ha	6	100,0									6	100,0
0,51 a 1 ha	12	100,0									12	100,0
1,01 a 3,0 ha	14	100,0									14	100,0
3,01 a 12,0 ha	1	100,0									1	100,0
12,01 a 50,0 ha												
Mayor de 50 ha												
Total La Vega	33	100,0									33	100,0

De esta manera, en el área total, como se aprecia en la tabla siguiente, el principal sistema de tenencia es la propia con el 91% de las observaciones, seguido por la sucesión con el 5,1%, el Otro con el 3,4% y el arriendo con el 0,4% restante. La mediería no fue informada en el área de estudio, durante el proceso de encuesta.

Tabla 6.4-10 Tenencia Total Área

Estrato de Tamaño	Tipo de Tenencia											
	Propia		Arriendo		Mediería		Sucesión		Otra		Total	
	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%
0 a 0,5 ha	35	94,6					1	2,7	1	2,7	37	100,0
0,51 a 1 ha	65	95,6	1	1,5			2	2,9			68	100,0
1,01 a 3,0 ha	57	90,5					5	7,9	1	1,6	63	100,0
3,01 a 12,0 ha	36	90,0					3	7,5	1	2,5	40	100,0
12,01 a 50,0 ha	16	94,1							1	5,9	17	100,0
Mayor de 50 ha	4	44,4					1	11,1	4	44,4	9	100,0
Total Área	213	91,0	1	0,4			12	5,1	8	3,4	234	100,0

- Superficies

En el sector Lara, de acuerdo a los resultados del Catastro, se representó un total de 3.144,5 has, de las cuales 1,2 has corresponde actualmente a superficie bajo riego permanente y 3,2 has con riego eventual. En condiciones de sin uso cultivable existen actualmente 4,4 has, cifra que equivale al 0,1% de la superficie y un 95,9% (3.014,4 has) se encuentra cubierto con especies forestales de secano. Los terrenos Indirectamente Productivos y los Improductivos, agrupan el 0,8% de la superficie, con 2,5 has y 22 has, respectivamente. Todos estos resultados, por Estrato de Tamaño, se presentan en la tabla siguiente.

Tabla 6.4-11 Superficies Sector Lara

Condición Suelo		Estratos de Tamaño						Total Lara
		0 a 0,5 ha	0,51 a 1 ha	1,01 a 3,0 ha	3,01 a 12,0 ha	12,01 a 50,0 ha	Mayor de 50 ha	
Riego Permanente	ha			1,20				1,20
	%			39,1				0,04
Riego Eventual	ha						100,00	100,00
	%						3,2	3,2
Riego Subterránea	ha							
	%							
Secano	ha							
	%							
Sin Uso Cultivable	ha			0,10	4,26			4,36
	%			3,3	46,0			0,1
Forestal Secano	ha			1,40	3,00	10,00	3.000,00	3.014,40
	%			45,6	32,4	33,2	96,7	95,9
Sin Uso No Cultivable	ha				2,00	20,00		22,00
	%				21,6	66,3		0,7
Indirecta	ha			0,37		0,15	2,00	2,52
	%			12,1		0,5	0,1	0,1
Total	ha			3,07	9,26	30,15	3.102,00	3.144,48
	%			100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

En el sector Los Puquios, en el Catastro se representó un total de 220 has, de las cuales el 3,1% corresponde a riego eventual; 0,2% a riego con agua subterránea y el 0,8% (1,8 has) se cultiva como secano. En condiciones de sin uso cultivable existen actualmente 89,7 has, cifra que equivale al 40,7% de la superficie y un 40,8% (89,8 has) se encuentra cubierto con especies forestales de secano. Los terrenos Indirectamente Productivos y los Improductivos agrupan el 14,2% de la superficie, con 8,2 has y 23,2 has, respectivamente. Todos estos resultados, por Estrato de Tamaño se presentan en la siguiente tabla.

Tabla 6.4-12 Superficies Sector Los Puquios

Condición Suelo		Estratos de Tamaño						Total Los Puquios
		0 a 0,5 ha	0,51 a 1 ha	1,01 a 3,0 ha	3,01 a 12,0 ha	12,01 a 50,0 ha	Mayor de 50 ha	
Riego Permanente	ha							
	%							
Riego Eventual	ha	0,30	0,50	0,03			6,00	6,83
	%	20,0	27,3	0,2			5,6	3,1
Riego Subterránea	ha				0,51			0,51
	%				1,3			0,2
Secano	ha			0,80	1,00			1,80
	%			4,0	2,6			0,8
Sin Uso Cultivable	ha	1,05	0,90	10,22	11,98	26,50	39,00	89,65
	%	70,0	49,2	51,2	31,0	51,9	36,4	40,7
Forestal Secano	ha	0,05	0,25	6,15	21,85	21,50	40,00	89,80
	%	3,3	13,7	30,8	56,5	42,1	37,4	40,8
Sin Uso No Cultivable	ha			0,47	2,04	0,68	20,00	23,19
	%			2,4	5,3	1,3	18,7	10,5
Indirecta	ha	0,10	0,18	2,28	1,28	2,39	2,00	8,23
	%	6,7	9,8	11,4	3,3	4,7	1,9	3,7
Total	ha	1,50	1,83	19,95	38,66	51,07	107,00	220,01
	%	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

En el sector La Mortandad, de acuerdo a los resultados del Catastro, se representó un total de 2.021,3 has, de las cuales el 1% corresponde actualmente a superficie bajo riego permanente, equivalente a 21 has y el 26,1% (526,9 has) se cultiva como secano. En condiciones de sin uso cultivable existen actualmente 76,1 has, cifra que equivale al 3,8% de la superficie y un 67,8% (1.370,6 has) se encuentra cubierto con especies forestales de secano. Los terrenos Indirectamente Productivos y los Improductivos, agrupan el 1,3% de la superficie, con 25 has y 1,4 has, respectivamente. Todos estos resultados, por Estrato de Tamaño, se presentan en la tabla siguiente.

Tabla 6.4-13 Superficies Sector La Mortandad

Condición Suelo		Estratos de Tamaño						Total La Mortandad
		0 a 0,5 ha	0,51 a 1 ha	1,01 a 3,0 ha	3,01 a 12,0 ha	12,01 a 50,0 ha	Mayor de 50 ha	
Riego Permanente	ha	0,11	0,05	0,35	6,50	5,00	9,00	21,01
	%	2,2	1,3	2,7	22,0	4,9	0,5	1,00
Riego Eventual	ha							
	%							
Riego Subterránea	ha			0,30				0,30
	%			2,3				
Secano	ha	1,39	1,03	4,45			520,00	526,87
	%	27,8	25,6	34,2			27,8	26,1
Sin Uso Cultivable	ha	2,07	0,93	3,90	13,00	33,50	22,70	76,10
	%	41,4	23,3	30,0	44,1	32,7	1,2	3,8
Forestal Secano	ha	1,25	1,70	3,35	9,30	63,00	1.292,00	1.370,60
	%	25,0	42,5	25,8	31,5	61,6	69,2	67,8
Sin Uso No Cultivable	ha						1,40	1,40
	%						0,1	0,1
Indirecta	ha	0,18	0,30	0,65	0,70	0,80	22,40	25,03
	%	3,6	7,4	5,0	2,4	0,8	1,2	1,2
Total	ha	5,00	4,00	13,00	29,50	102,30	1.867,50	2.021,30
	%	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

En el sector Las Guardias, en el Catastro se representó un total de 2.361,2 has, de las cuales el 1,9% corresponde a riego permanente; el 0,7% a riego proveniente de agua subterránea y el 3,6% (85,4 has) se cultiva como secano. En condiciones de sin uso cultivable existen actualmente 30,8 has, cifra que equivale al 1,3% de la superficie y un 91,7% (2.165,1 has) se encuentra cubierto con especies forestales de secano. Los terrenos Indirectamente Productivos y los Improductivos agrupan el 0,7% de la superficie, con 15,8 has y 1,1 has, respectivamente. Todos estos resultados, por Estrato de Tamaño se presentan en la siguiente tabla.

Tabla 6.4-14 Superficies Sector Las Guardias

Condición Suelo		Estratos de Tamaño						Total Las Guardias
		0 a 0,5 ha	0,51 a 1 ha	1,01 a 3,0 ha	3,01 a 12,0 ha	12,01 a 50,0 ha	Mayor de 50 ha	
Riego Permanente	ha	0,26	0,54	2,39	2,33		40,00	45,52
	%	9,5	2,6	9,3	15,5		1,7	1,90
Riego Eventual	ha	0,01						0,01
	%	0,4						0,0004
Riego Subterránea	ha		0,30		1,13		16,00	17,43
	%		1,5		7,5		0,7	0,7
Secano	ha	0,23	3,55	6,90	4,75		70,00	85,43
	%	8,4	17,2	26,7	31,7		3,0	3,6
Sin Uso Cultivable	ha	1,47	5,78	7,50	1,00		15,00	30,75
	%	53,8	28,0	29,0	6,7		0,7	1,3
Forestal Secano	ha	0,50	6,80	6,30	4,50		2.147,00	2.165,10
	%	18,3	33,0	24,4	30,0		93,5	91,7
Sin Uso No Cultivable	ha		0,49	0,15	0,50			1,14
	%		2,4	0,6	3,3			0,05
Indirecta	ha	0,26	3,17	2,59	0,80		9,00	15,82
	%	9,5	15,4	10,0	5,3		0,4	0,7
Total	ha	2,73	20,63	25,83	15,00		2.297,00	2.361,19
	%	100,0	100,0	100,0	100,0		100,0	100,0

En el sector Luis Cruz Martínez, de acuerdo a los resultados del Catastro, se representó un total de 203,3 has, de las cuales el 0,2% corresponde actualmente a superficie bajo riego permanente, equivalente a 0,5 has; el 6,1% declaró riego eventual; el 3,3% posee riego de agua subterránea y el 14,4% (29,2 has) se cultiva como secano. En condiciones de sin uso cultivable existen actualmente 75,9 has, cifra que equivale al 37,3% de la superficie y un 27,9% (56,7 has) se encuentra cubierto con especies forestales de secano. Los terrenos Indirectamente Productivos y los Improductivos, agrupan el 10,9% de la superficie, con 7,9 has y 14,2 has, respectivamente. Todos estos resultados, por Estrato de Tamaño, se presentan en la tabla siguiente.

Tabla 6.4-15 Superficies Sector Luis Cruz Martínez

Condición Suelo		Estratos de Tamaño						Total Luis Cruz Martínez
		0 a 0,5 ha	0,51 a 1 ha	1,01 a 3,0 ha	3,01 a 12,0 ha	12,01 a 50,0 ha	Mayor de 50 ha	
Riego Permanente	ha	0,45						0,45
	%	6,4						0,20
Riego Eventual	ha	1,40	3,16	1,01	4,27	2,50		12,34
	%	19,8	11,4	7,9	4,5	4,1		6,1
Riego Subterránea	ha	0,25	0,36		6,00			6,61
	%	3,5	1,3		6,3			3,3
Secano	ha	0,70	0,74	1,00	13,70	13,10		29,24
	%	9,9	2,7	7,8	14,3	21,7		14,4
Sin Uso Cultivable	ha	1,91	10,70	6,65	45,96	10,68		75,90
	%	27,1	38,7	52,0	48,1	17,7		37,3
Forestal Secano	ha	1,43	8,47	3,40	17,40	26,00		56,70
	%	20,3	30,6	26,6	18,2	43,1		27,9
Sin Uso No Cultivable	ha	0,30	1,90		4,00	8,00		14,20
	%	4,2	6,9		4,2	13,3		7,0
Indirecta	ha	0,62	2,34	0,74	4,15	0,02		7,87
	%	8,8	8,5	5,8	4,3			3,9
Total	ha	7,06	27,67	12,80	95,48	60,30		203,31
	%	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0		100,0

En el sector Macal, en el Catastro se representó un total de 788,9 has, de las cuales 22,8 has corresponde a riego permanente; el 1,4% a riego eventual; 1% a riego de agua subterránea y el 13,4% (105,6 has) se cultiva como secano. En condiciones de sin uso cultivable existen actualmente 93,1 has, cifra que equivale al 11,8% de la superficie y un 67,7% (533,9 has) se encuentra cubierto con especies forestales de secano. Los terrenos Indirectamente Productivos y los Improductivos agrupan el 1,9% de la superficie, con 11,3 has y 3,9 has, respectivamente. Todos estos resultados, por Estrato de Tamaño se presentan en la siguiente tabla.

Tabla 6.4-16 Superficies Sector Macal

Condición Suelo		Estratos de Tamaño						Total Macal
		0 a 0,5 ha	0,51 a 1 ha	1,01 a 3,0 ha	3,01 a 12,0 ha	12,01 a 50,0 ha	Mayor de 50 ha	
Riego Permanente	ha	1,34	2,47	5,53	10,48	3,00		22,82
	%	7,2	7,6	10,6	7,6	3,5		2,90
Riego Eventual	ha	0,57	2,73	3,45	4,10			10,85
	%	3,0	8,4	6,6	3,0			1,4
Riego Subterránea	ha	0,90	1,50	4,15	1,00			7,55
	%	4,8	4,6	7,9	0,7			1,0
Secano	ha	8,36	11,81	12,40	53,70	19,30		105,57
	%	44,9	36,5	23,7	39,1	22,4		13,4
Sin Uso Cultivable	ha	4,22	9,21	15,77	31,10	27,80	5,00	93,10
	%	22,7	28,4	30,1	22,7	32,2	1,1	11,8
Forestal Secano	ha	1,30	1,75	9,57	28,54	35,70	457,00	533,86
	%	7,0	5,4	18,3	20,8	41,4	98,9	67,7
Sin Uso No Cultivable	ha		0,40		3,50			3,90
	%		1,2		2,5			0,5
Indirecta	ha	1,94	2,51	1,45	4,85	0,52		11,27
	%	10,4	7,8	2,8	3,5	0,6		1,4
Total	ha	18,62	32,38	52,32	137,27	86,32	462,00	788,91
	%	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

En el sector Pichinal, en el Catastro se representó un total de 548,8 has, de las cuales 82,1 has corresponde a riego permanente; el 2,2% a riego eventual; el 0,4% a riego de agua subterránea y el 27% (148 has) se cultiva como secano. En condiciones de sin uso cultivable existen actualmente 158,8 ha, cifra que equivale al 28,9% de la superficie y un 19,3% (106,1 has) se encuentra cubierto con especies forestales de secano. Los terrenos Indirectamente Productivos y los Improductivos agrupan el 6,9% de la superficie, con 31,3 has y 8,3 has, respectivamente. Todos estos resultados, por Estrato de Tamaño se presentan en la siguiente tabla.

Tabla 6.4-17 Superficies Sector Pichinal

Condición Suelo		Estratos de Tamaño						Total Pichinal
		0 a 0,5 ha	0,51 a 1 ha	1,01 a 3,0 ha	3,01 a 12,0 ha	12,01 a 50,0 ha	Mayor de 50 ha	
Riego Permanente	ha	2,10	0,62	4,48	6,20	48,70	20,00	82,10
	%	14,1	2,9	8,9	6,3	17,8	22,2	15,00
Riego Eventual	ha	0,05			2,00	10,00		12,05
	%	0,3			2,0	3,6		2,2
Riego Subterránea	ha	0,26			1,96			2,22
	%	1,8			2,0			0,4
Secano	ha	3,90	5,91	25,89	53,70	58,60		148,00
	%	26,3	28,1	51,3	54,8	21,4		27,0
Sin Uso Cultivable	ha	5,13	11,82	8,60	27,40	105,80		158,75
	%	34,5	56,1	17,0	27,9	38,6		28,9
Forestal Secano	ha	1,00	0,69	8,55	2,90	33,00	60,00	106,14
	%	6,7	3,3	16,9	3,0	12,0	66,7	19,3
Sin Uso No Cultivable	ha			0,25		8,00		8,25
	%			0,5		2,9		1,5
Indirecta	ha	2,41	2,02	2,74	3,88	10,20	10,00	31,25
	%	16,2	9,6	5,4	4,0	3,7	11,1	5,7
Total	ha	14,85	21,06	50,51	98,04	274,30	90,00	548,76
	%	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

En el sector Maitenal, de acuerdo a los resultados del Catastro, se representó un total de 621 has, de las cuales el 8,9% corresponde actualmente a superficie bajo riego permanente, equivalente a 55,6 has y el 28,4% (176,1 has) se cultiva como secano. En condiciones de sin uso cultivable existen actualmente 47,4 has, cifra que equivale al 7,6% de la superficie y un 50,4% (312,6 has) se encuentra cubierto con especies forestales de secano. Los terrenos Indirectamente Productivos y los Improductivos, agrupan el 4,7% de la superficie, con 28 has y 1 ha, respectivamente. Todos estos resultados, por Estrato de Tamaño, se presentan en la tabla siguiente.

Tabla 6.4-18 Superficies Sector Maitenal

Condición Suelo		Estratos de Tamaño						Total Maitenal
		0 a 0,5 ha	0,51 a 1 ha	1,01 a 3,0 ha	3,01 a 12,0 ha	12,01 a 50,0 ha	Mayor de 50 ha	
Riego Permanente	ha	0,58	0,13	0,38	3,04	12,95	38,51	55,58
	%	10,6	1,5	1,0	2,5	5,4	18,3	8,90
Riego Eventual	ha							
	%							
Riego Subterránea	ha				0,25			0,25
	%				0,2			0,04
Secano	ha	1,48	2,23	16,16	35,33	29,94	91,00	176,13
	%	27,3	26,9	44,5	28,8	12,6	43,3	28,4
Sin Uso Cultivable	ha	2,26	3,79	8,04	22,33	7,50	3,49	47,40
	%	41,9	45,7	22,2	18,2	3,1	1,7	7,6
Forestal Secano	ha	0,26	0,50	8,59	53,50	179,74	70,00	312,59
	%	4,8	6,0	23,7	43,6	75,5	33,4	50,4
Sin Uso No Cultivable	ha				1,00			1,00
	%				0,8			0,2
Indirecta	ha	0,83	1,65	3,12	7,24	8,21	7,00	28,05
	%	15,4	19,9	8,6	5,9	3,4	3,3	4,5
Total	ha	5,40	8,29	36,28	122,68	238,34	210,00	620,99
	%	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

En el sector La Vega, en el Catastro se representó un total de 252,1 has, de las cuales sólo 0,1 has corresponde a riego permanente; el 2,9% a riego eventual; 7,1% a riego tecnificado y el 27,5% (69,3 has) se cultiva como secano. En condiciones de sin uso cultivable existen actualmente 61,8 ha, cifra que equivale al 24,5% de la superficie y un 31,5% (79,5 has) se encuentra cubierto con especies forestales de secano. Los terrenos Indirectamente Productivos y los Improductivos agrupan el 6,5% de la superficie, con 10 has y 6,2 has, respectivamente. Todos estos resultados, por Estrato de Tamaño se presentan en la siguiente tabla.

Tabla 6.4-19 Superficies Sector La Vega

Condición Suelo		Estratos de Tamaño						Total La Vega
		0 a 0,5 ha	0,51 a 1 ha	1,01 a 3,0 ha	3,01 a 12,0 ha	12,01 a 50,0 ha	Mayor de 50 ha	
Riego Permanente	ha		0,06					0,06
	%		0,3					0,02
Riego Eventual	ha	0,63	2,68	2,41	1,51			7,23
	%	9,6	12,2	4,6	5,5			2,9
Riego Subterránea	ha			2,00		16,00		18,00
	%			3,8		18,3		7,1
Secano	ha	1,75	5,91	4,68			57,00	69,34
	%	26,7	26,8	9,0			100,0	27,5
Sin Uso Cultivable	ha	2,42	7,80	29,48	22,07			61,77
	%	36,9	35,5	56,4	81,3			24,5
Forestal Secano	ha	0,32	2,99	6,90	1,28	68,00		79,49
	%	4,9	13,6	13,2	4,7	78,0		31,5
Sin Uso No Cultivable	ha	0,60	0,39	4,01		1,20		6,20
	%	9,1	1,8	7,7		1,4		2,5
Indirecta	ha	0,84	2,15	2,75	2,30	2,00		10,04
	%	12,8	9,8	5,3	8,5	2,3		4,0
Total	ha	6,56	21,98	52,23	27,16	87,20	57,00	252,13
	%	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

De esta manera, en el área de estudio en el Catastro se representó un total de 10.161,1 has de las cuales 228,7 has corresponde a riego permanente; el 1,5% a riego eventual; 0,5% a riego de agua subterránea y el 11,2% (1.142,4 has) se cultiva como secano. En condiciones de sin uso cultivable existen actualmente 637,8 has, cifra que equivale al 6,3% de la superficie y un 76,1% (7.7728,7 has) se encuentra cubierto con especies forestales de secano. Los terrenos Indirectamente Productivos y los Improductivos agrupan el 2,2% de la superficie, con 140,1 has y 81,3 has, respectivamente. Todos estos resultados, por Estrato de Tamaño se presentan en la siguiente tabla.

Tabla 6.4-20 Superficies Total Área

Condición Suelo		Estratos de Tamaño						Total Área
		0 a 0,5 ha	0,51 a 1 ha	1,01 a 3,0 ha	3,01 a 12,0 ha	12,01 a 50,0 ha	Mayor de 50 ha	
Riego Permanente	ha	4,83	3,87	14,33	28,55	69,65	107,51	228,73
	%	7,8	2,8	5,4	5,0	7,5	1,3	2,30
Riego Eventual	ha	2,96	9,07	6,90	11,88	12,50	106,00	149,30
	%	4,8	6,6	2,6	2,1	1,3	1,3	1,5
Riego Subterránea	ha	1,41	2,16	6,45	10,85	16,00	16,00	52,87
	%	2,3	1,6	2,4	1,9	1,7	0,2	0,5
Secano	ha	17,81	31,18	72,28	162,18	120,94	738,00	1.142,38
	%	28,8	22,6	27,2	28,3	13,0	9,0	11,2
Sin Uso Cultivable	ha	20,53	50,93	90,26	179,10	211,78	85,19	637,78
	%	33,3	36,9	33,9	31,3	22,8	1,0	6,3
Forestal Secano	ha	6,11	23,15	54,21	142,27	436,94	7.066,00	7.728,68
	%	9,9	16,8	20,4	24,8	47,0	86,2	76,1
Sin Uso No Cultivable	ha	0,90	3,18	4,88	13,04	37,88	21,40	81,28
	%	1,5	2,3	1,8	2,3	4,1	0,3	0,8
Indirecta	ha	7,18	14,32	16,69	25,20	24,29	52,40	140,07
	%	11,6	10,4	6,3	4,4	2,6	0,6	1,4
Total	ha	61,72	137,84	265,99	573,05	929,98	8.192,50	10.161,08
	%	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

- Ganadería

De acuerdo a los resultados de la encuesta, se constató que la ganadería bovina se desarrolla en los sectores Lara, los Puquios, Las Guardias, Luis Cruz Martínez, Macal, Pichinal y Maitenal, destacando la mayor masa ganadera en Luis Cruz Martínez, seguido por Macal y Pichinal, como se observa en las tablas siguientes.

Tabla 6.4-21 Ganadería Bovina Sector Lara

Estrato de Tamaño	Número						Muertes		Producción	
	Machos	Hembras	Crias	Vaquillas	Novillos	Total	Nº	Tipo	Unidad	Cantidad
0 a 0,5 ha										
0,51 a 1 ha										
1,01 a 3,0 ha	1	3				4				
3,01 a 12,0 ha										
12,01 a 50,0 ha										
Mayor de 50 ha										
Total Lara	1	3				4				

Tabla 6.4-22 Ganadería Bovina Sector Los Puquios

Estrato de Tamaño	Número						Muertes		Producción	
	Machos	Hembras	Crias	Vaquillas	Novillos	Total	Nº	Tipo	Unidad	Cantidad
0 a 0,5 ha										
0,51 a 1 ha										
1,01 a 3,0 ha	4					4				
3,01 a 12,0 ha										
12,01 a 50,0 ha										
Mayor de 50 ha										
Total Los Puquios	4					4				

Tabla 6.4-23 Ganadería Bovina Sector Las Guardias

Estrato de Tamaño	Número						Muertes		Producción	
	Machos	Hembras	Crias	Vaquillas	Novillos	Total	Nº	Tipo	Unidad	Cantidad
0 a 0,5 ha										
0,51 a 1 ha										
1,01 a 3,0 ha										
3,01 a 12,0 ha		3	3		3	6			Kg	900
12,01 a 50,0 ha										
Mayor de 50 ha										
Total Las Guardias		3	3		3	6				900

Tabla 6.4-24 Ganadería Bovina Sector Luis Cruz Martínez

Estrato de Tamaño	Número						Muertes		Producción	
	Machos	Hembras	Crias	Vaquillas	Novillos	Total	Nº	Tipo	Unidad	Cantidad
0 a 0,5 ha										
0,51 a 1 ha										
1,01 a 3,0 ha		202	1			203			Kg	9.300
3,01 a 12,0 ha										
12,01 a 50,0 ha										
Mayor de 50 ha										
Total Luis Cruz Martínez		202	1			203				9.300

Tabla 6.4-25 Ganadería Bovina Sector Macal

Estrato de Tamaño	Número						Muertes		Producción	
	Machos	Hembras	Crias	Vaquillas	Novillos	Total	Nº	Tipo	Unidad	Cantidad
0 a 0,5 ha										
0,51 a 1 ha		2	26	7	9	44			Kg	2.700
1,01 a 3,0 ha		2	2	1		5			Kg	300
3,01 a 12,0 ha		15	11		3	29	3	Terneros	Kg	900
12,01 a 50,0 ha	1	16	7		5	29	1	Terneros	Kg	1.500
Mayor de 50 ha										
Total Macal	1	35	46	8	17	107	4			5.400

Tabla 6.4-26 Ganadería Bovina Sector Pichinal

Estrato de Tamaño	Número						Muertes		Producción	
	Machos	Hembras	Crias	Vaquillas	Novillos	Total	Nº	Tipo	Unidad	Cantidad
0 a 0,5 ha										
0,51 a 1 ha										
1,01 a 3,0 ha		17	8	5	2	32	1	Terneros	Kg	600
3,01 a 12,0 ha	1	7	2	1		11				
12,01 a 50,0 ha		5	2			7				
Mayor de 50 ha										
Total Pichinal	1	29	12	6	2	50	1			600

Tabla 6.4-27 Ganadería Bovina Sector Maitenal

Estrato de Tamaño	Número						Muertes		Producción	
	Machos	Hembras	Crias	Vaquillas	Novillos	Total	Nº	Tipo	Unidad	Cantidad
0 a 0,5 ha										
0,51 a 1 ha										
1,01 a 3,0 ha										
3,01 a 12,0 ha										
12,01 a 50,0 ha		12	6	2	4	24			Kg	4.600
Mayor de 50 ha										
Total Maitenal		12	6	2	4	24				4.600

Así, en el área total el ganado bovino suma 401 cabezas, representadas por 7 machos, 284 hembras, 68 crías, 16 vaquillas y 26 novillos, los que se desarrollan entre los estratos de tamaño de 0,51 has a 50 has. Estos antecedentes se presentan en la próxima tabla.

Tabla 6.4-28 Ganadería Bovina Sector Total Área

Estrato de Tamaño	Número						Muertes		Producción	
	Machos	Hembras	Crias	Vaquillas	Novillos	Total	Nº	Tipo	Unidad	Cantidad
0 a 0,5 ha										
0,51 a 1 ha		2	26	7	9	44			Kg	2.700
1,01 a 3,0 ha	5	224	11	6	2	248	1	Terneros	Kg	10.200
3,01 a 12,0 ha	1	25	16	1	6	49	3	Terneros	Kg	1.800
12,01 a 50,0 ha	1	33	15	2	9	60	1	Terneros	Kg	6.100
Mayor de 50 ha										
Total Área	7	284	68	16	26	401	5			20.800

La ganadería ovina, por su parte, se desarrolla en todos sectores. En los sectores Lara y Los Puquios, con un total de 56 y 130 cabezas, respectivamente, este ganado se distribuye en los estratos de 1 a 3 has y de más de 50 has, mientras que en La Mortandad sólo se constató en los predios más pequeños.

Tabla 6.4-29 Ganadería Ovina Sector Lara

Estrato de Tamaño	Número					Muertes		Producción	
	Machos	Hembras	Crias	Borregas	Total	Nº	Tipo	Unidad	Cantidad
0 a 0,5 ha									
0,51 a 1 ha									
1,01 a 3,0 ha	1	20	8	8	37			Kg	350
3,01 a 12,0 ha									
12,01 a 50,0 ha									
Mayor de 50 ha	1	7	6	5	19			Kg	120
Total Lara	2	27	14	13	56				470

Tabla 6.4-30 Ganadería Ovina Sector Los Puquios

Estrato de Tamaño	Número					Muertes		Producción	
	Machos	Hembras	Crias	Borregas	Total	Nº	Tipo	Unidad	Cantidad
0 a 0,5 ha									
0,51 a 1 ha									
1,01 a 3,0 ha	1	34	34	9	78			Kg	1.190
3,01 a 12,0 ha									
12,01 a 50,0 ha									
Mayor de 50 ha	2	30	10	10	52			Kg	1.050
Total Los Puquios	3	64	44	19	130				2.240

Tabla 6.4-31 Ganadería Ovina Sector La Mortandad

Estrato de Tamaño	Número					Muertes		Producción	
	Machos	Hembras	Crias	Borregas	Total	Nº	Tipo	Unidad	Cantidad
0 a 0,5 ha		17	17	8	42			Kg	490
0,51 a 1 ha									
1,01 a 3,0 ha									
3,01 a 12,0 ha									
12,01 a 50,0 ha									
Mayor de 50 ha									
Total La Mortandad		17	17	8	42				490

Entretanto, en los sectores de Las Guardias, Luis Cruz Martínez, Macal y Pichinal, como se aprecia en las tablas siguientes, este ganado se distribuye en un mayor número de estratos, y totaliza 215, 184, 277 y 260 cabezas, respectivamente,

Tabla 6.4-32 Ganadería Ovina Sector Las Guardias

Estrato de Tamaño	Número					Muertes		Producción	
	Machos	Hembras	Crias	Borregas	Total	Nº	Tipo	Unidad	Cantidad
0 a 0,5 ha		3	5		8			Kg	140
0,51 a 1 ha		16	16	2	34			Kg	400
1,01 a 3,0 ha		13	15	4	32			Kg	240
3,01 a 12,0 ha	1	17	28	4	50			Kg	770
12,01 a 50,0 ha									
Mayor de 50 ha	1	40	40	10	91			Kg	1.200
Total Las Guardias	2	89	104	20	215				2.750

Tabla 6.4-33 Ganadería Ovina Sector Luis Cruz Martínez

Estrato de Tamaño	Número					Muertes		Producción	
	Machos	Hembras	Crias	Borregas	Total	Nº	Tipo	Unidad	Cantidad
0 a 0,5 ha	1	6	2	3	12				
0,51 a 1 ha	2	26	12	10	50			Kg	980
1,01 a 3,0 ha		5	2	1	8			Kg	80
3,01 a 12,0 ha	3	18	11	18	50			kg	2.025
12,01 a 50,0 ha	3	26	17	18	64			Kg	640
Mayor de 50 ha									
Total Luis Cruz Martinez	9	81	44	50	184				3.725

Tabla 6.4-34 Ganadería Ovina Sector Macal

Estrato de Tamaño	Número					Muertes		Producción	
	Machos	Hembras	Crias	Borregas	Total	Nº	Tipo	Unidad	Cantidad
0 a 0,5 ha	1	9	5		15			Kg	80
0,51 a 1 ha	1	28	3	2	34	1	Corderos	Kg	40
1,01 a 3,0 ha	2	28	26		56	4	Corderos	Kg	720
3,01 a 12,0 ha	3	57	54	4	118	8	Corderos	Kg	640
12,01 a 50,0 ha	2	25	2	25	54			Kg	40
Mayor de 50 ha									
Total Macal	9	147	90	31	277	13			1.520

Tabla 6.4-35 Ganadería Ovina Sector Pichinal

Estrato de Tamaño	Número					Muertes		Producción	
	Machos	Hembras	Crias	Borregas	Total	Nº	Tipo	Unidad	Cantidad
0 a 0,5 ha		15	25	25	65			Kg	920
0,51 a 1 ha	1	8	6		15	1	Corderos	Kg	80
1,01 a 3,0 ha	2	13	12	2	29	4	Corderos	Kg	320
3,01 a 12,0 ha	2	37	40	1	80	5	Corderos	Kg	1.240
12,01 a 50,0 ha	2	25	30	14	71	4	Corderos	Kg	200
Mayor de 50 ha									
Total Pichinal	7	98	113	42	260	14			2.760

En Maitenal suma un total de 257 cabezas, las que se concentran principalmente en el estrato de más de 50 has. En el sector de La Vega, este ganado abarca un total de 93 cabezas, repartidas en los predios de menor tamaño. Estos antecedentes se presentan en las siguientes tablas.

Tabla 6.4-36 Ganadería Ovina Sector Maitenal

Estrato de Tamaño	Número					Muertes		Producción	
	Machos	Hembras	Crias	Borregas	Total	Nº	Tipo	Unidad	Cantidad
0 a 0,5 ha		4	5	1	10			kg	90
0,51 a 1 ha		5	2		7				
1,01 a 3,0 ha									
3,01 a 12,0 ha	1	14	14		29			kg	140
12,01 a 50,0 ha		20	11		31			kg	270
Mayor de 50 ha	3	86	81	10	180				1.800
Total Maitenal	4	129	113	11	257				2.300

Tabla 6.4-37 Ganadería Ovina Sector La Vega

Estrato de Tamaño	Número					Muertes		Producción	
	Machos	Hembras	Crias	Borregas	Total	Nº	Tipo	Unidad	Cantidad
0 a 0,5 ha		8	2		10	5	Ovejas		
0,51 a 1 ha	6	22	18	10	56			kg	210
1,01 a 3,0 ha	1	15	7	4	27	2	Corderos	kg	105
3,01 a 12,0 ha									
12,01 a 50,0 ha									
Mayor de 50 ha									
Total La Vega	7	45	27	14	93	7			315

Así, en el área total la ganadería ovina suma 1.514 cabezas, distribuidas en todos los estratos de tamaño, siendo el más relevante el de 3 a 12 has. La categoría más numerosa corresponde a las ovejas o hembras con 697 unidades, seguidas por las crías con 566 y las borregas con 208 unidades. Todos estos antecedentes se presentan en la próxima tabla.

Tabla 6.4-38 Ganadería Ovina Sector Total Área

Estrato de Tamaño	Número					Muertes		Producción	
	Machos	Hembras	Crias	Borregas	Total	Nº	Tipo	Unidad	Cantidad
0 a 0,5 ha	2	62	61	37	162	5	Ovejas	Kg	1.720
0,51 a 1 ha	10	105	57	24	196	2	Corderos	Kg	1.710
1,01 a 3,0 ha	7	128	104	28	267	10	Corderos	Kg	3.005
3,01 a 12,0 ha	10	143	147	27	327	13	Corderos	Kg	4.815
12,01 a 50,0 ha	7	96	60	57	220	4	Corderos	Kg	1.150
Mayor de 50 ha	7	163	137	35	342			Kg	4.170
Total Área	43	697	566	208	1.514	34			16.570

- Agua

Cabe señalar que en el sector Lara, el 100% de los agricultores de los estratos de 1 a 50 ha informó tener regularizados sus derechos de agua superficiales. Estos antecedentes se presentan en la próxima tabla.

Tabla 6.4-39 Regularización de Derechos de Agua Sector Lara

Estrato de Tamaño	Derechos Superficiales Legalizados						Derechos Subterráneos Legalizados					
	Si	%	No	%	Total	%	Si	%	No	%	Total	%
0 a 0,5 ha												
0,51 a 1 ha												
1,01 a 3,0 ha	2	100,0			2	100,0						
3,01 a 12,0 ha	1	100,0			1	100,0						
12,01 a 50,0 ha	1	100,0			1	100,0						
Mayor de 50 ha												
Total Lara	4	100,0			4	100,0						

Asimismo, en relación al sector Los Puquios, como se aprecia en la tabla siguiente, se constató que el 100% de los encuestados señaló que tiene sus derechos de agua superficiales regularizados, en tanto que la totalidad de productores que poseen agua subterránea, posee sus derechos regularizados.

Tabla 6.4-40 Regularización de Derechos de Agua Sector Los Puquios

Estrato de Tamaño	Derechos Superficiales Legalizados						Derechos Subterráneos Legalizados					
	Si	%	No	%	Total	%	Si	%	No	%	Total	%
0 a 0,5 ha												
0,51 a 1 ha												
1,01 a 3,0 ha	1	100,0			1	100,0						
3,01 a 12,0 ha							2	100,0			2	100,0
12,01 a 50,0 ha							1	100,0			1	100,0
Mayor de 50 ha	1	100,0			1	100,0						
Total Los Puquios	2	100,0			2	100,0	3	100,0			3	100,0

En el sector La Mortandad, tal como se observa en la tabla siguiente, el 86,2% de los encuestados señaló que tiene sus derechos de agua superficiales regularizados y el 13,8% no los tiene regularizados. Con respecto a los derechos de agua subterránea, dos productores que poseen agua subterránea, no poseen sus derechos regularizados.

Tabla 6.4-41 Regularización de Derechos de Agua Sector La Mortandad

Estrato de Tamaño	Derechos Superficiales Legalizados						Derechos Subterráneos Legalizados					
	Si	%	No	%	Total	%	Si	%	No	%	Total	%
0 a 0,5 ha	10	100,0			10	100,0						
0,51 a 1 ha	6	100,0			6	100,0						
1,01 a 3,0 ha	1	33,3	2	66,7	3	100,0			2	100,0	2	100,0
3,01 a 12,0 ha			1	100,0	1	100,0						
12,01 a 50,0 ha	1	100,0			1	100,0						
Mayor de 50 ha	7	87,5	1	12,5	8	100,0						
Total La Mortandad	25	86,2	4	13,8	29	100,0			2	100,0	2	100,0

En el sector Las Guardias, el 33% de los agricultores de los estratos de 0 a 50 has informó tener regularizados sus derechos de agua superficiales y el 66,7% no los tiene regularizados. Entretanto, el 100% de los encuestados con derechos de agua subterráneos, señaló tenerlos legalizados, como se aprecia en la tabla siguiente.

Tabla 6.4-42 Regularización de Derechos de Agua Sector Las Guardias

Estrato de Tamaño	Derechos Superficiales Legalizados						Derechos Subterráneos Legalizados					
	Si	%	No	%	Total	%	Si	%	No	%	Total	%
0 a 0,5 ha	1	50,0	1	50,0	2	100,0						
0,51 a 1 ha	3	60,0	2	40,0	5	100,0						
1,01 a 3,0 ha			4	100,0	4	100,0	1	100,0			1	100,0
3,01 a 12,0 ha			3	100,0	3	100,0						
12,01 a 50,0 ha												
Mayor de 50 ha	1	100,0			1	100,0	1	100,0			1	100,0
Total Las Guardias	5	33,3	10	66,7	15	100,0	2	100,0			2	100,0

En relación al sector Luis Cruz Martínez, como se aprecia en la tabla siguiente, se constató que el 91,7% de los encuestados señaló que tiene sus derechos de agua superficiales regularizados, en tanto que el 66,7% de productores que poseen agua subterránea, posee sus derechos regularizados.

Tabla 6.4-43 Regularización de Derechos de Agua Sector Luis Cruz Martínez

Estrato de Tamaño	Derechos Superficiales Legalizados						Derechos Subterráneos Legalizados					
	Si	%	No	%	Total	%	Si	%	No	%	Total	%
0 a 0,5 ha	9	90,0	1	10,0	10	100,0						
0,51 a 1 ha	14	93,3	1	6,7	15	100,0	2	100,0			2	100,0
1,01 a 3,0 ha	2	66,7	1	33,3	3	100,0						
3,01 a 12,0 ha	6	100,0			6	100,0			1	100,0	1	100,0
12,01 a 50,0 ha	2	100,0			2	100,0						
Mayor de 50 ha												
Total Luis Cruz Martínez	33	91,7	3	8,3	36	100,0	2	66,7	1	33,3	3	100,0

En el sector Macal, tal como se observa en la próxima tabla, el 31,7% de los encuestados señaló que tiene sus derechos de agua superficiales regularizados y el 68,3% no los tiene legalizados. Con respecto a los derechos de agua subterránea, el 40% de los productores que poseen agua subterránea, poseen sus derechos regularizados.

Tabla 6.4-44 Regularización de Derechos de Agua Sector Macal

Estrato de Tamaño	Derechos Superficiales Legalizados						Derechos Subterráneos Legalizados					
	Si	%	No	%	Total	%	Si	%	No	%	Total	%
0 a 0,5 ha	4	50,0	4	50,0	8	100,0	2	50,0	2	50,0	4	100,0
0,51 a 1 ha			8	100,0	8	100,0	2	28,6	5	71,4	7	100,0
1,01 a 3,0 ha	4	30,8	9	69,2	13	100,0	1	33,3	2	66,7	3	100,0
3,01 a 12,0 ha	5	45,5	6	54,5	11	100,0	1	100,0			1	100,0
12,01 a 50,0 ha			1	100,0	1	100,0						
Mayor de 50 ha												
Total Macal	13	31,7	28	68,3	41	100,0	6	40,0	9	60,0	15	100,0

En el sector Pichinal, por su parte, el 91,7% de los agricultores de los estratos de 3 a más de 50 has informó tener regularizados sus derechos de agua superficiales y el 70% de los encuestados con derechos de agua subterráneos, señaló tenerlos legalizados, como se aprecia en la tabla siguiente.

Tabla 6.4-45 Regularización de Derechos de Agua Sector Pichinal

Estrato de Tamaño	Derechos Superficiales Legalizados						Derechos Subterráneos Legalizados					
	Si	%	No	%	Total	%	Si	%	No	%	Total	%
0 a 0,5 ha							1	50,0	1	50,0	2	100,0
0,51 a 1 ha							2	100,0			2	100,0
1,01 a 3,0 ha							3	100,0			3	100,0
3,01 a 12,0 ha	4	80,0	1	20,0	5	100,0			2	100,0	2	100,0
12,01 a 50,0 ha	6	100,0			6	100,0	1	100,0			1	100,0
Mayor de 50 ha	1	100,0			1	100,0						
Total Pichinal	11	91,7	1	8,3	12	100,0	7	70,0	3	30,0	10	100,0

En el sector Maitenal, sólo el 6,6% de los agricultores de los estratos por sobre las 3 has informó tener regularizados sus derechos de agua superficiales y sólo un encuestado posee sus derechos subterráneos legalizados. Estos antecedentes se aprecian claramente en la próxima tabla.

Tabla 6.4-46 Regularización de Derechos de Agua Sector Maitenal

Estrato de Tamaño	Derechos Superficiales Legalizados						Derechos Subterráneos Legalizados					
	Si	%	No	%	Total	%	Si	%	No	%	Total	%
0 a 0,5 ha			12	100,0	12	100,0						
0,51 a 1 ha			13	100,0	13	100,0						
1,01 a 3,0 ha			18	100,0	18	100,0						
3,01 a 12,0 ha	1	5,6	17	94,4	18	100,0	1	100,0			1	100,0
12,01 a 50,0 ha	3	23,1	10	76,9	13	100,0						
Mayor de 50 ha	1	50,0	1	50,0	2	100,0						
Total Maitenal	5	6,6	71	93,4	76	100,0	1	100,0			1	100,0

En relación al sector La Vega, como se aprecia en la siguiente tabla, se constató que el 17,1% de los encuestados señaló que tiene sus derechos de agua superficiales regularizados, en tanto que de cuatro productores que poseen agua subterránea, sólo uno de ellos, equivalente al 25%, posee sus derechos regularizados.

Tabla 6.4-47 Regularización de Derechos de Agua Sector La Vega

Estrato de Tamaño	Derechos Superficiales Legalizados						Derechos Subterráneos Legalizados					
	Si	%	No	%	Total	%	Si	%	No	%	Total	%
0 a 0,5 ha	3	20,0	12	80,0	15	100,0						
0,51 a 1 ha	6	21,4	22	78,6	28	100,0			1	100,0	1	100,0
1,01 a 3,0 ha	1	3,6	27	96,4	28	100,0			1	100,0	1	100,0
3,01 a 12,0 ha	2	50,0	2	50,0	4	100,0			1	100,0	1	100,0
12,01 a 50,0 ha							1	100,0			1	100,0
Mayor de 50 ha	1	100,0			1	100,0						
Total La Vega	13	17,1	63	82,9	76	100,0	1	25,0	3	75,0	4	100,0

De esta manera, en el área de estudio el 38,1% de los agricultores encuestados, presentes en todos los estratos informó tener regularizados sus derechos de agua superficiales y el 55% de los entrevistados con derechos de agua subterráneos, señaló tenerlos legalizados, como se constata en la tabla siguiente.

Tabla 6.4-48 Regularización de Derechos de Agua Total Área

Estrato de Tamaño	Derechos Superficiales Legalizados						Derechos Subterráneos Legalizados					
	Si	%	No	%	Total	%	Si	%	No	%	Total	%
0 a 0,5 ha	27	47,4	30	52,6	57	100,0	3	50,0	3	50,0	6	100,0
0,51 a 1 ha	29	38,7	46	61,3	75	100,0	6	50,0	6	50,0	12	100,0
1,01 a 3,0 ha	11	15,3	61	84,7	72	100,0	5	50,0	5	50,0	10	100,0
3,01 a 12,0 ha	19	38,8	30	61,2	49	100,0	4	50,0	4	50,0	8	100,0
12,01 a 50,0 ha	13	54,2	11	45,8	24	100,0	3	100,0			3	100,0
Mayor de 50 ha	12	85,7	2	14,3	14	100,0	1	100,0			1	100,0
Total Área	111	38,1	180	61,9	291	100,0	22	55,0	18	45,0	40	100,0

Debido a que el proceso tanto de encuesta como de catastro depende directamente de la respuesta de los agricultores, sin las correspondientes comprobaciones legales, el número de derechos superficiales consuntivos es notoriamente superior al indicado en los antecedentes legales indicados en el acápite 3.6 del presente estudio. De esta forma, 111 agricultores declaran tener legalizados sus derechos versus 4 derechos determinados en el estudio legal.

En relación a los derechos subterráneos existe una mayor similitud, determinando según el catastro 22 derechos legalizados en relación a 16 del estudio legal más 9 en trámite.

Se les consultó sobre los turnos de riego, el uso de tranques y su propiedad. La totalidad de los encuestados informó que no hacen turnos para regar en los sectores Lara, Los Puquios, La Mortandad, Las Guardias y Maitenal, mientras que en Luis Cruz Martínez, Macal, Pichinal y La Vega, efectúan turnos de riego. Todos estos antecedentes se presentan en las tablas siguientes.

Tabla 6.4-49 Turnos de Riego Sector Lara

Estrato de Tamaño	Turnos de Riego Canal				Total		Frecuencia hr/día/sem
	Si	%	No	%	Nº	%	
0 a 0,5 ha							
0,51 a 1 ha							
1,01 a 3,0 ha			2	100,0	2	100,0	Sin turno
3,01 a 12,0 ha			1	100,0	1	100,0	Sin turno
12,01 a 50,0 ha			1	100,0	1	100,0	Sin turno
Mayor de 50 ha							
Total Lara			4	100,0	4	100,0	

Tabla 6.4-50 Turnos de Riego Sector Los Puquios

Estrato de Tamaño	Turnos de Riego Canal				Total		Frecuencia hr/día/sem
	Si	%	No	%	Nº	%	
0 a 0,5 ha							
0,51 a 1 ha							
1,01 a 3,0 ha			1	100,0	1	100,0	
3,01 a 12,0 ha							
12,01 a 50,0 ha							
Mayor de 50 ha			1	100,0	1	100,0	
Total Los Puquios			2	100,0	2	100,0	

Tabla 6.4-51 Turnos de Riego Sector La Mortandad

Estrato de Tamaño	Turnos de Riego Canal				Total		Frecuencia hr/día/sem
	Si	%	No	%	Nº	%	
0 a 0,5 ha			10	100,0	10	100,0	
0,51 a 1 ha			6	100,0	6	100,0	
1,01 a 3,0 ha			3	100,0	3	100,0	No llega
3,01 a 12,0 ha							
12,01 a 50,0 ha			1	100,0	1	100,0	
Mayor de 50 ha			8	100,0	8	100,0	
Total La Mortandad			28	100,0	28	100,0	

Tabla 6.4-52 Turnos de Riego Sector Las Guardias

Estrato de Tamaño	Turnos de Riego Canal				Total		Frecuencia hr/día/sem
	Si	%	No	%	Nº	%	
0 a 0,5 ha			2	100,0	2	100,0	
0,51 a 1 ha			5	100,0	5	100,0	
1,01 a 3,0 ha			4	100,0	4	100,0	
3,01 a 12,0 ha			3	100,0	3	100,0	
12,01 a 50,0 ha							
Mayor de 50 ha			1	100,0	1	100,0	
Total Las Guardias			15	100,0	15	100,0	

Tabla 6.4-53 Turnos de Riego Sector Luis Cruz Martínez

Estrato de Tamaño	Turnos de Riego Canal				Total		Frecuencia hr/día/sem
	Si	%	No	%	Nº	%	
0 a 0,5 ha	10	100,0			10	100,0	Solo con escecez 2 hrs
0,51 a 1 ha	15	100,0			15	100,0	Solo con escecez 3 hrs
1,01 a 3,0 ha	3	100,0			3	100,0	Solo con escecez 3 hrs
3,01 a 12,0 ha	6	100,0			6	100,0	Solo con escecez 4 hrs
12,01 a 50,0 ha	2	100,0			2	100,0	Solo con escecez
Mayor de 50 ha							
Total Luis Cruz Martinez	36	100,0			36	100,0	

Tabla 6.4-54 Turnos de Riego Sector Macal

Estrato de Tamaño	Turnos de Riego Canal				Total		Frecuencia hr/día/sem
	Si	%	No	%	Nº	%	
0 a 0,5 ha	8	100,0			8	100,0	Nunca
0,51 a 1 ha	8	100,0			8	100,0	Nunca
1,01 a 3,0 ha	13	100,0			13	100,0	Nunca
3,01 a 12,0 ha	11	100,0			11	100,0	Nunca
12,01 a 50,0 ha	1	100,0			1	100,0	Nunca
Mayor de 50 ha							
Total Macal	41	100,0			41	100,0	

Tabla 6.4-55 Turnos de Riego Sector Pichinal

Estrato de Tamaño	Turnos de Riego Canal				Total		Frecuencia hr/día/sem
	Si	%	No	%	Nº	%	
0 a 0,5 ha							Nunca
0,51 a 1 ha							Nunca
1,01 a 3,0 ha							Nunca
3,01 a 12,0 ha	5	100,0			5	100,0	Nunca
12,01 a 50,0 ha	6	100,0			6	100,0	Nunca
Mayor de 50 ha	1	100,0			1	100,0	Nunca
Total Pichinal	12	100,0			12	100,0	

Tabla 6.4-56 Turnos de Riego Sector Maitenal

Estrato de Tamaño	Turnos de Riego Canal				Total		Frecuencia hr/día/sem
	Si	%	No	%	Nº	%	
0 a 0,5 ha			12	100,0	12	100,0	
0,51 a 1 ha			13	100,0	13	100,0	
1,01 a 3,0 ha			18	100,0	18	100,0	
3,01 a 12,0 ha			18	100,0	18	100,0	
12,01 a 50,0 ha			13	100,0	13	100,0	3 a 4 veces por semana
Mayor de 50 ha			2	100,0	2	100,0	
Total Maitenal			76	100,0	76	100,0	3 a 4 veces por semana

Tabla 6.4-57 Turnos de Riego Sector La Vega

Estrato de Tamaño	Turnos de Riego Canal				Total		Frecuencia hr/día/sem
	Si	%	No	%	Nº	%	
0 a 0,5 ha	3	20,0	12	80,0	15	100,0	1 a 9 días
0,51 a 1 ha	10	35,7	18	64,3	28	100,0	0 a 12 días
1,01 a 3,0 ha	4	14,3	24	85,7	28	100,0	0 a 24 días
3,01 a 12,0 ha	2	50,0	2	50,0	4	100,0	0 a 24 días
12,01 a 50,0 ha							
Mayor de 50 ha			1	100,0	1	100,0	
Total La Vega	19	25,0	57	75,0	76	100,0	0 a 24 días

De esta manera, al totalizar la situación de turnos en el área de estudio, tal como se aprecia en la tabla siguiente, el 37,8% de los agricultores realiza turnos de riego, están distribuidos en todos los estratos de tamaño.

Tabla 6.4-58 Turnos de Riego Total Área

Estrato de Tamaño	Turnos de Riego Canal				Total		Frecuencia hr/día/sem
	Si	%	No	%	Nº	%	
0 a 0,5 ha	21	36,8	36	63,2	57	100,0	Generalmente sin turnos
0,51 a 1 ha	33	44,0	42	56,0	75	100,0	Generalmente sin turnos
1,01 a 3,0 ha	20	27,8	52	72,2	72	100,0	Generalmente sin turnos
3,01 a 12,0 ha	24	50,0	24	50,0	48	100,0	Generalmente sin turnos
12,01 a 50,0 ha	9	37,5	15	62,5	24	100,0	Generalmente sin turnos
Mayor de 50 ha	1	7,1	13	92,9	14	100,0	Generalmente sin turnos
Total Área	108	37,2	182	62,8	290	100,0	

En relación a los tranques de acumulación, en los sectores Lara y Los Puquios, los agentes encuestados no informaron la existencia de tranques. El sector La Mortandad, el 11,4% manifestó disponer de esta infraestructura, cuya capacidad varía entre 2 y 75 m³, con revestimiento de tierra, como se aprecia en la próxima tabla.

Tabla 6.4-59 Tranques de Acumulación Sector La Mortandad

Estrato de Tamaño	Tranques de Acumulación				Total		Capacidad m ³	Tipo Revestimiento
	Si	%	No	%	Nº	%		
0 a 0,5 ha			10	100,0	10	100,0	---	---
0,51 a 1 ha			4	100,0	4	100,0	---	---
1,01 a 3,0 ha			6	100,0	6	100,0	---	---
3,01 a 12,0 ha	1	33,3	2	66,7	3	100,0	2	Tierra
12,01 a 50,0 ha	1	33,3	2	66,7	3	100,0	75	
Mayor de 50 ha	2	22,2	7	77,8	9	100,0	2 a 75	Tierra
Total La Mortandad	4	11,4	31	88,6	35	100,0		

En el sector de Las Guardias un 8,9% informo que dispone de tranques de 1 a 40 m³ de capacidad. En el sector Luis Cruz Martínez, sólo el 4,2% de los consultados informó disponer de tranques, no indican capacidad, el revestimiento es geomembrana y plástico, (ver tabla siguiente).

Tabla 6.4-60 Tranques de Acumulación Sector Las Guardias

Estrato de Tamaño	Tranques de Acumulación				Total		Capacidad m ³	Tipo Revestimiento
	Si	%	No	%	Nº	%		
0 a 0,5 ha			10	100,0	10	100,0	---	---
0,51 a 1 ha			30	100,0	30	100,0	---	---
1,01 a 3,0 ha	4	33,3	8	66,7	12	100,0	1 a 40	Tierra
3,01 a 12,0 ha	1	25,0	3	75,0	4	100,0	5,6	---
12,01 a 50,0 ha								
Mayor de 50 ha		3,0				3,0	---	---
Total Las Guardias	5	8,9	51	91,1	56	100,0		

Tabla 6.4-61 Tranques de Acumulación Sector Luis Cruz Martínez

Estrato de Tamaño	Tranques de Acumulación				Total		Capacidad m ³	Tipo Revestimiento
	Si	%	No	%	Nº	%		
0 a 0,5 ha			20	100,0	20	100,0	---	---
0,51 a 1 ha	2	5,1	37	94,9	39	100,0	---	Geomembrana/Plástico
1,01 a 3,0 ha			7	100,0	7	100,0	---	---
3,01 a 12,0 ha			13	100,0	13	100,0	---	---
12,01 a 50,0 ha			3	100,0	3	100,0	---	---
Mayor de 50 ha								
Total Luis Cruz Martínez	2	2,4	80	97,6	82	100,0		

En el sector Macal el 11,1% manifestó disponer de tranques, cuya capacidad varía entre 0,4 y 72 m³. El revestimiento puede ser plástico, hormigón o tierra, como se aprecia en la próxima tabla.

Tabla 6.4-62 Tranques de Acumulación Sector Macal

Estrato de Tamaño	Tranques de Acumulación				Total		Capacidad m ³	Tipo Revestimiento
	Si	%	No	%	Nº	%		
0 a 0,5 ha	6	12,0	44	88,0	50	100,0	5 a 72	Plástico
0,51 a 1 ha	4	8,9	41	91,1	45	100,0	0,4 a 1	Hormigón/Plástico/Tierra
1,01 a 3,0 ha	3	11,1	24	88,9	27	100,0	72	Tierra
3,01 a 12,0 ha	4	18,2	18	81,8	22	100,0	50 a 72	Hormigón/Tierra
12,01 a 50,0 ha			4	100,0	4	100,0	---	---
Mayor de 50 ha			5	100,0	5	100,0	---	---
Total Macal	17	11,1	136	88,9	153	100,0		

En el sector Pichinal, el 7,1% de los consultados informó disponer de tranques, los que tienen una capacidad que va desde 1 a 160 m³, cuyo revestimiento puede ser rígido o tierra, aunque no todos informaron el tipo de revestimiento (ver tabla siguiente).

Tabla 6.4-63 Tranques de Acumulación Sector Pichinal

Estrato de Tamaño	Tranques de Acumulación				Total		Capacidad m ³	Tipo Revestimiento
	Si	%	No	%	Nº	%		
0 a 0,5 ha	1	2,1	47	97,9	48	100,0	1	---
0,51 a 1 ha	1	3,1	31	96,9	32	100,0	1	---
1,01 a 3,0 ha	2	7,7	24	92,3	26	100,0	80	Rígido
3,01 a 12,0 ha	1	5,9	16	94,1	17	100,0	38	---
12,01 a 50,0 ha	3	100,0			3	100,0	1,9	Tierra
Mayor de 50 ha	1	100,0			1	100,0	160	---
Total Pichinal	9	7,1	118	92,9	127	100,0		

En el sector Maitenal el 12,8% manifestó disponer de esta infraestructura, cuya capacidad varía entre 2 y 8,75 m³. El revestimiento puede ser de hormigón, plástico o geomembrana, como se aprecia en la próxima tabla.

Tabla 6.4-64 Tranques de Acumulación Sector Maitenal

Estrato de Tamaño	Tranques de Acumulación				Total		Capacidad m ³	Tipo Revestimiento
	Sí	%	No	%	Nº	%		
0 a 0,5 ha	1	8,3	11	91,7	12	100,0	3	Sin Geomembrana
0,51 a 1 ha			13	100,0	13	100,0		
1,01 a 3,0 ha	2	11,1	16	88,9	18	100,0	8,75	Hormigón
3,01 a 12,0 ha	4	20,0	16	80,0	20	100,0	2 a 8,7	Sin Geomembrana/Hormigón/Plástico
12,01 a 50,0 ha	2	15,4	11	84,6	13	100,0	2 a 8,75	Hormigón/Plástico
Mayor de 50 ha	1	50,0	1	50,0	2	100,0	25	Geomembrana
Total Maitenal	10	12,8	68	87,2	78	100,0		

En el sector La Vega el 7,2% de los consultados informó disponer de tranques, los que tienen una capacidad que va desde 0,3 a 8 m³, cuyo revestimiento es plástico, (ver tabla siguiente).

Tabla 6.4-65 Tranques de Acumulación Sector La Vega

Estrato de Tamaño	Tranques de Acumulación				Total		Capacidad m ³	Tipo Revestimiento
	Sí	%	No	%	Nº	%		
0 a 0,5 ha	1	6,7	14	93,3	15	100,0	1	Australiano
0,51 a 1 ha	2	6,7	28	93,3	30	100,0	2 a 8	Plástico
1,01 a 3,0 ha	2	6,7	28	93,3	30	100,0	0,3 a 7,5	Plástico
3,01 a 12,0 ha			6	100,0	6	100,0		
12,01 a 50,0 ha	1	100,0			1	100,0	1	Plástico
Mayor de 50 ha			1	100,0	1	100,0		
Total La Vega	6	7,2	77	92,8	83	100,0		

Así, en el Total Área, el 8,2% de los encuestados manifestó disponer de tranques, cuya capacidad varía entre 0,4 y 160 m³. El revestimiento puede ser de hormigón, plástico, geomembrana o tierra, como se aprecia en la próxima tabla.

Tabla 6.4-66 Tranques de Acumulación Total Área

Estrato de Tamaño	Tranques de Acumulación				Total		Capacidad m ³	Tipo Revestimiento
	Sí	%	No	%	Nº	%		
0 a 0,5 ha	9	5,4	159	94,6	168	100,0	1 a 72	Sin Geomembrana/Plástico/Australiano
0,51 a 1 ha	9	4,6	187	95,4	196	100,0	0,41 a 8	Geomembrana/Hormigón/Plástico/Tierra
1,01 a 3,0 ha	13	9,3	127	90,7	140	100,0	0,3 a 80	Hormigón/Rigido/Plástico/Tierra
3,01 a 12,0 ha	11	11,7	83	88,3	94	100,0	2 a 72	Sin Geomembrana/Hormigón/Plástico/Tierra
12,01 a 50,0 ha	7	22,6	24	77,4	31	100,0	1,9 a 75	Hormigón/Plástico/Tierra
Mayor de 50 ha	4	20,0	16	80,0	20	100,0	2 a 160	Geomembrana/Tierra
Total Área	53	8,2	596	91,8	649	100,0		

En el sector La Mortandad de los que informaron la posesión de tranques, el 73,3% señaló que son propios, los que se distribuyen entre los estratos de más de 3 has, en tanto que el 26,7% restante es de carácter comunitario, como se aprecia en la tabla siguiente.

Tabla 6.4-67 Tipo de Tranque Sector La Mortandad

Estrato de Tamaño	Propios o Comunitario				Total		Número Usuarios
	Propio	%	Comunitario	%	Nº	%	
0 a 0,5 ha							
0,51 a 1 ha							
1,01 a 3,0 ha							
3,01 a 12,0 ha	2	66,7	1	33,3	3	100,0	2
12,01 a 50,0 ha	2	66,7	1	33,3	3	100,0	2
Mayor de 50 ha	7	77,8	2	22,2	9	100,0	4
Total La Mortandad	11	73,3	4	26,7	15	100,0	

En la próxima tabla se constata que en el sector Las Guardias, los encuestados indicaron que sus tranques son propios en el 87,5% de los casos y en el 12,5% restante, son comunitarios.

Tabla 6.4-68 Tipo de Tranque Sector Las Guardias

Estrato de Tamaño	Propios o Comunitario				Total		Número Usuarios
	Propio	%	Comunitario	%	Nº	%	
0 a 0,5 ha							
0,51 a 1 ha							
1,01 a 3,0 ha	11	91,7	1	8,3	12	100,0	2
3,01 a 12,0 ha	3	75,0	1	25,0	4	100,0	2
12,01 a 50,0 ha							
Mayor de 50 ha							
Total Las Guardias	14	87,5	2	12,5	16	100,0	

En la tabla siguiente se aprecia que en el sector Luis Cruz Martínez, los encuestados indicaron que sus tranques son propios.

Tabla 6.4-69 Tipo de Tranque Sector Luis Cruz Martínez

Estrato de Tamaño	Propios o Comunitario				Total		Número Usuarios
	Propio	%	Comunitario	%	Nº	%	
0 a 0,5 ha							
0,51 a 1 ha	2	100,0			2	100,0	
1,01 a 3,0 ha							
3,01 a 12,0 ha							
12,01 a 50,0 ha							
Mayor de 50 ha							
Total Luis Cruz Martínez	2	100,0			2	100,0	

En el sector Macal de los que informaron la posesión de tranques, el 76,5% señaló que son propios, los que se distribuyen entre los estratos de 0 a 12 has, en tanto que el 23,5% restante es de carácter comunitario, como se aprecia en la tabla siguiente.

Tabla 6.4-70 Tipo de Tranque Sector Macal

Estrato de Tamaño	Propios o Comunitario				Total		Número Usuarios
	Propio	%	Comunitario	%	Nº	%	
0 a 0,5 ha	5	83,3	1	16,7	6	100,0	5
0,51 a 1 ha	4	100,0			4	100,0	
1,01 a 3,0 ha	2	66,7	1	33,3	3	100,0	6
3,01 a 12,0 ha	2	50,0	2	50,0	4	100,0	10
12,01 a 50,0 ha							
Mayor de 50 ha							
Total Macal	13	76,5	4	23,5	17	100,0	

Entretanto, en la tabla siguiente se observa que en el sector Pichinal, la totalidad de los encuestados indicaron que sus tranques son propios.

Tabla 6.4-71 Tipo de Tranque Sector Pichinal

Estrato de Tamaño	Propios o Comunitario				Total		Número Usuarios
	Propio	%	Comunitario	%	Nº	%	
0 a 0,5 ha	2	100,0			2	100,0	
0,51 a 1 ha	1	100,0			1	100,0	
1,01 a 3,0 ha	2	100,0			2	100,0	
3,01 a 12,0 ha	1	100,0			1	100,0	
12,01 a 50,0 ha	1	100,0			1	100,0	
Mayor de 50 ha	1	100,0			1	100,0	
Total Pichinal	8	100,0			8	100,0	

En el sector Maitenal de los que informaron la posesión de tranques, el 40% señaló que son propios, los que se distribuyen entre los estratos de más de 3 has, en tanto que el 60% restante es de carácter comunitario, como se aprecia en la siguiente tabla.

Tabla 6.4-72 Tipo de Tranque Sector Maitenal

Estrato de Tamaño	Propios o Comunitario				Total		Número Usuarios
	Propio	%	Comunitario	%	Nº	%	
0 a 0,5 ha			1	100,0	1	100,0	2
0,51 a 1 ha							
1,01 a 3,0 ha			2	100,0	2	100,0	64
3,01 a 12,0 ha	2	50,0	2	50,0	4	100,0	34
12,01 a 50,0 ha	1	50,0	1	50,0	2	100,0	32
Mayor de 50 ha	1	100,0			1	100,0	1
Total Maitenal	4	40,0	6	60,0	10	100,0	

Finalmente, en la próxima tabla se aprecia que en el sector La Vega, los encuestados indicaron que sus tranques son propios.

Tabla 6.4-73 Tipo de Tranque Sector La Vega

Estrato de Tamaño	Propios o Comunitario				Total		Número Usuarios
	Propio	%	Comunitario	%	Nº	%	
0 a 0,5 ha	1	100,0			1	100,0	1
0,51 a 1 ha	2	100,0			2	100,0	2
1,01 a 3,0 ha	2	100,0			2	100,0	2
3,01 a 12,0 ha							
12,01 a 50,0 ha	1	100,0			1	100,0	1
Mayor de 50 ha							
Total La Vega	6	100,0			6	100,0	

De esta manera, en la totalidad del área de estudio de los que informaron la posesión de tranques, el 78,4% señaló que son propios, los que se distribuyen en todos los estratos de tamaño, en tanto que el 21,6% restante es de carácter comunitario, como se aprecia en la próxima tabla.

Tabla 6.4-74 Tipo de Tranque Total Área

Estrato de Tamaño	Propios o Comunitario				Total		Número Usuarios
	Propio	%	Comunitario	%	Nº	%	
0 a 0,5 ha	8	80,0	2	20,0	10	100,0	8
0,51 a 1 ha	9	100,0			9	100,0	2
1,01 a 3,0 ha	17	81,0	4	19,0	21	100,0	74
3,01 a 12,0 ha	10	62,5	6	37,5	16	100,0	48
12,01 a 50,0 ha	5	71,4	2	28,6	7	100,0	35
Mayor de 50 ha	9	81,8	2	18,2	11	100,0	5
Total Área	58	78,4	16	21,6	74	100,0	

Considerando la información de existencia de tranques, tipo de tranques y los turnos, se debe señalar que la encuesta entrega la respuesta de presencia de tranques según el número de agricultores encuestados que los usan. De esta forma, si un mismo tranque abastece a más de un agricultor, en los resultados de la encuesta aparece un número de tranques igual al número de agricultores que lo utilizan.

En general según el capítulo de Diagnóstico del Estado Actual de la Infraestructura de Riego, son pocos los tranques existentes en el área de estudio, son de tipo privado, pero compartido con aquellos pequeños agricultores de subsistencia. Según lo anterior, los turnos de riego dependen directamente de los dueños de los tranques y la disponibilidad de recursos para satisfacer primero las necesidades de sus propios cultivos.

Ante la pregunta ¿Es suficiente la infraestructura de riego? en el sector Lara la totalidad de los encuestados señaló que la infraestructura es suficiente, tal como se aprecia en la tabla siguiente.

Tabla 6.4-75 Infraestructura de Riego Sector Lara

Estrato de Tamaño	Infraestructura				Total		Porque
	Suficiente	%	Insuficiente	%	Nº	%	
0 a 0,5 ha							
0,51 a 1 ha							
1,01 a 3,0 ha	2	100,0			2	100,0	---
3,01 a 12,0 ha							
12,01 a 50,0 ha							
Mayor de 50 ha	1	100,0			1	100,0	---
Total Lara	3	100,0			3	100,0	

En el sector Los Puquios, el 57,1% de los encuestados informó que la infraestructura es suficiente y el 42,9% restante indica que es insuficiente (ver próxima tabla).

Tabla 6.4-76 Infraestructura de Riego Sector Los Puquios

Estrato de Tamaño	Infraestructura				Total		Porque
	Suficiente	%	Insuficiente	%	Nº	%	
0 a 0,5 ha	2	100,0			2	100,0	---
0,51 a 1 ha	2	100,0			2	100,0	---
1,01 a 3,0 ha	2	40,0	3	60,0	5	100,0	Hay pero no suficiente
3,01 a 12,0 ha			3	100,0	3	100,0	Hay pero no suficiente
12,01 a 50,0 ha	1	100,0			1	100,0	---
Mayor de 50 ha	1	100,0			1	100,0	---
Total Los Puquios	8	57,1	6	42,9	14	100,0	

A diferencia que lo informado en Lara, en el sector La Mortandad, la totalidad de los entrevistados señaló que la infraestructura es insuficiente, como se aprecia en la tabla siguiente.

Tabla 6.4-77 Infraestructura de Riego Sector La Mortandad

Estrato de Tamaño	Infraestructura				Total		Porque
	Suficiente	%	Insuficiente	%	Nº	%	
0 a 0,5 ha			3	100,0	3	100,0	No alcanza
0,51 a 1 ha			1	100,0	1	100,0	No alcanza
1,01 a 3,0 ha			2	100,0	2	100,0	No alcanza
3,01 a 12,0 ha			1	100,0	1	100,0	Hay pero no suficiente
12,01 a 50,0 ha			1	100,0	1	100,0	Hay pero no suficiente
Mayor de 50 ha			3	100,0	3	100,0	Hay pero no suficiente
Total La Mortandad			11	100,0	11	100,0	

En el sector Las Guardias, el 18,2% de los consultados informó que la infraestructura es suficiente y el 81,8% restante indica que es insuficiente (ver próxima tabla).

Tabla 6.4-78 Infraestructura de Riego Sector Las Guardias

Estrato de Tamaño	Infraestructura				Total		Porque
	Suficiente	%	Insuficiente	%	Nº	%	
0 a 0,5 ha	1	50,0	1	50,0	2	100,0	No es suficiente
0,51 a 1 ha			8	100,0	8	100,0	Hay pero no suficiente
1,01 a 3,0 ha	1	14,3	6	85,7	7	100,0	Hay pero no suficiente
3,01 a 12,0 ha	1	33,3	2	66,7	3	100,0	Hay pero no suficiente
12,01 a 50,0 ha							
Mayor de 50 ha	1	50,0	1	50,0	2	100,0	Hay pero no suficiente
Total Las Guardias	4	18,2	18	81,8	22	100,0	

En el sector Luis Cruz Martínez, como se observa en la tabla siguiente, 43,8% de los encuestados informó que la infraestructura es suficiente y el 56,3% restante indica que es insuficiente.

Tabla 6.4-79 Infraestructura de Riego Sector Luis Cruz Martínez

Estrato de Tamaño	Infraestructura				Total		Porque
	Suficiente	%	Insuficiente	%	Nº	%	
0 a 0,5 ha	2	40,0	3	60,0	5	100,0	Hay pero no suficiente
0,51 a 1 ha	7	38,9	11	61,1	18	100,0	Hay pero no suficiente
1,01 a 3,0 ha	1	50,0	1	50,0	2	100,0	Hay pero no suficiente
3,01 a 12,0 ha	2	50,0	2	50,0	4	100,0	Hay pero no suficiente
12,01 a 50,0 ha	2	66,7	1	33,3	3	100,0	Hay pero no suficiente
Mayor de 50 ha							
Total Luis Cruz Martinez	14	43,8	18	56,3	32	100,1	

Entretanto, en los sectores Macal y Pichinal, el 17,3% y 7% de los encuestados informó que la infraestructura es suficiente, respectivamente, como se aprecia en las tablas siguientes. En consecuencia, el 82,7% y el 93% restante, en cada caso, la infraestructura es insuficiente.

Tabla 6.4-80 Infraestructura de Riego Sector Macal

Estrato de Tamaño	Infraestructura				Total		Porque
	Suficiente	%	Insuficiente	%	Nº	%	
0 a 0,5 ha	1	8,3	11	91,7	12	100,0	Falta agua
0,51 a 1 ha	2	13,3	13	86,7	15	100,0	Falta agua
1,01 a 3,0 ha	4	33,3	8	66,7	12	100,0	Falta agua
3,01 a 12,0 ha	1	9,1	10	90,9	11	100,0	Hay pero no suficiente
12,01 a 50,0 ha	1	50,0	1	50,0	2	100,0	Falta agua
Mayor de 50 ha							
Total Macal	9	17,3	43	82,7	52	100,0	

Tabla 6.4-81 Infraestructura de Riego Sector Pichinal

Estrato de Tamaño	Infraestructura				Total		Porque
	Suficiente	%	Insuficiente	%	Nº	%	
0 a 0,5 ha			4	100,0	4	100,0	Falta agua
0,51 a 1 ha			10	100,0	10	100,0	Falta agua
1,01 a 3,0 ha	1	7,7	12	92,3	13	100,0	Falta agua
3,01 a 12,0 ha	1	11,1	8	88,9	9	100,0	Falta agua
12,01 a 50,0 ha	1	14,3	6	85,7	7	100,0	Falta agua
Mayor de 50 ha							
Total Pichinal	3	7,0	40	93,0	43	100,0	

En el sector Maitenal el 92,3% de los encuestados, señaló que la infraestructura es insuficiente, ya que se riega poca superficie y existe falta de agua, sólo el 7,7% indicó que es suficiente, corresponde a dos productores de los estratos de tamaño extremos, como se aprecia en la siguiente tabla.

Tabla 6.4-82 Infraestructura de Riego Sector Maitenal

Estrato de Tamaño	Infraestructura				Total		Porque
	Suficiente	%	Insuficiente	%	Nº	%	
0 a 0,5 ha	1	33,3	2	66,7	3	100,0	Hay pero no suficiente
0,51 a 1 ha			4	100,0	4	100,0	Riego poca superficie
1,01 a 3,0 ha			6	100,0	6	100,0	Riego poca superficie
3,01 a 12,0 ha			8	100,0	8	100,0	Falta agua
12,01 a 50,0 ha			3	100,0	3	100,0	Falta agua
Mayor de 50 ha	1	50,0	1	50,0	2	100,0	Riego poca superficie
Total Maitenal	2	7,7	24	92,3	26	100,0	

En el sector La Vega, el 42,4% de los encuestados informó que la infraestructura es suficiente y el 57,6% restante indica que es insuficiente, ya que no les llega agua (ver próxima tabla).

Tabla 6.4-83 Infraestructura de Riego Sector La Vega

Estrato de Tamaño	Infraestructura				Total		Porque
	Suficiente	%	Insuficiente	%	Nº	%	
0 a 0,5 ha	2	33,3	4	66,7	6	100,0	No llega el agua
0,51 a 1 ha	7	58,3	5	41,7	12	100,0	No abastece
1,01 a 3,0 ha	4	28,6	10	71,4	14	100,0	No llega el agua
3,01 a 12,0 ha	1	100,0			1	100,0	
12,01 a 50,0 ha							
Mayor de 50 ha							
Total La Vega	14	42,4	19	57,6	33	100,0	

De tal forma, en el área total, como se observa en la tabla siguiente, el 24,2% de los encuestados informó que la infraestructura de riego es suficiente y el 75,8% restante indica que es insuficiente.

Tabla 6.4-84 Infraestructura de Riego Total Área

Estrato de Tamaño	Infraestructura				Total		Porque
	Suficiente	%	Insuficiente	%	Nº	%	
0 a 0,5 ha	9	24,3	28	75,7	37	100,0	Hay pero no suficiente
0,51 a 1 ha	18	25,7	52	74,3	70	100,0	Hay pero no suficiente
1,01 a 3,0 ha	15	23,8	48	76,2	63	100,0	Hay pero no suficiente
3,01 a 12,0 ha	6	15,0	34	85,0	40	100,0	Hay pero no suficiente
12,01 a 50,0 ha	5	29,4	12	70,6	17	100,0	Hay pero no suficiente
Mayor de 50 ha	4	44,4	5	55,6	9	100,0	Hay pero no suficiente
Total Área	57	24,2	179	75,8	236	100,0	

Dentro de la infraestructura de riego existente en el área de estudio, se encuentran canales de riego, bocatomas, tranques, pozos y algunas singularidades.

En relación al estado de la infraestructura, cabe señalar que en el sector Lara, la totalidad de los agricultores indicaron que la infraestructura se encuentra en buen estado, como se aprecia en la tabla siguiente.

Tabla 6.4-85 Estado Infraestructura de Riego Sector Lara

Estrato de Tamaño	Estado Infraestructura				Total	
	Bueno	%	Malo	%	Nº	%
0 a 0,5 ha						
0,51 a 1 ha						
1,01 a 3,0 ha	2	100,0			2	100,0
3,01 a 12,0 ha						
12,01 a 50,0 ha						
Mayor de 50 ha						
Total Lara	2	100,0			2	100,0

En los sectores Los Puquios, La Mortandad, Las Guardias y Macal, el 71,4%; 50%; 27,3% y 81% de los encuestados, respectivamente, informó que la infraestructura se encuentra en buen estado, tal como se aprecia en las tablas siguientes. La fracción restante corresponde a infraestructura está en mal estado.

Tabla 6.4-86 Estado Infraestructura de Riego Sector Los Puquios

Estrato de Tamaño	Estado Infraestructura				Total	
	Bueno	%	Malo	%	Nº	%
0 a 0,5 ha	1	100,0			1	100,0
0,51 a 1 ha	1	100,0			1	100,0
1,01 a 3,0 ha	2	100,0			2	100,0
3,01 a 12,0 ha			2	100,0	2	100,0
12,01 a 50,0 ha						
Mayor de 50 ha	1	100,0			1	100,0
Total Los Puquios	5	71,4	2	28,6	7	100,0

Tabla 6.4-87 Estado Infraestructura de Riego Sector La Mortandad

Estrato de Tamaño	Estado Infraestructura				Total	
	Bueno	%	Malo	%	Nº	%
0 a 0,5 ha			1	100,0	1	100,0
0,51 a 1 ha						
1,01 a 3,0 ha						
3,01 a 12,0 ha	1	100,0			1	100,0
12,01 a 50,0 ha	1	100,0			1	100,0
Mayor de 50 ha	1	33,3	2	66,7	3	100,0
Total La Mortandad	3	50,0	3	50,0	6	100,0

Tabla 6.4-88 Estado Infraestructura de Riego Sector Las Guardias

Estrato de Tamaño	Estado Infraestructura				Total	
	Bueno	%	Malo	%	Nº	%
0 a 0,5 ha			1	100,0	1	100,0
0,51 a 1 ha			4	100,0	4	100,0
1,01 a 3,0 ha	2	66,7	1	33,3	3	100,0
3,01 a 12,0 ha			1	100,0	1	100,0
12,01 a 50,0 ha						
Mayor de 50 ha	1	50,0	1	50,0	2	100,0
Total Las Guardias	3	27,3	8	72,7	11	100,0

Tabla 6.4-89 Estado Infraestructura de Riego Sector Macal

Estrato de Tamaño	Estado Infraestructura				Total	
	Bueno	%	Malo	%	Nº	%
0 a 0,5 ha	4	80,0	1	20,0	5	100,0
0,51 a 1 ha	2	66,7	1	33,3	3	100,0
1,01 a 3,0 ha	7	100,0			7	100,0
3,01 a 12,0 ha	3	60,0	2	40,0	5	100,0
12,01 a 50,0 ha	1	100,0			1	100,0
Mayor de 50 ha						
Total Macal	17	81,0	4	19,0	21	100,0

Al igual que en el sector Lara, en Luis Cruz Martínez y Pichinal, todos los agricultores entrevistados señalaron que la infraestructura se encuentra en buen estado, como se aprecia en las próximas tablas.

Tabla 6.4-90 Estado Infraestructura de Riego Sector Luis Cruz Martínez

Estrato de Tamaño	Estado Infraestructura				Total	
	Bueno	%	Malo	%	Nº	%
0 a 0,5 ha	2	100,0			2	100,0
0,51 a 1 ha	7	100,0			7	100,0
1,01 a 3,0 ha	1	100,0			1	100,0
3,01 a 12,0 ha	1	100,0			1	100,0
12,01 a 50,0 ha	2	100,0			2	100,0
Mayor de 50 ha						
Total Luis Cruz Martínez	13	100,0			13	100,0

Tabla 6.4-91 Estado Infraestructura de Riego Sector Pichinal

Estrato de Tamaño	Estado Infraestructura				Total	
	Bueno	%	Malo	%	Nº	%
0 a 0,5 ha						
0,51 a 1 ha	1	100,0			1	100,0
1,01 a 3,0 ha	2	100,0			2	100,0
3,01 a 12,0 ha	2	100,0			2	100,0
12,01 a 50,0 ha	3	100,0			3	100,0
Mayor de 50 ha						
Total Pichinal	8	100,0			8	100,0

En el sector Maitenal el 23,1% de los encuestados informó que la infraestructura se encuentra en buen estado, en tanto que en el sector La Vega el 48,5% indicó buen estado, tal como se aprecia en las siguientes tablas. Así se constata que en ambos sectores más del 50% de la infraestructura está en mal estado.

Tabla 6.4-92 Estado Infraestructura de Riego Sector Maitenal

Estrato de Tamaño	Estado Infraestructura				Total	
	Bueno	%	Malo	%	Nº	%
0 a 0,5 ha	1	33,3	2	66,7	3	100,0
0,51 a 1 ha			4	100,0	4	100,0
1,01 a 3,0 ha	1	16,7	5	83,3	6	100,0
3,01 a 12,0 ha			8	100,0	8	100,0
12,01 a 50,0 ha	2	66,7	1	33,3	3	100,0
Mayor de 50 ha	2	100,0			2	100,0
Total Maitenal	6	23,1	20	76,9	26	100,0

Tabla 6.4-93 Estado Infraestructura de Riego Sector La Vega

Estrato de Tamaño	Estado Infraestructura				Total	
	Bueno	%	Malo	%	Nº	%
0 a 0,5 ha	2	33,3	4	66,7	6	100,0
0,51 a 1 ha	9	75,0	3	25,0	12	100,0
1,01 a 3,0 ha	4	28,6	10	71,4	14	100,0
3,01 a 12,0 ha	1	100,0			1	100,0
12,01 a 50,0 ha						
Mayor de 50 ha						
Total La Vega	16	48,5	17	51,5	33	100,0

Los resultados expuestos anteriormente, se resumen en la tabla siguiente, donde se presenta la información para el total área, destacando que el 70,7% de los agricultores encuestados informó que la infraestructura de riego existente está en buen estado.

Tabla 6.4-94 Estado Infraestructura de Riego Total Área

Estrato de Tamaño	Estado Infraestructura				Total	
	Bueno	%	Malo	%	Nº	%
0 a 0,5 ha	10	66,7	5	33,3	15	100,0
0,51 a 1 ha	20	69,0	9	31,0	29	100,0
1,01 a 3,0 ha	18	90,0	2	10,0	20	100,0
3,01 a 12,0 ha	8	47,1	9	52,9	17	100,0
12,01 a 50,0 ha	9	90,0	1	10,0	10	100,0
Mayor de 50 ha	5	62,5	3	37,5	8	100,0
Total Área	70	70,7	29	29,3	99	100,0

En relación a la disponibilidad del agua, en los sectores Lara, Los Puquios y Luis Cruz Martínez, en forma unánime, indicaron que es un año seco, como se observa en las tablas siguientes.

Tabla 6.4-95 Disponibilidad de Agua Sector Lara

Estrato de Tamaño	Abundante		Normal		Seco		Total	
	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%
0 a 0,5 ha								
0,51 a 1 ha								
1,01 a 3,0 ha					2	100,0	2	100,0
3,01 a 12,0 ha					1	100,0	1	100,0
12,01 a 50,0 ha					1	100,0	1	100,0
Mayor de 50 ha					1	100,0	1	100,0
Total Lara					5	100,0	5	100,0

Tabla 6.4-96 Disponibilidad de Agua Sector Los Puquios

Estrato de Tamaño	Abundante		Normal		Seco		Total	
	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%
0 a 0,5 ha					3	100,0	3	100,0
0,51 a 1 ha					3	100,0	3	100,0
1,01 a 3,0 ha					12	100,0	12	100,0
3,01 a 12,0 ha					8	100,0	8	100,0
12,01 a 50,0 ha					3	100,0	3	100,0
Mayor de 50 ha					1	100,0	1	100,0
Total Los Puquios					30	100,0	30	100,0

Tabla 6.4-97 Disponibilidad de Agua Sector Luis Cruz Martínez

Estrato de Tamaño	Abundante		Normal		Seco		Total	
	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%
0 a 0,5 ha					21	100,0	21	100,0
0,51 a 1 ha					39	100,0	39	100,0
1,01 a 3,0 ha					7	100,0	7	100,0
3,01 a 12,0 ha					13	100,0	13	100,0
12,01 a 50,0 ha					3	100,0	3	100,0
Mayor de 50 ha								
Total Luis Cruz Martínez					83	100,0	83	100,0

En los sectores La Mortandad, Las Guardias, Macal y Pichinal, si bien más del 96% informó que se trata de un año seco, algunos agricultores señalaron que es normal, alcanzando el 2,9%; 1,6%; 2% y 3,7%, en cada caso, tal como se aprecia en las próximas tablas.

Tabla 6.4-98 Disponibilidad de Agua Sector La Mortandad

Estrato de Tamaño	Abundante		Normal		Seco		Total	
	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%
0 a 0,5 ha					10	100,0	10	100,0
0,51 a 1 ha					4	100,0	4	100,0
1,01 a 3,0 ha					5	100,0	5	100,0
3,01 a 12,0 ha					3	100,0	3	100,0
12,01 a 50,0 ha					3	100,0	3	100,0
Mayor de 50 ha			1	11,1	8	88,9	9	100,0
Total La Mortandad			1	2,9	33	97,1	34	100,0

Tabla 6.4-99 Disponibilidad de Agua Sector Las Guardias

Estrato de Tamaño	Abundante		Normal		Seco		Total	
	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%
0 a 0,5 ha					10	100,0	10	100,0
0,51 a 1 ha			1	3,3	29	96,7	30	100,0
1,01 a 3,0 ha					14	100,0	14	100,0
3,01 a 12,0 ha					4	100,0	4	100,0
12,01 a 50,0 ha								
Mayor de 50 ha					3	100,0	3	100,0
Total Las Guardias			1	1,6	60	98,4	61	100,0

Tabla 6.4-100 Disponibilidad de Agua Sector Macal

Estrato de Tamaño	Abundante		Normal		Seco		Total	
	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%
0 a 0,5 ha					50	100,0	50	100,0
0,51 a 1 ha			3	6,7	42	93,3	45	100,0
1,01 a 3,0 ha					27	100,0	27	100,0
3,01 a 12,0 ha					22	100,0	22	100,0
12,01 a 50,0 ha					4	100,0	4	100,0
Mayor de 50 ha					5	100,0	5	100,0
Total Macal			3	2,0	150	98,0	153	100,0

Tabla 6.4-101 Disponibilidad de Agua Sector Pichinal

Estrato de Tamaño	Abundante		Normal		Seco		Total	
	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%
0 a 0,5 ha					48	100,0	48	100,0
0,51 a 1 ha			3	9,4	29	90,6	32	100,0
1,01 a 3,0 ha			2	7,7	24	92,3	26	100,0
3,01 a 12,0 ha					17	100,0	17	100,0
12,01 a 50,0 ha					12	100,0	12	100,0
Mayor de 50 ha					1	100,0	1	100,0
Total Pichinal			5	3,7	131	96,3	136	100,0

En el sector Maitenal el 92,3% de los agricultores catastrados respondió que están en situación de sequía y sólo el 7,7% indica que es un año normal, como se constata en la próxima tabla.

Tabla 6.4-102 Disponibilidad de Agua Sector Maitenal

Estrato de Tamaño	Abundante		Normal		Seco		Total	
	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%
0 a 0,5 ha					12	100,0	12	100,0
0,51 a 1 ha			1	7,7	12	92,3	13	100,0
1,01 a 3,0 ha			4	22,2	14	77,8	18	100,0
3,01 a 12,0 ha					20	100,0	20	100,0
12,01 a 50,0 ha					13	100,0	13	100,0
Mayor de 50 ha			1	50,0	1	50,0	2	100,0
Total Maitenal			6	7,7	72	92,3	78	100,0

En el sector La Vega el 97,6% de los agricultores catastrados indicó que están en situación de sequía y sólo el 2,4% informó que es un año normal, como se aprecia en la siguiente tabla.

Tabla 6.4-103 Disponibilidad de Agua Sector La Vega

Estrato de Tamaño	Abundante		Normal		Seco		Total	
	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%
0 a 0,5 ha			1	6,7	14	93,3	15	100,0
0,51 a 1 ha					30	100,0	30	100,0
1,01 a 3,0 ha			1	3,3	29	96,7	30	100,0
3,01 a 12,0 ha					6	100,0	6	100,0
12,01 a 50,0 ha					2	100,0	2	100,0
Mayor de 50 ha					1	100,0	1	100,0
Total La Vega			2	2,4	82	97,6	84	100,0

De esta manera, en el área total sólo el 2,7% de los agricultores censados señaló que se trata de un año normal y el 97,3% de un año seco, como se destaca en la tabla siguiente. Con estos resultados se comprueba el estado crítico de disponibilidad de agua en el área de estudio.

Tabla 6.4-104 Disponibilidad de Agua Total Área

Estrato de Tamaño	Abundante		Normal		Seco		Total	
	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%
0 a 0,5 ha			1	0,6	168	99,4	169	100,0
0,51 a 1 ha			8	4,1	188	95,9	196	100,0
1,01 a 3,0 ha			7	5,0	134	95,0	141	100,0
3,01 a 12,0 ha					94	100,0	94	100,0
12,01 a 50,0 ha					41	100,0	41	100,0
Mayor de 50 ha			2	8,7	21	91,3	23	100,0
Total Área			18	2,7	646	97,3	664	100,0

Complementando el tema anterior, en el catastro se les consultó sobre la satisfacción de los requerimientos de agua en situación actual. Así, en los sectores Lara, Los Puquios, La Mortandad, Las Guardias, Luis Cruz Martínez y La Vega, como se observa en las tablas siguientes, la totalidad de los agricultores censados señaló que el actual suministro de agua no satisface sus requerimientos.

Tabla 6.4-105 Satisfacción Requerimientos de Agua Sector Lara

Estrato de Tamaño	Actual Suministro Satisface Requerimientos				Total	
	Si	%	No	%	Nº	%
0 a 0,5 ha						
0,51 a 1 ha						
1,01 a 3,0 ha			2	100,0	2	100,0
3,01 a 12,0 ha			1	100,0	1	100,0
12,01 a 50,0 ha			1	100,0	1	100,0
Mayor de 50 ha			1	100,0	1	100,0
Total Lara			5	100,0	5	100,0

Tabla 6.4-106 Satisfacción Requerimientos de Agua Sector Los Puquios

Estrato de Tamaño	Actual Suministro Satisface Requerimientos				Total	
	Si	%	No	%	Nº	%
0 a 0,5 ha			3	100,0	3	100,0
0,51 a 1 ha			3	100,0	3	100,0
1,01 a 3,0 ha			12	100,0	12	100,0
3,01 a 12,0 ha			8	100,0	8	100,0
12,01 a 50,0 ha			3	100,0	3	100,0
Mayor de 50 ha			1	100,0	1	100,0
Total Los Puquios			30	100,0	30	100,0

Tabla 6.4-107 Satisfacción Requerimientos de Agua Sector La Mortandad

Estrato de Tamaño	Actual Suministro Satisface Requerimientos				Total	
	Si	%	No	%	Nº	%
0 a 0,5 ha			10	100,0	10	100,0
0,51 a 1 ha			4	100,0	4	100,0
1,01 a 3,0 ha			5	100,0	5	100,0
3,01 a 12,0 ha			3	100,0	3	100,0
12,01 a 50,0 ha			3	100,0	3	100,0
Mayor de 50 ha			9	100,0	9	100,0
Total La Mortandad			34	100,0	34	100,0

Tabla 6.4-108 Satisfacción Requerimientos de Agua Sector Las Guardias

Estrato de Tamaño	Actual Suministro Satisface Requerimientos				Total	
	Si	%	No	%	Nº	%
0 a 0,5 ha			10	100,0	10	100,0
0,51 a 1 ha			30	100,0	30	100,0
1,01 a 3,0 ha			14	100,0	14	100,0
3,01 a 12,0 ha			4	100,0	4	100,0
12,01 a 50,0 ha						
Mayor de 50 ha			3	100,0	3	100,0
Total Las Guardias			61	100,0	61	100,0

Tabla 6.4-109 Satisfacción Requerimientos de Agua Sector Luis Cruz Martínez

Estrato de Tamaño	Actual Suministro Satisface Requerimientos				Total	
	Si	%	No	%	Nº	%
0 a 0,5 ha			21	100,0	21	100,0
0,51 a 1 ha			39	100,0	39	100,0
1,01 a 3,0 ha			7	100,0	7	100,0
3,01 a 12,0 ha			13	100,0	13	100,0
12,01 a 50,0 ha			3	100,0	3	100,0
Mayor de 50 ha						
Total Luis Cruz Martinez			83	100,0	83	100,0

Tabla 6.4-110 Satisfacción Requerimientos de Agua Sector La Vega

Estrato de Tamaño	Actual Suministro Satisface Requerimientos				Total	
	Si	%	No	%	Nº	%
0 a 0,5 ha			15	100,0	15	100,0
0,51 a 1 ha			30	100,0	30	100,0
1,01 a 3,0 ha			30	100,0	30	100,0
3,01 a 12,0 ha			6	100,0	6	100,0
12,01 a 50,0 ha			2	100,0	2	100,0
Mayor de 50 ha			1	100,0	1	100,0
Total La Vega			84	100,0	84	100,0

Entretanto, en los sectores Macal, Pichinal y Maitenal, una pequeña fracción, del orden del 2,9%; 7,7% y 7,7%, indicó que con el actual suministro de agua satisface sus requerimientos, como se aprecia en las próximas tablas.

Tabla 6.4-111 Satisfacción Requerimientos de Agua Sector Macal

Estrato de Tamaño	Actual Suministro Satisface Requerimientos				Total	
	Si	%	No	%	Nº	%
0 a 0,5 ha			50	100,0	50	100,0
0,51 a 1 ha	4	8,9	41	91,1	45	100,0
1,01 a 3,0 ha	1	3,7	26	96,3	27	100,0
3,01 a 12,0 ha	2	9,1	20	90,9	22	100,0
12,01 a 50,0 ha			4	100,0	4	100,0
Mayor de 50 ha			5	100,0	5	100,0
Total Macal	7	4,6	146	95,4	153	100,0

Tabla 6.4-112 Satisfacción Requerimientos de Agua Sector Pichinal

Estrato de Tamaño	Actual Suministro Satisface Requerimientos				Total	
	Si	%	No	%	Nº	%
0 a 0,5 ha	1	2,1	47	97,9	48	100,0
0,51 a 1 ha			32	100,0	32	100,0
1,01 a 3,0 ha	2	7,7	24	92,3	26	100,0
3,01 a 12,0 ha	1	5,9	16	94,1	17	100,0
12,01 a 50,0 ha			12	100,0	12	100,0
Mayor de 50 ha			1	100,0	1	100,0
Total Pichinal	4	2,9	132	97,1	136	100,0

Tabla 6.4-113 Satisfacción Requerimientos de Agua Sector Maitenal

Estrato de Tamaño	Actual Suministro Satisface Requerimientos				Total	
	Si	%	No	%	Nº	%
0 a 0,5 ha	1	8,3	11	91,7	12	100,0
0,51 a 1 ha	2	15,4	11	84,6	13	100,0
1,01 a 3,0 ha			18	100,0	18	100,0
3,01 a 12,0 ha	1	5,0	19	95,0	20	100,0
12,01 a 50,0 ha	1	7,7	12	92,3	13	100,0
Mayor de 50 ha	1	50,0	1	50,0	2	100,0
Total Maitenal	6	7,7	72	92,3	78	100,0

Lo anterior significó que en el área total de estudio sólo el 2,6% de los censados estima que sus requerimientos de agua son satisfechos con el suministro actual, en tanto que el 97,4% indica que no es suficiente, tal como se comprueba en la tabla siguiente.

Al contrastar los resultados entre la disponibilidad de agua y la satisfacción de requerimientos de agua de riego, existe plena concordancia entre ambos resultados. De esta forma, en la totalidad de los sectores predomina la existencia de años secos, lo que se traduce

en escasez de recursos hídricos y, por lo tanto, la imposibilidad de satisfacer a plenitud las necesidades de agua de los rubros productivos.

Tabla 6.4-114 Satisfacción Requerimientos de Agua Sector Total Área

Estrato de Tamaño	Actual Suministro Satisface Requerimientos				Total	
	Si	%	No	%	Nº	%
0 a 0,5 ha	2	1,2	167	98,8	169	100,0
0,51 a 1 ha	6	3,1	190	96,9	196	100,0
1,01 a 3,0 ha	3	2,1	138	97,9	141	100,0
3,01 a 12,0 ha	4	4,3	90	95,7	94	100,0
12,01 a 50,0 ha	1	2,4	40	97,6	41	100,0
Mayor de 50 ha	1	4,3	22	95,7	23	100,0
Total Área	17	2,6	647	97,4	664	100,0

En el proceso de catastro, se les consultó si con la disponibilidad de agua actual podían ampliar la superficie de riego, a lo que respondieron en forma unánime, en todos los sectores, que no pueden regar más, como se aprecia en las tablas siguientes.

Tabla 6.4-115 Ampliación Área de Riego Sector Lara

Estrato de Tamaño	Se puede Rejar Más?				Total	
	Si	%	No	%	Nº	%
0 a 0,5 ha						
0,51 a 1 ha						
1,01 a 3,0 ha			2	100,0	2	100,0
3,01 a 12,0 ha			1	100,0	1	100,0
12,01 a 50,0 ha			1	100,0	1	100,0
Mayor de 50 ha			1	100,0	1	100,0
Total Lara			5	100,0	5	100,0

Tabla 6.4-116 Ampliación Área de Riego Sector Los Puquios

Estrato de Tamaño	Se puede Rejar Más?				Total	
	Si	%	No	%	Nº	%
0 a 0,5 ha			3	100,0	3	100,0
0,51 a 1 ha			3	100,0	3	100,0
1,01 a 3,0 ha			12	100,0	12	100,0
3,01 a 12,0 ha			8	100,0	8	100,0
12,01 a 50,0 ha			3	100,0	3	100,0
Mayor de 50 ha			1	100,0	1	100,0
Total Los Puquios			30	100,0	30	100,0

Tabla 6.4-117 Ampliación Área de Riego Sector La Mortandad

Estrato de Tamaño	Se puede Rejar Más?				Total	
	Si	%	No	%	Nº	%
0 a 0,5 ha			10	100,0	10	100,0
0,51 a 1 ha			4	100,0	4	100,0
1,01 a 3,0 ha			5	100,0	5	100,0
3,01 a 12,0 ha			3	100,0	3	100,0
12,01 a 50,0 ha			3	100,0	3	100,0
Mayor de 50 ha			9	100,0	9	100,0
Total La Mortandad			34	100,0	34	100,0

Tabla 6.4-118 Ampliación Área de Riego Sector Las Guardias

Estrato de Tamaño	Se puede Rejar Más?				Total	
	Si	%	No	%	Nº	%
0 a 0,5 ha			10	100,0	10	100,0
0,51 a 1 ha			30	100,0	30	100,0
1,01 a 3,0 ha			14	100,0	14	100,0
3,01 a 12,0 ha			4	100,0	4	100,0
12,01 a 50,0 ha						
Mayor de 50 ha			3	100,0	3	100,0
Total Las Guardias			61	100,0	61	100,0

Tabla 6.4-119 Ampliación Área de Riego Sector Luis Cruz Martínez

Estrato de Tamaño	Se puede Rejar Más?				Total	
	Si	%	No	%	Nº	%
0 a 0,5 ha			21	100,0	21	100,0
0,51 a 1 ha			39	100,0	39	100,0
1,01 a 3,0 ha			7	100,0	7	100,0
3,01 a 12,0 ha			13	100,0	13	100,0
12,01 a 50,0 ha			3	100,0	3	100,0
Mayor de 50 ha						
Total Luis Cruz Martínez			83	100,0	83	100,0

Tabla 6.4-120 Ampliación Área de Riego Sector Macal

Estrato de Tamaño	Se puede Rejar Más?				Total	
	Si	%	No	%	Nº	%
0 a 0,5 ha			50	100,0	50	100,0
0,51 a 1 ha			45	100,0	45	100,0
1,01 a 3,0 ha			27	100,0	27	100,0
3,01 a 12,0 ha			22	100,0	22	100,0
12,01 a 50,0 ha			4	100,0	4	100,0
Mayor de 50 ha			5	100,0	5	100,0
Total Macal			153	100,0	153	100,0

Tabla 6.4-121 Ampliación Área de Riego Sector Pichinal

Estrato de Tamaño	Se puede Rejar Más?				Total	
	Si	%	No	%	Nº	%
0 a 0,5 ha			48	100,0	48	100,0
0,51 a 1 ha			32	100,0	32	100,0
1,01 a 3,0 ha			26	100,0	26	100,0
3,01 a 12,0 ha			17	100,0	17	100,0
12,01 a 50,0 ha			12	100,0	12	100,0
Mayor de 50 ha			1	100,0	1	100,0
Total Pichinal			136	100,0	136	100,0

Tabla 6.4-122 Ampliación Área de Riego Sector Maitenal

Estrato de Tamaño	Se puede Rejar Más?				Total	
	Si	%	No	%	Nº	%
0 a 0,5 ha			12	100,0	12	100,0
0,51 a 1 ha			13	100,0	13	100,0
1,01 a 3,0 ha			18	100,0	18	100,0
3,01 a 12,0 ha			20	100,0	20	100,0
12,01 a 50,0 ha			13	100,0	13	100,0
Mayor de 50 ha			2	100,0	2	100,0
Total Maitenal			78	100,0	78	100,0

Tabla 6.4-123 Ampliación Área de Riego Sector La Vega

Estrato de Tamaño	Se puede Rejar Más?				Total	
	Si	%	No	%	Nº	%
0 a 0,5 ha			15	100,0	15	100,0
0,51 a 1 ha			30	100,0	30	100,0
1,01 a 3,0 ha			30	100,0	30	100,0
3,01 a 12,0 ha			6	100,0	6	100,0
12,01 a 50,0 ha			2	100,0	2	100,0
Mayor de 50 ha			1	100,0	1	100,0
Total La Vega			84	100,0	84	100,0

Tabla 6.4-124 Ampliación Área de Riego Total Área

Estrato de Tamaño	Se puede Rejar Más?				Total	
	Si	%	No	%	Nº	%
0 a 0,5 ha			169	100,0	169	100,0
0,51 a 1 ha			196	100,0	196	100,0
1,01 a 3,0 ha			141	100,0	141	100,0
3,01 a 12,0 ha			94	100,0	94	100,0
12,01 a 50,0 ha			41	100,0	41	100,0
Mayor de 50 ha			23	100,0	23	100,0
Total Área			664	100,0	664	100,0

En este ámbito, se les incluyó la pregunta de cuántos años secos han tenido en los últimos cinco años, a lo que en el sector Lara, como se aprecia en la tabla siguiente, los consultados respondieron que todos los años han sido secos, destacando que a los cultivos que le daban prioridad de riego, en caso de faltar agua en la temporada, eran maíz, avena y praderas.

Tabla 6.4-125 Frecuencia de Años Secos Sector Lara

Estrato de Tamaño	Cuántos años secos los últimos 5	
	Nº	Prioridad de Cultivos
0 a 0,5 ha		
0,51 a 1 ha		
1,01 a 3,0 ha	5	Maíz y Huerta
3,01 a 12,0 ha	5	Avena
12,01 a 50,0 ha	5	No Sabe
Mayor de 50 ha	5	Forraje
Total Lara		

En el sector Los Puquios, según los catastrados, los cinco años del último quinquenio fueron secos, a excepción del estrato de 3 a 12 has, que indicó un rango de 4 a 5 años secos. Dan prioridad al riego de nogal, huerta y praderas (ver siguiente tabla).

Tabla 6.4-126 Frecuencia de Años Secos Sector Los Puquios

Estrato de Tamaño	Cuantos años secos los últimos 5	
	Nº	Prioridad de Cultivos
0 a 0,5 ha	5	Nogales
0,51 a 1 ha	5	Nogales
1,01 a 3,0 ha	5	Huerta
3,01 a 12,0 ha	4 a 5	Huerta y Nogales
12,01 a 50,0 ha	5	No Sabe
Mayor de 50 ha	5	Forraje
Total Los Puquios		

En el sector La Mortandad, se amplía el rango de años secos, ya que los consultados respondieron que estos eventos de sequía han variado entre 1 y 5 años, priorizando el riego de frutales, invernaderos y huertas, tal como se aprecia en la próxima tabla.

Tabla 6.4-127 Frecuencia de Años Secos Sector La Mortandad

Estrato de Tamaño	Cuantos años secos los últimos 5	
	Nº	Prioridad de Cultivos
0 a 0,5 ha	2 a 5	Invernadero y Huerta
0,51 a 1 ha	2 a 5	Invernadero y Huerto Frutal
1,01 a 3,0 ha	2 a 5	Huerto Frutal
3,01 a 12,0 ha	1 a 5	Frutales
12,01 a 50,0 ha	5	Frutales
Mayor de 50 ha	1 a 5	Frutales
Total La Mortandad		

Según los catastrados en el sector Las Guardias, los años secos en el último quinquenio, han fluctuado entre 2 y 5, a excepción de los estratos de 0 a 0,5 has y de 3 a 12 has, que indicaron que todos han sido secos, como se puede apreciar en la tabla siguiente. En términos generales, dan prioridad al riego de frutales, huerta, invernaderos y praderas, entre otros.

Tabla 6.4-128 Frecuencia de Años Secos Sector Las Guardias

Estrato de Tamaño	Cuantos años secos los ultimos 5	
	Nº	Prioridad de Cultivos
0 a 0,5 ha	5	Chacra
0,51 a 1 ha	3 a 5	Invernadero y Huerta
1,01 a 3,0 ha	2 a 5	Huerta, Frutales y Empastadas
3,01 a 12,0 ha	5	Frutales, Chacra
12,01 a 50,0 ha		
Mayor de 50 ha	3 a 5	Frutales y Renovales de Bosque
Total Las Guardias		

En el sector Luis Cruz Martínez, como se aprecia en la tabla siguiente, los consultados de los estratos de 0,5 a 3 has y de 12 a 50 has respondieron que todos los años fueron secos, destacando que a los cultivos que le daban prioridad de riego, en caso de faltar agua en la temporada, eran frambuesa, frutales, invernadero, huerta y avena. En los estratos de 0 a 5 has y de 3 a 12 has estiman que los años secos han variado entre 3 a 5 años, donde además de los rubros anteriores, para efectos de priorización del riego, agregaron las empastadas.

Tabla 6.4-129 Frecuencia de Años Secos Sector Luis Cruz Martínez

Estrato de Tamaño	Cuantos años secos los ultimos 5	
	Nº	Prioridad de Cultivos
0 a 0,5 ha	3 a 5	Huerta, Invernadero, Empastadas
0,51 a 1 ha	5	Frambuesa, Frutales, Invernadero
1,01 a 3,0 ha	5	Huerta y Avena
3,01 a 12,0 ha	3 a 5	Huerta, Maíz y Forrajeras
12,01 a 50,0 ha	5	Avena
Mayor de 50 ha		
Total Luis Cruz Martinez		

En el sector Macal, según los catastrados indican que entre uno y los 5 últimos años han sido secos, dando prioridad al riego de frutales, huerta, invernaderos, frambuesa y empastadas (siguiente tabla).

Tabla 6.4-130 Frecuencia de Años Secos Sector Macal

Estrato de Tamaño	Cuantos años secos los últimos 5	
	Nº	Prioridad de Cultivos
0 a 0,5 ha	3 a 5	Huerta, Frutales, Invernadero
0,51 a 1 ha	2 a 5	Frutales y Chacra
1,01 a 3,0 ha	2 a 5	Frutales, Avena y Chacra
3,01 a 12,0 ha	3 a 5	Frutales, Frambuesa, Invernadero
12,01 a 50,0 ha	4 a 5	No Sabe
Mayor de 50 ha	5	No Sabe
Total Macal		

En el sector Pichinal, según los catastrados, en los estratos de menor y mayor tamaño, los cinco años del último quinquenio fueron secos, en tanto que los pertenecientes a los estratos desde 0,5 a 50 has, han variado entre 3 y 5 años. Dan prioridad al riego de frutales, huerta, invernaderos, frambuesa y empastadas (ver siguiente tabla).

Tabla 6.4-131 Frecuencia de Años Secos Sector Pichinal

Estrato de Tamaño	Cuantos años secos los últimos 5	
	Nº	Prioridad de Cultivos
0 a 0,5 ha	5	No Sabe
0,51 a 1 ha	1 a 5	Frutales
1,01 a 3,0 ha	3 a 5	Huerta
3,01 a 12,0 ha	3 a 5	Huerta y Empastadas
12,01 a 50,0 ha	3 a 5	Frambuesa, Invernadero, Empastadas
Mayor de 50 ha	5	No Sabe
Total Pichinal		

En el sector Maitenal los consultados respondieron que todos los años han sido secos, entre los estratos de tamaño de 0 a 50 has, y en el estrato de más de 50 has, la frecuencia varía entre ninguno y cuatro años (ver tabla siguiente).

En este ítem se les consultó a que cultivos le daban la prioridad de riego en caso de faltar el agua en la temporada, a lo que indicaron en la mayoría de los casos a los invernaderos, frutales y praderas.

Tabla 6.4-132 Frecuencia de Años Secos Sector Maitenal

Estrato de Tamaño	Cuantos años secos los últimos 5	
	Nº	Prioridad de Cultivos
0 a 0,5 ha	5	Pradera, invernadero, huerta
0,51 a 1 ha	5	Huerta, frambuesa, invernadero
1,01 a 3,0 ha	5	Avellano, invernadero
3,01 a 12,0 ha	5	Pradera, invernadero,
12,01 a 50,0 ha	5	Invernadero, huerta, forestal
Mayor de 50 ha	0 a 4	Frutales, praderas
Total Maitenal	0 a 5	

En el sector La Vega, los años secos, según los catastrados, han variado entre dos y cinco años en el último quinquenio, dándole prioridad al riego de frambuesas y hortalizas (ver siguiente tabla).

Tabla 6.4-133 Frecuencia de Años Secos Sector La Vega

Estrato de Tamaño	Cuantos años secos los últimos 5	
	Nº	Prioridad de Cultivos
0 a 0,5 ha	2 a 5	Chactas, hortalizas y frambuesa
0,51 a 1 ha	3 a 5	Frambuesa, papas, forrajes
1,01 a 3,0 ha	2 a 5	Frambuesa y hortalizas
3,01 a 12,0 ha	3 a 5	Frambuesa
12,01 a 50,0 ha	2 a 5	Bosque nativo
Mayor de 50 ha	3	---
Total La Vega	2 a 5	

De esta manera, al considerar la información del total del área de estudio, el rango de años secos varía entre 0 y 5 años, priorizando el riego de frutales, huertas, invernaderos y empastadas, tal como se aprecia en la próxima tabla.

Tabla 6.4-134 Frecuencia de Años Secos Total Área

Estrato de Tamaño	Cuantos años secos los últimos 5	
	Nº	Prioridad de Cultivos
0 a 0,5 ha	2 a 5	Frutales, Huerta, Invernadero, Empastadas
0,51 a 1 ha	1 a 5	Frutales, Huerta, Invernadero, Empastadas
1,01 a 3,0 ha	2 a 5	Frutales, Huerta, Invernadero, Empastadas
3,01 a 12,0 ha	1 a 5	Frutales, Huerta, Invernadero, Empastadas
12,01 a 50,0 ha	2 a 5	Frutales, Huerta, Invernadero, Empastadas
Mayor de 50 ha	0 a 5	Frutales, Huerta, Invernadero, Empastadas
Total Área		

- Mano de Obra

Los tipos de mano de obra analizados corresponden a trabajadores permanentes, familiares permanentes y personal temporal, todos por género.

En el proceso de encuesta en los sectores Lara, Los Puquios y Luis Cruz Martínez, no se informó la contratación de personal permanente externo, el personal permanente es sólo de origen familiar.

La mano de obra familiar en el sector Lara, como se observa en la tabla siguiente, en un 75% corresponde al género masculino y 25% al femenino. Los padres y madres abarcan el 50% de los puestos de trabajo, en tanto que los hijos concentran el 25% y otros parientes, el 25% restantes.

Tabla 6.4-135 Mano de Obra Familiar Sector Lara

Estrato de Tamaño	Permanentes Familiares												Total (Personas)						
	Padres		Madres		Hijos		Hijas		Otros Hombres		Otros Mujeres		Hombres		Mujeres		Total		
	Número	Edad	Número	Edad	Número	Edad	Número	Edad	Número	Edad	Número	Edad	Nº	%	Nº	%	Nº	%	
0 a 0,5 ha																			
0,51 a 1 ha																			
1,01 a 3,0 ha	1	73			1	36			1	73			3	100,0			3	100,0	
3,01 a 12,0 ha																			
12,01 a 50,0 ha																			
Mayor de 50 ha			1	70											1	100,0	1	100,0	
Total Lara	1	73	1	70	1	36			1	73			3	75,0	1	25,0	4	100,0	

Entretanto, en el sector Los Puquios, la mano de obra familiar permanente está compuesta en un 75% por hombres y 25% por mujeres. Los padres y madres abarcan el 75% de los puestos de trabajo, el 8,3% los hijos y, el 16,7% restante, por otros familiares.

Tabla 6.4-136 Mano de Obra Familiar Sector Los Puquios

Estrato de Tamaño	Permanentes Familiares												Total (Personas)					
	Padres		Madres		Hijos		Hijas		Otros Hombres		Otros Mujeres		Hombres		Mujeres		Total	
	Número	Edad	Número	Edad	Número	Edad	Número	Edad	Número	Edad	Número	Edad	Nº	%	Nº	%	Nº	%
0 a 0,5 ha	1	65											1	100,0			1	100,0
0,51 a 1 ha	1	62	1	66									1	50,0	1	50,0	2	100,0
1,01 a 3,0 ha	1	57	2	82	1	26			1	57			3	60,0	2	40,0	5	100,0
3,01 a 12,0 ha	1	50							1	67			2	100,0			2	100,0
12,01 a 50,0 ha	1	69											1	100,0			1	100,0
Mayor de 50 ha	1	60											1	100,0			1	100,0
Total Los Puquios	6	50 a 69	3	66 a 82	1	26			2	57 a 67			9	75,0	3	25,0	12	100,0

En el sector Luis Cruz Martínez, la mano de obra familiar permanente está compuesta en un 64,7% por personas del género masculino y 35,3% por el género femenino. Los padres y madres abarcan el 82,4% de las ocupaciones, el 5,8% las hijas y, el 11,8% restante, por otros familiares.

Tabla 6.4-137 Mano de Obra Familiar Sector Luis Cruz Martínez

Estrato de Tamaño	Permanentes Familiares												Total (Personas)					
	Padres		Madres		Hijos		Hijas		Otros Hombres		Otros Mujeres		Hombres		Mujeres		Total	
	Número	Edad	Número	Edad	Número	Edad	Número	Edad	Número	Edad	Número	Edad	Nº	%	Nº	%	Nº	%
0 a 0,5 ha	2	43 a 55	3	52 a 62									2	40,0	3	60,0	5	100,0
0,51 a 1 ha	11	38 a 68	4	30 a 50			2	36 a 49	1	45			12	66,7	6	33,3	18	100,0
1,01 a 3,0 ha	2	63 a 66											2	100,0			2	100,0
3,01 a 12,0 ha	3	40 a 58	1	34									3	75,0	1	25,0	4	100,0
12,01 a 50,0 ha			2	73 a 83					3	45 a 62			3	60,0	2	40,0	5	100,0
Mayor de 50 ha																		
Total Luis Cruz Martínez	18	38 a 68	10	34 a 83			2	36 a 49	4	45 a 62			22	64,7	12	35,3	34	100,0

En próxima tabla se presenta la mano de obra permanente en el sector La Mortandad, en donde se constata que, en términos generales, el 75% de los trabajadores permanentes contratados corresponde al género masculino y el 25% al género femenino, con un total de ocho trabajadores.

Tabla 6.4-138 Mano de Obra Permanente Sector La Mortandad

Estrato de Tamaño	Trabajo Permanente Externos				Total	
	Hombres	%	Mujeres	%	Nº	%
0 a 0,5 ha	1	50,0	1	50,0	2,0	100,0
0,51 a 1 ha						
1,01 a 3,0 ha	1	50,0	1	50,0	2,0	100,0
3,01 a 12,0 ha						
12,01 a 50,0 ha	1	100,0			1,0	100,0
Mayor de 50 ha	3	100,0			3,0	100,0
Total La Mortandad	6	75,0	2	25,0	8,0	100,0

Entretanto, en la tabla siguiente se presenta la mano de obra familiar permanente, en donde se aprecia que esta alcanza a 4 personas, todos hombres, compuestos por un padre, dos hijos y un pariente. En La Mortandad, la mano de obra permanente contratada es el doble que la familiar.

Tabla 6.4- 139 Mano de Obra Familiar Sector La Mortandad

Estrato de Tamaño	Permanentes Familiares												Total (Personas)					
	Padres		Madres		Hijos		Hijas		Otros Hombres		Otros Mujeres		Hombres		Mujeres		Total	
	Número	Edad	Número	Edad	Número	Edad	Número	Edad	Número	Edad	Número	Edad	Nº	%	Nº	%	Nº	%
0 a 0,5 ha					1	48							1	100,0			1	100,0
0,51 a 1 ha									1	71			1	100,0			1	100,0
1,01 a 3,0 ha	1	59			1	30							2	100,0			2	100,0
3,01 a 12,0 ha																		
12,01 a 50,0 ha																		
Mayor de 50 ha																		
Total La Mortandad	1	59			2	30 a 48			1	71			4	100,0			4	100,0

En el sector Las Guardias, como se aprecia en la próxima tabla, la mano de obra permanente está constituida en un 75% por personal masculino y 25% femenino, se extiende en los estratos de 0,5 a 1 has y más de 50 has, suma un total de cuatro personas. La mano de obra familiar en este sector abarca 30 personas, cifra que supera en casi ocho veces al personal permanente contratado.

Tabla 6.4-140 Mano de Obra Permanente Sector Las Guardias

Estrato de Tamaño	Trabajo Permanente Externos				Total	
	Hombres	%	Mujeres	%	Nº	%
0 a 0,5 ha						
0,51 a 1 ha	1	100,0			1,0	100,0
1,01 a 3,0 ha						
3,01 a 12,0 ha						
12,01 a 50,0 ha						
Mayor de 50 ha	2	66,7	1	33,3	3,0	100,0
Total Las Guardias	3	75,0	1	25,0	4,0	100,0

La mano de obra familiar de este sector se presenta en la tabla siguiente, en donde se aprecia que el 66,7% corresponde al género masculino y en 33,3% al femenino. Los padres y madres abarcan el 70% de los puestos de trabajo, en tanto que los hijos e hijas concentran el 23,3%, siendo más relevante la participación de los hijos, y el 6,7% restante está representado por otros parientes.

Tabla 6.4-141 Mano de Obra Familiar Sector Las Guardias

Estrato de Tamaño	Permanentes Familiares												Total (Personas)					
	Padres		Madres		Hijos		Hijas		Otros Hombres		Otros Mujeres		Hombres		Mujeres		Total	
	Número	Edad	Número	Edad	Número	Edad	Número	Edad	Número	Edad	Número	Edad	Nº	%	Nº	%	Nº	%
0 a 0,5 ha	1	57	1	84									1	50,0	1	50,0	2	100,0
0,51 a 1 ha	2	57 a 71	4	54 a 80	2	26 a 28	1	61	1	17			5	50,0	5	50,0	10	100,0
1,01 a 3,0 ha	5	49 a 85	3	45 a 82	3	49 a 72							8	72,7	3	27,3	11	100,0
3,01 a 12,0 ha	1	54	1	84	1	57			1	29			3	75,0	1	25,0	4	100,0
12,01 a 50,0 ha	2	44 a 80											2	100,0			2	100,0
Mayor de 50 ha	1	65											1	100,0			1	100,0
Total Las Guardias	12	44 a 85	9	45 a 84	6	26 a 72	1	61	2	17 a 29			20	66,7	10	33,3	30	100,0

En próxima tabla se presenta la mano de obra permanente en el sector Macal, en donde se constata que la totalidad de los trabajadores permanentes contratados corresponde al género masculino, con un total de ocho trabajadores.

Tabla 6.4-142 Mano de Obra Permanente Sector Macal

Estrato de Tamaño	Trabajo Permanente Externos				Total	
	Hombres	%	Mujeres	%	Nº	%
0 a 0,5 ha						
0,51 a 1 ha	1	100,0			1,0	100,0
1,01 a 3,0 ha	1	100,0			1,0	100,0
3,01 a 12,0 ha	1	100,0			1,0	100,0
12,01 a 50,0 ha						
Mayor de 50 ha						
Total Macal	3	100,0			3,0	100,0

Entretanto, en la tabla siguiente se presenta la mano de obra familiar permanente, en donde se aprecia que esta alcanza a 78 personas, compuesta en 74,4% por personal masculino y 25,6% femenino. Los padres y madres abarcan el 70,5% de los puestos de trabajo, en tanto que los hijos e hijas concentran el 15,4%, siendo más relevante la participación de los hijos, y el 6,4% restante está representado por otros/as parientes. Cabe señalar que la mano de obra familiar en este sector supera en casi diez veces al personal permanente contratado

Tabla 6.4-143 Mano de Obra Familiar Sector Macal

Estrato de Tamaño	Permanentes Familiares												Total (Personas)					
	Padres		Madres		Hijos		Hijas		Otros Hombres		Otros Mujeres		Hombres		Mujeres		Total	
	Número	Edad	Número	Edad	Número	Edad	Número	Edad	Número	Edad	Número	Edad	Nº	%	Nº	%	Nº	%
0 a 0,5 ha	9	46 a 76	4	39 a 58			1	55	1	57			10	66,7	5	33,3	15	100,0
0,51 a 1 ha	10	49 a 78	4	45 a 76	4	45 a 47			1	68			15	78,9	4	21,1	19	100,0
1,01 a 3,0 ha	9	47 a 76	4	63 a 83	3	31 a 47			2	49 a 73	1	45	14	73,7	5	26,3	19	100,0
3,01 a 12,0 ha	8	40 a 93	6	42 a 85	4	45 a 69			5	43 a 62			17	73,9	6	26,1	23	100,0
12,01 a 50,0 ha	1	42							1	57			2	100,0			2	100,0
Mayor de 50 ha																		
Total Macal	37	40 a 93	18	39 a 85	11	31 a 69	1	55	10	43 a 73	1	45	58	74,4	20	25,6	78	100,0

En el sector Pichinal, como se aprecia en la próxima tabla, la mano de obra permanente está constituida sólo por personal masculino, se extiende en los estratos de 0,5 a 50 has, suma un total de 13 personas. La mano de obra familiar en este sector abarca 56 personas, cifra que supera en más de cuatro veces al personal permanente contratado.

Tabla 6.4-144 Mano de Obra Permanente Sector Pichinal

Estrato de Tamaño	Trabajo Permanente Externos				Total	
	Hombres	%	Mujeres	%	Nº	%
0 a 0,5 ha						
0,51 a 1 ha	1	100,0			1,0	100,0
1,01 a 3,0 ha	3	100,0			3,0	100,0
3,01 a 12,0 ha	3	100,0			3,0	100,0
12,01 a 50,0 ha	6	100,0			6,0	100,0
Mayor de 50 ha						
Total Pichinal	13	100,0			13,0	100,0

La mano de obra familiar de este sector se presenta en la tabla siguiente, en donde se aprecia que el 64,3% corresponde al género masculino y en 35,7% al femenino. Los padres y madres abarcan el 76,8% de los puestos de trabajo, en tanto que los hijos e hijas concentran el 14,3%, siendo más relevante la participación de los hijos, y el 8,9% restante está representado por otros/as parientes.

Tabla 6.4-145 Mano de Obra Familiar Sector Pichinal

Estrato de Tamaño	Permanentes Familiares										Total (Personas)							
	Padres		Madres		Hijos		Hijas		Otros Hombres		Otros Mujeres		Hombres		Mujeres		Total	
	Número	Edad	Número	Edad	Número	Edad	Número	Edad	Número	Edad	Número	Edad	Nº	%	Nº	%	Nº	%
0 a 0,5 ha	2	66 a 67	1	73	1	38			1	51			4	80,0	1	20,0	5	100,0
0,51 a 1 ha	9	31 a 86	4	46 a 77	2	17 a 45	1	13					11	68,8	5	31,3	16	100,1
1,01 a 3,0 ha	7	52 a 89	6	47 a 87	1	26	1	50	2	57 a 60			10	58,8	7	41,2	17	100,0
3,01 a 12,0 ha	5	39 a 84	2	31 a 66	1	40							6	75,0	2	25,0	8	100,0
12,01 a 50,0 ha	4	48 a 52	3	48 a 53	1	38					2	59 a 70	5	50,0	5	50,0	10	100,0
Mayor de 50 ha																		
Total Pichinal	27	31 a 89	16	31 a 87	6	17 a 45	2	13 a 50	3	51 a 60	2	59 a 70	36	64,3	20	35,7	56	100,0

En el sector Maitenal, el 75% de los trabajadores permanentes contratados corresponde al género masculino y se encuentran en los estratos de más de 3 has. En la tabla subsiguiente se presenta la mano de obra familiar permanente, en donde se aprecia que esta alcanza a 32 personas, de las cuales el 65,6% corresponde a hombres, lo que implica que la presencia femenina en labores de campo es superior en el ámbito familiar que en el contratado. En general, la mano de obra familiar en ocho veces más alta que la contratada.

Tabla 6.4-146 Mano de Obra Permanente Sector Maitenal

Estrato de Tamaño	Trabajo Permanente Externos				Total	
	Hombres	%	Mujeres	%	Nº	%
0 a 0,5 ha						
0,51 a 1 ha						
1,01 a 3,0 ha						
3,01 a 12,0 ha	1	50,0	1	50,0	2,0	100,0
12,01 a 50,0 ha	1	100,0			1,0	100,0
Mayor de 50 ha	1	100,0			1,0	100,0
Total Maitenal	3	75,0	1	25,0	4,0	100,0

En el caso del personal familiar, la mayor participación corresponde a los padres, seguido de las madres, destacando la representatividad de personas desde los 50 o 60 años hacia arriba. Los hijos e hijas, abarcan el 15,6% de los puestos de trabajo, en tanto que padres y madres concentran el 83,9%.

Tabla 6.4-147 Mano de Obra Familiar Sector Maitenal

Estrato de Tamaño	Permanentes Familiares										Total (Personas)							
	Padres		Madres		Hijos		Hijas		Otros Hombres		Otros Mujeres		Hombres		Mujeres		Total	
	Número	Edad	Número	Edad	Número	Edad	Número	Edad	Número	Edad	Número	Edad	Nº	%	Nº	%	Nº	%
0 a 0,5 ha	2	74					1	45					2	66,7	1	33,3	3	100,0
0,51 a 1 ha	3	54 a 66	2	62 a 83									3	60,0	2	40,0	5	100,0
1,01 a 3,0 ha	4	53 a 89	2	61 a 68	1	55			1	53			6	75,0	2	25,0	8	100,0
3,01 a 12,0 ha	6	38 a 74	2	64 a 76	2	26 a 27	1	26					8	72,7	3	27,3	11	100,0
12,01 a 50,0 ha	1	58	2	55									1	33,3	2	66,7	3	100,0
Mayor de 50 ha	1	84	1	70									1	50,0	1	50,0	2	100,0
Total Maitenal	17	38 a 89	9	55 a 83	3	26 a 55	2	26 a 45	1	53			21	65,6	11	34,4	32	100,0

Como se aprecia en la próxima tabla la mano de obra permanente en el sector La Vega es en su totalidad masculina y se extiende en los estratos de 0,5 a 12 has. La mano de obra familiar en este sector abarca 38 personas, cifra que supera en casi diez veces al personal permanente contratado.

Tabla 6.4-148 Mano de Obra Permanente Sector La Vega

Estrato de Tamaño	Trabajo Permanente Externos				Total	
	Hombres	%	Mujeres	%	Nº	%
0 a 0,5 ha						
0,51 a 1 ha	2	100,0			2,0	100,0
1,01 a 3,0 ha	1	100,0			1,0	100,0
3,01 a 12,0 ha	1	100,0			1,0	100,0
12,01 a 50,0 ha						
Mayor de 50 ha						
Total La Vega	4	100,0			4,0	100,0

La mano de obra familiar de este sector se presenta en la tabla siguiente, en donde se aprecia que el 57,9% corresponde al género masculino y en 42,1% al femenino. Los padres y madres abarcan el 71% de los puestos de trabajo, en tanto que los hijos e hijas concentran el 23,7%, siendo más relevante la participación de los hijos.

Tabla 6.4-149 Mano de Obra Familiar Sector La Vega

Estrato de Tamaño	Permanentes Familiares												Total (Personas)					
	Padres		Madres		Hijos		Hijas		Otros Hombres		Otros Mujeres		Hombres		Mujeres		Total	
	Número	Edad	Número	Edad	Número	Edad	Número	Edad	Número	Edad	Número	Edad	Nº	%	Nº	%	Nº	%
0 a 0,5 ha	6	32 a 65	3	47 a 55	1	16	2	14 a 30					7	58,3	5	41,7	12	100,0
0,51 a 1 ha	5	54 a 85	4	55 a 75	5	55							10	71,4	4	28,6	14	100,0
1,01 a 3,0 ha	4	50 a 52	5	22 a 57	1	60					2	40	5	41,7	7	58,3	12	100,0
3,01 a 12,0 ha																		
12,01 a 50,0 ha																		
Mayor de 50 ha																		
Total La Vega	15	32 a 85	12	22 a 75	7	16 a 60	2	14 a 30			2	40	22	57,9	16	42,1	38	100,0

De esta manera, en el total del área de estudio, como se observa en la próxima tabla, la mano de obra permanente está constituida en un 88,9% por personal masculino y 11,1% femenino, sumando un total de 36 personas. La mano de obra familiar en el total del área abarca 288 personas, cifra que supera en ocho veces al personal permanente contratado.

Tabla 6.4-150 Mano de Obra Permanente Total Área

Estrato de Tamaño	Trabajo Permanente Externos				Total	
	Hombres	%	Mujeres	%	Nº	%
0 a 0,5 ha	1	50,0	1	50,0	2,0	100,0
0,51 a 1 ha	5	100,0			5,0	100,0
1,01 a 3,0 ha	6	85,7	1	14,3	7,0	100,0
3,01 a 12,0 ha	6	85,7	1	14,3	7,0	100,0
12,01 a 50,0 ha	8	100,0			8,0	100,0
Mayor de 50 ha	6	85,7	1	14,3	7,0	100,0
Total Área	32	88,9	4	11,1	36,0	100,0

La mano de obra familiar del total del área se presenta en la tabla siguiente, en donde se aprecia que el 67,7% corresponde al género masculino y en 32,3% al femenino. Los padres y madres abarcan el 73,6% de los puestos de trabajo, en tanto que los hijos e hijas concentran el 16,3%, siendo más relevante la participación de los hijos, y el 10,1% restante está representado por otros/as parientes.

Tabla 6.4-151 Mano de Obra Familiar Total Área

Estrato de Tamaño	Permanentes Familiares												Total (Personas)					
	Padres		Madres		Hijos		Hijas		Otros Hombres		Otros Mujeres		Hombres		Mujeres		Total	
	Número	Edad	Número	Edad	Número	Edad	Número	Edad	Número	Edad	Número	Edad	Nº	%	Nº	%	Nº	%
0 a 0,5 ha	23	43 a 76	12	39 a 84	3	16 a 48	4	45 a 55	2	51 a 57			28	63,6	16	36,4	44	100,0
0,51 a 1 ha	41	31 a 86	23	30 a 83	13	17 a 47	4	13 a 61	4	17 a 71			58	68,2	27	31,8	85	100,0
1,01 a 3,0 ha	34	47 a 89	22	22 a 87	12	26 a 72	1	50	7	49 a 73	3	40 a 45	53	67,1	26	32,9	79	100,0
3,01 a 12,0 ha	24	38 a 93	12	31 a 85	8	26 a 69	1	26	7	29 a 67			39	75,0	13	25,0	52	100,0
12,01 a 50,0 ha	9	42 a 80	7	48 a 83	1	38			4	45 a 62	2	59 a 70	14	60,9	9	39,1	23	100,0
Mayor de 50 ha	3	60 a 84	2	70									3	60,0	2	40,0	5	100,0
Total Área	134	31 a 93	78	22 a 87	37	16 a 79	10	13 a 61	24	17 a 73	5	40 a 70	195	67,7	93	32,3	288	100,0

En los sectores Lara, Los Puquios, La Mortandad y Luis Cruz Martínez, no se informó la contratación de personal temporal.

En las próximas tablas se presenta el número de jornadas de personal temporal contratado en una temporada agrícola, en donde se aprecia que el personal temporal corresponde en 100% al género masculino. Así el personal temporal abarca 2 personas en Las Guardias, 3 en Macal, 3 en Pichinal, 3 en Maitenal y 5 en La Vega, lo que da un total de 16 trabajadores temporales en el área de estudio.

Tabla 6.4-152 Mano de Obra Temporal Sector Las Guardias

Estrato de Tamaño	Trabajo Temporal				Total	
	Hombres	%	Mujeres	%	Nº	%
0 a 0,5 ha						
0,51 a 1 ha						
1,01 a 3,0 ha						
3,01 a 12,0 ha	2	100,0			2,0	100,0
12,01 a 50,0 ha						
Mayor de 50 ha						
Total Las Guardias	2	100,0			2,0	100,0

Tabla 6.4-153 Mano de Obra Temporal Sector Macal

Estrato de Tamaño	Trabajo Temporal				Total	
	Hombres	%	Mujeres	%	Nº	%
0 a 0,5 ha						
0,51 a 1 ha						
1,01 a 3,0 ha						
3,01 a 12,0 ha	3	100,0			3,0	100,0
12,01 a 50,0 ha						
Mayor de 50 ha						
Total Macal	3	100,0			3,0	100,0

Tabla 6.4-154 Mano de Obra Temporal Sector Pichinal

Estrato de Tamaño	Trabajo Temporal				Total	
	Hombres	%	Mujeres	%	Nº	%
0 a 0,5 ha						
0,51 a 1 ha						
1,01 a 3,0 ha	1	100,0			1,0	100,0
3,01 a 12,0 ha	2	100,0			2,0	100,0
12,01 a 50,0 ha						
Mayor de 50 ha						
Total Pichinal	3	100,0			3,0	100,0

Tabla 6.4-155 Mano de Obra Temporal Sector Maitenal

Estrato de Tamaño	Trabajo Temporal				Total	
	Hombres	%	Mujeres	%	Nº	%
0 a 0,5 ha						
0,51 a 1 ha						
1,01 a 3,0 ha						
3,01 a 12,0 ha						
12,01 a 50,0 ha	2	100,0			2,0	100,0
Mayor de 50 ha	1	100,0			1,0	100,0
Total Maitenal	3	100,0			3,0	100,0

Tabla 6.4-156 Mano de Obra Temporal Sector La Vega

Estrato de Tamaño	Trabajo Temporal				Total	
	Hombres	%	Mujeres	%	Nº	%
0 a 0,5 ha						
0,51 a 1 ha	4	100,0			4,0	100,0
1,01 a 3,0 ha						
3,01 a 12,0 ha	1	100,0			1,0	100,0
12,01 a 50,0 ha						
Mayor de 50 ha						
Total La Vega	5	100,0			5,0	100,0

Tabla 6.4-157 Mano de Obra Temporal Total Área

Estrato de Tamaño	Trabajo Temporal				Total	
	Hombres	%	Mujeres	%	Nº	%
0 a 0,5 ha						
0,51 a 1 ha	4	100,0			4,0	100,0
1,01 a 3,0 ha	1	100,0			1,0	100,0
3,01 a 12,0 ha	8	100,0			8,0	100,0
12,01 a 50,0 ha	2	100,0			2,0	100,0
Mayor de 50 ha	1	100,0			1,0	100,0
Total Área	16	100,0			16,0	100,0

Es preciso indicar que en situación con proyecto, con un aumento en la superficie de frutales y hortalizas, se estima un aumento en el empleo femenino y masculino, tanto de personal permanente como temporal.

- Ingresos

En el sector Lara, la totalidad de los encuestados informó que sus ingresos provienen además de la actividad predial de pensiones, como se aprecia claramente en la próxima tabla.

Tabla 6.4-158 Fuente de Ingresos Sector Lara

Estrato de Tamaño	Sólo por Actividad Agrícola				Total		¿Qué otros Ingresos?
	Si	%	No	%	Nº	%	
0 a 0,5 ha							
0,51 a 1 ha							
1,01 a 3,0 ha			2	100,0	2	100,0	Pensiones
3,01 a 12,0 ha							
12,01 a 50,0 ha							
Mayor de 50 ha			1	100,0	1	100,0	Pensiones
Total Lara			3	100,0	3	100,0	

Asimismo, en el sector Los Puquios el 100% de los encuestados, además de los ingresos obtenidos por la actividad agrícola, necesita de otras fuentes como pensiones, trabajos particulares y comercio (ver siguiente tabla).

Tabla 6.4-159 Fuente de Ingresos Sector Los Puquios

Estrato de Tamaño	Sólo por Actividad Agrícola				Total		¿Qué otros Ingresos?
	Si	%	No	%	Nº	%	
0 a 0,5 ha			2	100,0	2	100,0	Comercio
0,51 a 1 ha			2	100,0	2	100,0	Particular
1,01 a 3,0 ha			5	100,0	5	100,0	Pensiones, Particular
3,01 a 12,0 ha			3	100,0	3	100,0	Pensiones, Particular
12,01 a 50,0 ha			1	100,0	1	100,0	Particular
Mayor de 50 ha			1	100,0	1	100,0	Particular
Total Los Puquios			14	100,0	14	100,0	

En el sector La Mortandad el 9,1% de los encuestados (11 observaciones) informó que sus ingresos provienen en su totalidad de la actividad agrícola; el 90,9% además de la actividad predial requiere de otras fuentes, entre las que figuran pensiones, comercio e inversiones. Todos estos antecedentes se observan claramente en la próxima tabla.

Tabla 6.4-160 Fuente de Ingresos Sector La Mortandad

Estrato de Tamaño	Sólo por Actividad Agrícola				Total		¿Qué otros Ingresos?
	Si	%	No	%	Nº	%	
0 a 0,5 ha	1	33,3	2	66,7	3	100,0	Pensiones, Financiero
0,51 a 1 ha			1	100,0	1	100,0	Pensiones
1,01 a 3,0 ha			2	100,0	2	100,0	---
3,01 a 12,0 ha			1	100,0	1	100,0	Comercio
12,01 a 50,0 ha			1	100,0	1	100,0	Inversiones
Mayor de 50 ha			3	100,0	3	100,0	Inversiones
Total La Mortandad	1	9,1	10	90,9	11	100,0	

En el sector Las Guardias el 9,1% de los encuestados genera ingresos por la actividad agrícola y, el 90,9%, necesita de otras fuentes como pensiones, comercio y turismo (ver siguiente tabla).

Tabla 6.4-161 Fuente de Ingresos Sector Las Guardias

Estrato de Tamaño	Sólo por Actividad Agrícola				Total		¿Qué otros Ingresos?
	Si	%	No	%	Nº	%	
0 a 0,5 ha	1	50,0	1	50,0	2	100,0	Otros
0,51 a 1 ha			8	100,0	8	100,0	Pensiones, Comercio
1,01 a 3,0 ha			7	100,0	7	100,0	Pensiones, Turismo
3,01 a 12,0 ha	1	33,3	2	66,7	3	100,0	Turismo
12,01 a 50,0 ha							
Mayor de 50 ha			2	100,0	2	100,0	Comercio
Total Las Guardias	2	9,1	20	90,9	22	100,0	

En el sector Luis Cruz Martínez, con 32 observaciones, de las cuales el 12,5% de los agentes encuestados señaló que sus ingresos provienen de la actividad agrícola, en tanto que el 87,5% informó éstos los complementan con otras fuentes, tales como pensiones, comercio y trabajo particular, como se aprecia claramente en la próxima tabla.

Tabla 6.4-162 Fuente de Ingresos Sector Luis Cruz Martínez

Estrato de Tamaño	Sólo por Actividad Agrícola				Total		¿Qué otros Ingresos?
	Si	%	No	%	Nº	%	
0 a 0,5 ha			5	100,0	5	100,0	Pensiones, Particular
0,51 a 1 ha	3	16,7	15	83,3	18	100,0	Pensión, Comercio, Profesional
1,01 a 3,0 ha			2	100,0	2	100,0	Pensiones, Particular
3,01 a 12,0 ha	1	25,0	3	75,0	4	100,0	Particular
12,01 a 50,0 ha			3	100,0	3	100,0	Particular
Mayor de 50 ha							
Total Luis Cruz Martínez	4	12,5	28	87,5	32	100,0	

Entretanto, en el sector Macal el 9,6% de los encuestados afirma que sus ingresos provienen exclusivamente de la actividad agrícola, mientras que el 90,4% necesita de otras fuentes como pensiones y comercio (ver siguiente tabla).

Tabla 6.4-163 Fuente de Ingresos Sector Macal

Estrato de Tamaño	Sólo por Actividad Agrícola				Total		¿Qué otros Ingresos?
	Si	%	No	%	Nº	%	
0 a 0,5 ha	1	8,3	11	91,7	12	100,0	Pesniones, Comercio
0,51 a 1 ha	1	6,7	14	93,3	15	100,0	Pensiones, Otros
1,01 a 3,0 ha	1	8,3	11	91,7	12	100,0	Pensiones, Comercio, Otros
3,01 a 12,0 ha	2	18,2	9	81,8	11	100,0	Pensiones, Comercio, Otros
12,01 a 50,0 ha			2	100,0	2	100,0	Comercio, Otros
Mayor de 50 ha							
Total Macal	5	9,6	47	90,4	52	100,0	

En el sector Maitenal el 15,4% de los encuestados (4 observaciones) informó que sus ingresos provienen en su totalidad de la actividad agrícola; el 84,6% además de la actividad predial requiere de otras fuentes, entre las que figuran turismo y trabajos particulares. Todos estos antecedentes se observan claramente en la próxima tabla.

Tabla 6.4-164 Fuente de Ingresos Sector Maitenal

Estrato de Tamaño	Sólo por Actividad Agrícola				Total		¿Qué otros Ingresos?
	Si	%	No	%	Nº	%	
0 a 0,5 ha			3	100,0	3	100,0	----
0,51 a 1 ha			4	100,0	4	100,0	Turismo
1,01 a 3,0 ha	1	16,7	5	83,3	6	100,0	Trabajos particulares
3,01 a 12,0 ha	1	12,5	7	87,5	8	100,0	Turismo y otros trabajos
12,01 a 50,0 ha	2	66,7	1	33,3	3	100,0	---
Mayor de 50 ha			2	100,0	2	100,0	---
Total Maitenal	4	15,4	22	84,6	26	100,0	

En el sector La Vega sólo el 6,1% de los encuestados genera ingresos por la actividad agrícola, y el 93,6% necesita de otras fuentes como pensiones, trabajos particulares y pastelería (ver siguiente tabla).

Tabla 6.4-165 Fuente de Ingresos Sector La Vega

Estrato de Tamaño	Sólo por Actividad Agrícola				Total		¿Qué otros Ingresos?
	Si	%	No	%	Nº	%	
0 a 0,5 ha			6	100,0	6	100,0	Pensiones y trabajos particulares
0,51 a 1 ha	1	8,3	11	91,7	12	100,0	Trabajos particulares
1,01 a 3,0 ha	1	7,1	13	92,9	14	100,0	Trabajos particulares
3,01 a 12,0 ha			1	100,0	1	100,0	Pastelería
12,01 a 50,0 ha							
Mayor de 50 ha							
Total La Vega	2	6,1	31	93,9	33	100,0	

De esta manera, en el total del área de estudio, sólo el 11% de los encuestados informó que sus ingresos provienen en su totalidad de la actividad agrícola; el 89% además de la actividad predial requiere de otras fuentes, entre las que figuran pensiones, comercio, inversiones y turismo, entre otras. Todos estos antecedentes se observan claramente en la próxima tabla.

Tabla 6.4-166 Fuente de Ingresos Total Área

Estrato de Tamaño	Sólo por Actividad Agrícola				Total		¿Qué otros Ingresos?
	Si	%	No	%	Nº	%	
0 a 0,5 ha	5	13,5	32	86,5	37	100,0	Pesniones, Comercio, Financiero, Particular
0,51 a 1 ha	6	8,6	64	91,4	70	100,0	Pensión, Comercio, Profesional, Turismo
1,01 a 3,0 ha	7	11,1	56	88,9	63	100,0	Pensión, Comercio, Profesional, Turismo
3,01 a 12,0 ha	5	12,5	35	87,5	40	100,0	Pensión, Comercio, Profesional, Turismo
12,01 a 50,0 ha	3	17,6	14	82,4	17	100,0	Particular, Inversiones, Comercio, Otros
Mayor de 50 ha			9	100,0	9	100,0	Pensión, Comercio, Particular
Total Área	26	11,0	210	89,0	236	100,0	

Con ocasión del proyecto, esta situación debiera revertir, ya que al disponer de agua de riego es factible ampliar el área de cultivo y desarrollar rubros de mayor rentabilidad, lo que necesariamente debiera traducirse en una mejoría de los ingresos.

- Restricciones al Desarrollo

En términos generales la restricción más importante señalada por los agricultores encuestados en todos los sectores corresponde a la disponibilidad de agua de riego.

En efecto, en el sector Lara, la restricción correspondiente a la disponibilidad de agua de riego fue informada por el 100% de los encuestados, seguida por el estado de los caminos con el 66,7%, como se aprecia en la próxima tabla.

Tabla 6.4-167 Restricciones al Desarrollo Sector Lara

Restricción		Estratos de Tamaño						Total Lara
		0 a 0,5 ha	0,51 a 1 ha	1,01 a 3,0 ha	3,01 a 12,0 ha	12,01 a 50,0 ha	Mayor de 50 ha	
Agua	Nº			2			1	3
	%							100,0
Caminos	Nº			2				2
	%							66,7
Total	Nº							3

En Los Puquios, la totalidad de los agricultores encuestados señaló la disponibilidad de agua y el mal estado de los caminos, como se constata en la siguiente tabla.

Tabla 6.4-168 Restricciones al Desarrollo Sector Los Puquios

Restricción		Estratos de Tamaño						Total Los Puquios
		0 a 0,5 ha	0,51 a 1 ha	1,01 a 3,0 ha	3,01 a 12,0 ha	12,01 a 50,0 ha	Mayor de 50 ha	
Agua	Nº	2	2	5	3	1	1	14
	%							100,0
Caminos	Nº	2	2	5	3	1	1	14
	%							100,0
Total	Nº							14

En el sector La Mortandad, la restricción más importante señalada por los agricultores encuestados corresponde a la disponibilidad de agua de riego, la que fue informada en el 100% de los casos; luego viene la mano de obra. Todos estos resultados, por Estrato de Tamaño, se presentan en la siguiente tabla.

Tabla 6.4-169 Restricciones al Desarrollo Sector La Mortandad

Restricción		Estratos de Tamaño						Total La Mortandad
		0 a 0,5 ha	0,51 a 1 ha	1,01 a 3,0 ha	3,01 a 12,0 ha	12,01 a 50,0 ha	Mayor de 50 ha	
Agua	Nº	3	1	2	1	1	3	11
	%							100,0
Mano de Obra	Nº					1	3	4
	%							36,4
Otros	Nº	1						1
	%							9,1
Total	Nº							11

En el sector Las Guardias, la restricción correspondiente a la disponibilidad de agua de riego fue informada por el 100% de los encuestados, seguida por el agua subterránea (9,1%), el estado de los caminos y falta de asesoría, cada una con el 4,5%, como se aprecia en la próxima tabla.

Tabla 6.4-170 Restricciones al Desarrollo Sector Las Guardias

Restricción		Estratos de Tamaño						Total Las Guardias
		0 a 0,5 ha	0,51 a 1 ha	1,01 a 3,0 ha	3,01 a 12,0 ha	12,01 a 50,0 ha	Mayor de 50 ha	
Agua	Nº	2	8	7	3		2	22
	%							100,0
Caminos	Nº		1					1
	%							4,5
Asesoría	Nº		1					1
	%							4,5
Falta Agua Sub.	Nº			1			1	2
	%							9,1
Total	Nº							22

En el sector Luis Cruz Martínez, la restricción correspondiente a la disponibilidad de agua de riego fue informada por el 100% de los encuestados, seguida por el estado de los caminos y costo de energía, cada una con el 9,4%, como se aprecia en la próxima tabla. Además, señalan como limitante la falta de asesoría.

Tabla 6.4-171 Restricciones al Desarrollo Sector Luis Cruz Martínez

Restricción		Estratos de Tamaño						Total L. Cruz Martinez
		0 a 0,5 ha	0,51 a 1 ha	1,01 a 3,0 ha	3,01 a 12,0 ha	12,01 a 50,0 ha	Mayor de 50 ha	
Agua	Nº	5	18	2	4	3		32
	%							100,0
Caminos	Nº		2		1			3
	%							9,4
Asesoría	Nº		1		1			2
	%							6,3
Costo Energía	Nº		1		1	1		3
	%							9,4
Total	Nº							32

La restricción más importante señalada por los agricultores encuestados en el sector Macal, corresponde a la disponibilidad de agua de riego, la que fue informada en el 98,1% de los casos. Luego viene el estado de los caminos, asesoría, falta de agua subterránea, mano de obra y costo de energía. Todos estos resultados, por Estrato de Tamaño, se presentan en la siguiente tabla.

Tabla 6.4-172 Restricciones al Desarrollo Sector Macal

Restricción		Estratos de Tamaño						Total Macal
		0 a 0,5 ha	0,51 a 1 ha	1,01 a 3,0 ha	3,01 a 12,0 ha	12,01 a 50,0 ha	Mayor de 50 ha	
Agua	Nº	12	14	12	11	2		51
	%							98,1
Caminos	Nº	5	9	5	7	1		27
	%							51,9
Asesoría	Nº	5	7	5	6	1		24
	%							46,2
Falta Agua Sub.	Nº	2	3	2	1			8
	%							15,4
Costo Energía	Nº	1	1	1				3
	%							5,8
Mano de Obra	Nº	2		1	1			4
	%							7,7
Total	Nº							52

En el sector Pichinal, la restricción más importante señalada por los agricultores encuestados, corresponde a la disponibilidad de agua de riego, la que fue informada en el 100% de los

casos. Luego viene falta de asesoría, mal estado de los caminos, costo de la energía y falta de agua subterránea, entre otras, como se observa en la próxima tabla.

Tabla 6.4-173 Restricciones al Desarrollo Sector Pichinal

Restricción		Estratos de Tamaño						Total Pichinal
		0 a 0,5 ha	0,51 a 1 ha	1,01 a 3,0 ha	3,01 a 12,0 ha	12,01 a 50,0 ha	Mayor de 50 ha	
Agua	Nº	4	10	13	9	7		43
	%							100,0
Caminos	Nº	2	3	7	1	1		14
	%							32,6
Mercados	Nº					1		1
	%							2,3
Precio/Valor del Dólar	Nº					1		1
	%							2,3
Asesoría	Nº	1	9	2	5	5		22
	%							51,2
Falta Agua Sub.	Nº		3		2			5
	%							11,6
Costo Energía	Nº	1	1	1	2	4		9
	%							20,9
Mano de Obra	Nº	1				2		3
	%							7,0
Total	Nº							43

En el sector Maitenal, la disponibilidad de agua de riego fue informada por el 92,3% de los encuestados; luego viene el estado de los caminos (69,7%), ya que los agricultores señalan que éstos se encuentran en mal estado. A estas restricciones les sigue la disponibilidad de agua subterránea (23,1%) y la falta de asesoría (11,5%). Todos estos resultados, por Estrato de Tamaño, se presentan en la próxima tabla.

Tabla 6.4-174 Restricciones al Desarrollo Sector Maitenal

Restricción		Estratos de Tamaño						Total Maitenal
		0 a 0,5 ha	0,51 a 1 ha	1,01 a 3,0 ha	3,01 a 12,0 ha	12,01 a 50,0 ha	Mayor de 50 ha	
Agua	Nº	3	4	6	8	2	1	24
	%							92,3
Caminos	Nº	2	1	5	6	3	1	18
	%							69,2
Asesoría	Nº				3			3
	%							11,5
Falta Agua Sub.	Nº		1	1	2	1	1	6
	%							23,1
Total	Nº							26

Asimismo, la restricción más importante señalada por los agricultores encuestados en el sector La Vega, corresponde a la disponibilidad de agua de riego, la que fue informada en el

100% de los casos. Luego viene el costo de la energía, falta de agua subterránea, estado de los caminos y daños de canal. Todos estos resultados, por Estrato de Tamaño, se presentan en la siguiente tabla.

Tabla 6.4-175 Restricciones al Desarrollo Sector La Vega

		Estratos de Tamaño						Total La Vega
		0 a 0,5 ha	0,51 a 1 ha	1,01 a 3,0 ha	3,01 a 12,0 ha	12,01 a 50,0 ha	Mayor de 50 ha	
Agua	Nº	6	12	14	1			33
	%							100,0
Caminos	Nº	1		1				2
	%							6,1
Daños Canal	Nº	1						1
	%							3,0
Falta Agua Sub.	Nº	2						2
	%							6,1
Costo Energía	Nº	1	1	1				3
	%							9,1
Total	Nº							33

De esta manera, se informa que la restricción más importante señalada por los agricultores encuestados en el la totalidad del área de estudio, corresponde a la disponibilidad de agua de riego, la que fue informada en el 98,7% de los casos. Luego viene el estado de los caminos (34,3%), falta de asesoría (22%), escasez de agua subterránea (9,7%), costo de energía (7,6%), mano de obra (4,7%) y, con el 0,4% cada una, aparece el acceso a los mercados, valor del dólar y daños de canal. Todos estos resultados, por Estrato de Tamaño, se presentan en la siguiente tabla.

Tabla 6.4-176 Restricciones al Desarrollo Total Área

Restricción		Estratos de Tamaño						Total Área
		0 a 0,5 ha	0,51 a 1 ha	1,01 a 3,0 ha	3,01 a 12,0 ha	12,01 a 50,0 ha	Mayor de 50 ha	
Agua	Nº	37	69	63	40	16	8	233
	%							98,7
Caminos	Nº	12	18	25	18	6	2	81
	%							34,3
Mercados	Nº					1		1
	%							0,4
Precio/Valor del Dólar	Nº					1		1
	%							0,4
Daños Canal	Nº	1						1
	%							0,4
Asesoría	Nº	6	18	7	15	6		52
	%							22,0
Falta Agua Sub.	Nº	4	7	4	5	1	2	23
	%							9,7
Costo Energía	Nº	3	4	3	3	5		18
	%							7,6
Mano de Obra	Nº	3		1	1	3	3	11
	%							4,7
Otros	Nº	1						1
	%							0,4
Total	Nº							236

- Intenciones con Proyecto

A los agricultores encuestados se les consultó sobre que cultivos pondrían en caso de contar con agua de riego. En el sector Lara, como se observa en la tabla siguiente, los agricultores encuestados no saben que cultivarían en situación con proyecto.

Tabla 6.4-177 Intenciones de Cultivo con Proyecto Sector Lara

Estrato de Tamaño	Intenciones de Cultivo
	Cultivos
0 a 0,5 ha	
0,51 a 1 ha	
1,01 a 3,0 ha	No sabe
3,01 a 12,0 ha	
12,01 a 50,0 ha	
Mayor de 50 ha	No sabe
Total Lara	No sabe

En el sector de Los Puquios, los productores señalan que las alternativas productivas con mayor dotación de agua, son alfalfa, trébol y papas, como se observa en la próxima tabla. Los dos estratos de menor tamaño no saben que harían.

Tabla 6.4-178 Intenciones de Cultivo con Proyecto Sector Los Puquios

Estrato de Tamaño	Intenciones de Cultivo
	Cultivos
0 a 0,5 ha	Nada
0,51 a 1 ha	No sabe
1,01 a 3,0 ha	Alfalfa, trébol, no sabe
3,01 a 12,0 ha	Alfalfa, nada
12,01 a 50,0 ha	Papas
Mayor de 50 ha	Alfalfa
Total Los Puquios	Alfalfa, trébol, papas, no sabe

En el sector de La Mortandad, como se observa en la próxima tabla, las alternativas productivas con mayor dotación de agua señaladas por los encuestados corresponden a frutales, berries y empastadas. En el estrato de 12 a 50 has, no sabe que harían.

Tabla 6.4-179 Intenciones de Cultivo con Proyecto Sector La Mortandad

Estrato de Tamaño	Intenciones de Cultivo
	Cultivos
0 a 0,5 ha	Empastadas, berries
0,51 a 1 ha	Frutales
1,01 a 3,0 ha	Empastadas,
3,01 a 12,0 ha	Frutales
12,01 a 50,0 ha	No sabe
Mayor de 50 ha	
Total La Mortandad	Empastadas, frutales, berries

En el sector de Las Guardias, los productores encuestados señalan que las alternativas productivas con mayor dotación de agua, son empastadas, arándano, frambuesa, frutales e invernaderos, como se observa en la próxima tabla.

Tabla 6.4-180 Intenciones de Cultivo con Proyecto Sector Las Guardias

Estrato de Tamaño	Intenciones de Cultivo
	Cultivos
0 a 0,5 ha	Empastados, no sabe
0,51 a 1 ha	Arándano, frambuesa, frutales, alfalfa, empastadas
1,01 a 3,0 ha	Empastadas, invernadero, frutales, hortalizas
3,01 a 12,0 ha	Hortalizas, frutales, empastadas
12,01 a 50,0 ha	
Mayor de 50 ha	Cerezos
Total Las Guardias	Arándano, frambuesa, cerezo, frutales, alfalfa, empastadas

En el sector Luis Cruz Martínez, como se aprecia en la tabla siguiente, las alternativas productivas con mayor dotación de agua señaladas por los encuestados corresponden a hortalizas, alfalfa, papas y avena.

Tabla 6.4-181 Intenciones de Cultivo con Proyecto Sector Luis Cruz Martínez

Estrato de Tamaño	Cuantos años secos los últimos 5
	Nº
0 a 0,5 ha	Hortalizas, nada
0,51 a 1 ha	Hortalizas, alfalfa, avena, nada
1,01 a 3,0 ha	Alfalfa, hortalizas
3,01 a 12,0 ha	Alfalfa, hortalizas
12,01 a 50,0 ha	Maíz, papas, alfalfa
Mayor de 50 ha	
Total Luis Cruz Martínez	Hortalizas, alfalfa, maíz, papa, avena, nada

En el sector Macal, los productores señalan que las alternativas productivas con mayor dotación de agua, son hortalizas, frutales, frambuesa, cerezo, invernaderos y empastadas, como se observa en la próxima tabla.

Tabla 6.4-182 Intenciones de Cultivo con Proyecto Sector Macal

Estrato de Tamaño	Intenciones de Cultivo
	Cultivos
0 a 0,5 ha	Hortalizas, frutales, frambuesa, alfalfa, invernadero
0,51 a 1 ha	Hortalizas, frutales, frambuesa, alfalfa, empastadas
1,01 a 3,0 ha	Hortalizas, frutales, empastadas, invernadero
3,01 a 12,0 ha	Empastadas, frutales, hortalizas
12,01 a 50,0 ha	Cerezos, praderas
Mayor de 50 ha	
Total Macal	Hortaliza, cerezo, frambuesa, empastada, invernadero

En el sector de Pichinal, como se observa en la próxima tabla, las alternativas productivas con mayor dotación de agua indicadas por los encuestados corresponden a hortalizas, frutilla, frutales, nogal, maíz, alfalfa y trébol.

Tabla 6.4-183 Intenciones de Cultivo con Proyecto Sector Pichinal

Estrato de Tamaño	Intenciones de Cultivo
	Cultivos
0 a 0,5 ha	Empastadas, hortalizas, frutilla
0,51 a 1 ha	Hortalizas, empastadas, frutales
1,01 a 3,0 ha	Hortalizas, alfalfa, trébol, empastadas, frutales
3,01 a 12,0 ha	Nogales, alfalfa, praderas
12,01 a 50,0 ha	Frutilla, hortalizas, praderas, maíz
Mayor de 50 ha	
Total Pichinal	Hortalizas, frutales, nogal, maíz, alfalfa, trébol

En el sector Maitenal, como se observa en la tabla siguiente, en todos los estratos de tamaño señalaron las empastadas, sólo en dos estratos aparecen los frutales, lo que da cuenta de la tradición del sector.

Tabla 6.4-184 Intenciones de Cultivo con Proyecto Sector Maitenal

Estrato de Tamaño	Intenciones de Cultivo
	Cultivos
0 a 0,5 ha	Chacras, empastadas
0,51 a 1 ha	Empastadas,
1,01 a 3,0 ha	Empastadas, frutales
3,01 a 12,0 ha	Empastadas, papa, frutales, hortalizas
12,01 a 50,0 ha	Empastadas
Mayor de 50 ha	Avellano, empastadas
Total Maitenal	Empastada, chacras, papa, avellano, frutales, hortalizas

En el sector de La Vega, las alternativas productivas con mayor dotación de agua, son más amplias, destacando la participación de frambuesa y cerezo, como se observa en la próxima tabla.

Tabla 6.4-185 Intenciones de Cultivo con Proyecto Sector La Vega

Estrato de Tamaño	Intenciones de Cultivo
	Cultivos
0 a 0,5 ha	Papas, porotos y frambuesa
0,51 a 1 ha	Alfalfa, frambuesa
1,01 a 3,0 ha	Cerezo, huerta familiar, alfalfa
3,01 a 12,0 ha	---
12,01 a 50,0 ha	---
Mayor de 50 ha	---
Total La Vega	Papas, porotos, huerta, frambuesa, cerezo y alfalfa

Cabe señalar que en los diferentes sectores que componen el área de estudio se evidenciaron diferentes grados de interés por inversiones en riego, destacando aquellos en que todos los encuestados están de acuerdo en invertir, como es el caso de Lara, La Mortandad, Pichinal y Maitenal, como se ratifica en las tablas siguientes.

Tabla 6.4-186 Interés por Inversiones Sector Lara

Estrato de Tamaño	Interes por Inversiones				Total	
	Si	%	No	%	Nº	%
0 a 0,5 ha						
0,51 a 1 ha						
1,01 a 3,0 ha	2	100,0			2	100,0
3,01 a 12,0 ha						
12,01 a 50,0 ha						
Mayor de 50 ha	1	100,0			1	100,0
Total Lara	3	100,0			3	100,0

Tabla 6.4-187 Interés por Inversiones Sector La Mortandad

Estrato de Tamaño	Interes por Inversiones				Total	
	Si	%	No	%	Nº	%
0 a 0,5 ha	3	100,0			3	100,0
0,51 a 1 ha	1	100,0			1	100,0
1,01 a 3,0 ha	2	100,0			2	100,0
3,01 a 12,0 ha	1	100,0			1	100,0
12,01 a 50,0 ha	1	100,0			1	100,0
Mayor de 50 ha	2	100,0			2	100,0
Total La Mortandad	10	100,0			10	100,0

Tabla 6.4-188 Interés por Inversiones Sector Pichinal

Estrato de Tamaño	Interes por Inversiones				Total	
	Si	%	No	%	Nº	%
0 a 0,5 ha	4	100,0			4	100,0
0,51 a 1 ha	10	100,0			10	100,0
1,01 a 3,0 ha	13	100,0			13	100,0
3,01 a 12,0 ha	8	100,0			8	100,0
12,01 a 50,0 ha	7	100,0			7	100,0
Mayor de 50 ha						
Total Pichinal	42	100,0			42	100,0

Tabla 6.4-189 Interés por Inversiones Sector Maitenal

Estrato de Tamaño	Interes por Inversiones				Total	
	Si	%	No	%	Nº	%
0 a 0,5 ha	3	100,0			3	100,0
0,51 a 1 ha	4	100,0			4	100,0
1,01 a 3,0 ha	6	100,0			6	100,0
3,01 a 12,0 ha	8	100,0			8	100,0
12,01 a 50,0 ha	3	100,0			3	100,0
Mayor de 50 ha	2	100,0			2	100,0
Total Maitenal	26	100,0			26	100,0

Entretanto, en los sectores Los Puquios, Las Guardias, Luis Cruz Martínez, Macal y La Vega, si bien los agricultores tienen interés en inversiones en el tema de riego, existe una proporción que no está de acuerdo, monto que alcanza al 35,7%; 36,4%; 3,1%; 3,8% y 24,2%, respectivamente, tal como se aprecia claramente en las próximas tablas.

Tabla 6.4-190 Interés por Inversiones Sector Los Puquios

Estrato de Tamaño	Interes por Inversiones				Total	
	Si	%	No	%	Nº	%
0 a 0,5 ha	1	50,0	1	50,0	2	100,0
0,51 a 1 ha	1	50,0	1	50,0	2	100,0
1,01 a 3,0 ha	4	80,0	1	20,0	5	100,0
3,01 a 12,0 ha	1	33,3	2	66,7	3	100,0
12,01 a 50,0 ha	1	100,0			1	100,0
Mayor de 50 ha	1	100,0			1	100,0
Total Los Puquios	9	64,3	5	35,7	14	100,0

Tabla 6.4-191 Interés por Inversiones Sector Las Guardias

Estrato de Tamaño	Interes por Inversiones				Total	
	Si	%	No	%	Nº	%
0 a 0,5 ha	2	100,0			2	100,0
0,51 a 1 ha	4	50,0	4	50,0	8	100,0
1,01 a 3,0 ha	5	71,4	2	28,6	7	100,0
3,01 a 12,0 ha	2	66,7	1	33,3	3	100,0
12,01 a 50,0 ha						
Mayor de 50 ha	1	50,0	1	50,0	2	100,0
Total Las Guardias	14	63,6	8	36,4	22	100,0

Tabla 6.4-192 Interés por Inversiones Sector Luis Cruz Martínez

Estrato de Tamaño	Interes por Inversiones				Total	
	Si	%	No	%	Nº	%
0 a 0,5 ha	5	100,0			5	100,0
0,51 a 1 ha	17	94,4	1	5,6	18	100,0
1,01 a 3,0 ha	2	100,0			2	100,0
3,01 a 12,0 ha	4	100,0			4	100,0
12,01 a 50,0 ha	3	100,0			3	100,0
Mayor de 50 ha						
Total Luis Cruz Martínez	31	96,9	1	3,1	32	100,0

Tabla 6.4-193 Interés por Inversiones Sector Macal

Estrato de Tamaño	Interes por Inversiones				Total	
	Si	%	No	%	Nº	%
0 a 0,5 ha	11	91,7	1	8,3	12	100,0
0,51 a 1 ha	14	93,3	1	6,7	15	100,0
1,01 a 3,0 ha	12	100,0			12	100,0
3,01 a 12,0 ha	11	100,0			11	100,0
12,01 a 50,0 ha	2	100,0			2	100,0
Mayor de 50 ha						
Total Macal	50	96,2	2	3,8	52	100,0

Tabla 6.4-194 Interés por Inversiones Sector La Vega

Estrato de Tamaño	Interes por Inversiones				Total	
	Si	%	No	%	Nº	%
0 a 0,5 ha	5	83,3	1	16,7	6	100,0
0,51 a 1 ha	9	75,0	3	25,0	12	100,0
1,01 a 3,0 ha	10	71,4	4	28,6	14	100,0
3,01 a 12,0 ha	1	100,0			1	100,0
12,01 a 50,0 ha						
Mayor de 50 ha						
Total La Vega	25	75,8	8	24,2	33	100,0

De esta manera, en el área total de estudio el 89,7% de los agricultores manifestó estar interesado en inversiones en riego, en tanto que el 10,3% no se interesa. Estos resultados se presentan en la tabla siguiente.

Tabla 6.4-195 Interés por Inversiones Total Área

Estrato de Tamaño	Interes por Inversiones				Total	
	Si	%	No	%	Nº	%
0 a 0,5 ha	34	91,9	3	8,1	37	100,0
0,51 a 1 ha	60	85,7	10	14,3	70	100,0
1,01 a 3,0 ha	56	88,9	7	11,1	63	100,0
3,01 a 12,0 ha	36	92,3	3	7,7	39	100,0
12,01 a 50,0 ha	17	100,0			17	100,0
Mayor de 50 ha	7	87,5	1	12,5	8	100,0
Total Área	210	89,7	24	10,3	234	100,0

Si se analiza la información referente al interés por invertir en obras de riego con las intenciones de cultivos de existir seguridad de riego, se denota un gran interés por asegurar este recurso, pero enfocado más bien a asegurar el agua al actual patrón de cultivos, es decir

esencialmente en chacras, hortalizas y empastadas. La presencia de interés hacia cultivos de mayor rentabilidad, lo cual sería más lógico considerando los elevados costos en inversión en obras de riego, no está asimilado en la mayoría de los agricultores, lo cual es concordante en una zona que se ha reorientado hacia el turismo.

Asimismo, se les consultó su disposición al financiamiento de las obras de riego, donde el 100% de los entrevistados en el sector de Lara está dispuesto a hacerlo, proporción que en Los Puquios alcanza al 64,3%, en La Mortandad al 72,7%, en Las Guardias al 54,5%, en Luis Cruz Martínez al 96,9%, en Pichinal al 90,7%, en Maitenal al 76,9% y en La Vega alcanza al 66,7%. Estos antecedentes que se presentan en las próximas tablas.

Tabla 6.4-196 Disposición a Financiamiento Sector Lara

Estrato de Tamaño	Dispuesto a Financiar Mejoramientos				Total	
	Si	%	No	%	Nº	%
0 a 0,5 ha						
0,51 a 1 ha						
1,01 a 3,0 ha	2	100,0			2	100,0
3,01 a 12,0 ha						
12,01 a 50,0 ha						
Mayor de 50 ha	1	100,0			1	100,0
Total Lara	3	100,0			3	100,0

Tabla 6.4-197 Disposición a Financiamiento Sector Los Puquios

Estrato de Tamaño	Dispuesto a Financiar Mejoramientos				Total	
	Si	%	No	%	Nº	%
0 a 0,5 ha	1	50,0	1	50,0	2	100,0
0,51 a 1 ha	1	50,0	1	50,0	2	100,0
1,01 a 3,0 ha	4	80,0	1	20,0	5	100,0
3,01 a 12,0 ha	1	33,3	2	66,7	3	100,0
12,01 a 50,0 ha	1	100,0			1	100,0
Mayor de 50 ha	1	100,0			1	100,0
Total Los Puquios	9	64,3	5	35,7	14	100,0

Tabla 6.4-198 Disposición a Financiamiento Sector La Mortandad

Estrato de Tamaño	Dispuesto a Financiar Mejoramientos				Total	
	Si	%	No	%	Nº	%
0 a 0,5 ha	2	66,7	1	33,3	3	100,0
0,51 a 1 ha	1	100,0			1	100,0
1,01 a 3,0 ha	1	50,0	1	50,0	2	100,0
3,01 a 12,0 ha			1	100,0	1	100,0
12,01 a 50,0 ha	1	100,0			1	100,0
Mayor de 50 ha	3	100,0			3	100,0
Total La Mortandad	8	72,7	3	27,3	11	100,0

Tabla 6.4-199 Disposición a Financiamiento Sector Las Guardias

Estrato de Tamaño	Dispuesto a Financiar Mejoramientos				Total	
	Si	%	No	%	Nº	%
0 a 0,5 ha	1	50,0	1	50,0	2	100,0
0,51 a 1 ha	3	37,5	5	62,5	8	100,0
1,01 a 3,0 ha	5	71,4	2	28,6	7	100,0
3,01 a 12,0 ha	2	66,7	1	33,3	3	100,0
12,01 a 50,0 ha						
Mayor de 50 ha	1	50,0	1	50,0	2	100,0
Total Las Guardias	12	54,5	10	45,5	22	100,0

Tabla 6.4-200 Disposición a Financiamiento Sector Luis Cruz Martínez

Estrato de Tamaño	Dispuesto a Financiar Mejoramientos				Total	
	Si	%	No	%	Nº	%
0 a 0,5 ha	5	100,0			5	100,0
0,51 a 1 ha	17	94,4	1	5,6	18	100,0
1,01 a 3,0 ha	2	100,0			2	100,0
3,01 a 12,0 ha	4	100,0			4	100,0
12,01 a 50,0 ha	3	100,0			3	100,0
Mayor de 50 ha						
Total Luis Cruz Martínez	31	96,9	1	3,1	32	100,0

Tabla 6.4-201 Disposición a Financiamiento Sector Macal

Estrato de Tamaño	Dispuesto a Financiar Mejoramientos				Total	
	Si	%	No	%	Nº	%
0 a 0,5 ha	11	91,7	1	8,3	12	100,0
0,51 a 1 ha	14	93,3	1	6,7	15	100,0
1,01 a 3,0 ha	12	100,0			12	100,0
3,01 a 12,0 ha	11	100,0			11	100,0
12,01 a 50,0 ha	2	100,0			2	100,0
Mayor de 50 ha						
Total Macal	50	96,2	2	3,8	52	100,0

Tabla 6.4-202 Disposición a Financiamiento Sector Pichinal

Estrato de Tamaño	Dispuesto a Financiar Mejoramientos				Total	
	Si	%	No	%	Nº	%
0 a 0,5 ha	3	75,0	1	25,0	4	100,0
0,51 a 1 ha	9	90,0	1	10,0	10	100,0
1,01 a 3,0 ha	13	100,0			13	100,0
3,01 a 12,0 ha	8	88,9	1	11,1	9	100,0
12,01 a 50,0 ha	6	85,7	1	14,3	7	100,0
Mayor de 50 ha						
Total Pichinal	39	90,7	4	9,3	43	100,0

Tabla 6.4-203 Disposición a Financiamiento Sector Maitenal

Estrato de Tamaño	Dispuesto a Financiar Mejoramientos				Total	
	Si	%	No	%	Nº	%
0 a 0,5 ha	3	100,0			3	100,0
0,51 a 1 ha	4	100,0			4	100,0
1,01 a 3,0 ha	4	66,7	2	33,3	6	100,0
3,01 a 12,0 ha	6	75,0	2	25,0	8	100,0
12,01 a 50,0 ha	2	66,7	1	33,3	3	100,0
Mayor de 50 ha	1	50,0	1	50,0	2	100,0
Total Maitenal	20	76,9	6	23,1	26	100,0

Tabla 6.4-204 Disposición a Financiamiento Sector La Vega

Estrato de Tamaño	Dispuesto a Financiar Mejoramientos				Total	
	Si	%	No	%	Nº	%
0 a 0,5 ha	4	66,7	2	33,3	6	100,0
0,51 a 1 ha	9	75,0	3	25,0	12	100,0
1,01 a 3,0 ha	8	57,1	6	42,9	14	100,0
3,01 a 12,0 ha	1	100,0			1	100,0
12,01 a 50,0 ha						
Mayor de 50 ha						
Total La Vega	22	66,7	11	33,3	33	100,0

De esta manera, al analizar la situación en la totalidad del área, como se aprecia en la tabla siguiente, el 82,2% de los encuestados está dispuesto a financiar obras de riego, aspecto positivo que se tendrá en consideración al momento de llevar a cabo el proyecto.

Tabla 6.4-205 Disposición a Financiamiento Total Área

Estrato de Tamaño	Dispuesto a Financiar Mejoramientos				Total	
	Si	%	No	%	Nº	%
0 a 0,5 ha	30	81,1	7	18,9	37	100,0
0,51 a 1 ha	58	82,9	12	17,1	70	100,0
1,01 a 3,0 ha	51	81,0	12	19,0	63	100,0
3,01 a 12,0 ha	33	82,5	7	17,5	40	100,0
12,01 a 50,0 ha	15	88,2	2	11,8	17	100,0
Mayor de 50 ha	7	77,8	2	22,2	9	100,0
Total Área	194	82,2	42	17,8	236	100,0

Existe una concordancia entre el interés en invertir en obras de riego y la de disposición a financiamiento. Se debe aclarar que las respuestas no consideran información de los reales costos de las inversiones, razón por la cual, si bien es relevante que la mayoría de los encuestados estén dispuestos a financiar las obras, esta disposición puede cambiar al momento de transparentar los montos a ser financiados. Esto, unido a que las intenciones de cultivo con seguridad de riego, no son auspiciosas, denota que el área requerirá de un fuerte programa de reconversión agrícola y de transferencia tecnológica.

7 ESTUDIO DE MERCADOS, COMERCIALIZACIÓN Y PRECIOS

7.1 Mercados Situación Actual

En el Estudio de Mercado de Situación Actual se analizó el destino de la producción del área de estudio, con los resultados de la encuesta simple, donde se informa para cada rubro productivo el destino de la producción, puntos de comercialización y precios.

Entre los destinos de producción se tomó en consideración la proporción que es destinada a ventas, autoconsumo y pérdidas. En relación a los puntos de venta, éstos pueden ser en el predio a intermediarios o directamente en molinos, ferias libres, ferias ganaderas, agroindustria y exportadoras. El autoconsumo, puede tratarse de consumo familiar, consumo animal y/o insumo para la próxima temporada.

Cabe señalar que, en el caso de la producción de autoconsumo, es factible clasificarla como de subsistencia. No obstante, con el propósito de evaluar el proyecto, es necesario valorizar tanto los ingresos como los costos atribuibles a cada cultivo o ganado.

En términos generales, cabe señalar que luego de analizar los resultados de la encuesta simple se pudo constatar que los destinos de la producción corresponden a ventas y autoconsumo. El punto de venta más utilizado corresponde a puesto en el predio, donde se vende a intermediarios o consumidores finales.

A continuación, se detalla la situación por rubro productivo.

- Ganadería

En ganadería se comercializa ganado ovino, caprino y bovino. En el primer caso se constató un total de 69 observaciones con producción de ganado ovino, de los cuales el 78,3% informó venta de corderos, el 21,7% restante destina toda la producción a autoconsumo. Las ventas tienen lugar en el predio durante el año, aunque la mayor cantidad de observaciones informan el mes de diciembre. Los precios informados varían entre \$40.000 y \$60.000 por cabeza de 30

a 50 kilos. La mayoría de los casos con precios del orden de \$50.000 la unidad de 40 kilos. El precio promedio de las observaciones es de \$52.222 por cabeza. La fracción de autoconsumo varía entre 10 y 80%.

Los caprinos, con diez observaciones y nueve con ventas, se transan en el predio, durante la época de verano a precios de \$25.000 a \$50.000 la unidad de 30 kilos, anotando un promedio de \$43.333 la unidad. La fracción que se destina a autoconsumo fluctúa entre un 8% y 20%.

En bovinos, se informó la venta tanto de terneros como de novillos de 1 a 2 años. En los primeros, con seis observaciones, el peso que fluctúa entre 180 a 200 kilos la unidad y, en el segundo, con nueve observaciones, el peso varía entre 200 y 350 kilos por animal. Se venden en el predio a un valor promedio de \$1.000 el kilo, independiente de la categoría. Además, en dos ocasiones se informó la venta de vacas, con precios de \$200.000 y \$300.000 la unidad, de 400 kilos.

- Hortalizas

La mayoría de los agricultores dedicados al rubro de hortalizas informó la producción verduras de hoja en invernadero o huertas caseras, con un total de 34 observaciones, de las cuales 28 casos destinan la totalidad de la cosecha a autoconsumo, los seis restantes comercializan entre el 70 y 90% de la producción, en el predio, sin información de precios.

Las hortalizas que se comercializan individualmente corresponden a habas, lechuga, choclo, poroto granado y tomate.

En habas, con una observación, se transa el 90% de la cosecha, entre los meses de diciembre y febrero en el predio, a \$1.000 el kilo, el resto de la producción se destina al autoconsumo.

En el caso de lechuga se detectó la participación de cuatro productores y otros cinco con hortalizas de hoja, los que serán representados por lechuga, venden durante todo el año, en el predio. Transan entre el 90 y 100% de la producción a \$500 la unidad, la fracción restante es de autoconsumo.

En el caso del choclo, con tres observaciones, dos informaron venta de toda la producción, entre diciembre y enero a \$200 la unidad, en el predio. El otro encuestado, perdió el 90% de la cosecha y el 10% fue de autoconsumo.

El poroto granado, con tres observaciones, que venden entre el 90 y 100% de la producción en el predio, entre diciembre y febrero, a precios del orden de \$1.000 el kilo, el 10% restante es de autoconsumo.

En el caso del tomate, con dos observaciones, transan toda la cosecha, en el predio, durante el verano a \$500 el kilo.

- Cultivos

Los cultivos tradicionales están representados por avena, grano y papa. Esta última con un caso, que destina el 10% de la cosecha a autoconsumo y el 90% restante fue pérdida.

La avena, con cuatro observaciones, uno es de autoconsumo y tres comercializan toda la cosecha, en el predio a un precio de \$350 el kilo.

- Frutales

Los frutales están representados mayoritariamente por avellano, cerezo, frambuesa, manzano, nogal y huertos caseros, estos últimos de autoconsumo.

En avellano, no se informó de producción y ventas, ya que se trata de tres observaciones en formación.

En manzano, con dos casos, no se obtuvo producción por falta de agua.

En el caso del nogal, con trece observaciones, se constató que un encuestado no tiene producción por falta de agua; siete productores destinaron la producción a autoconsumo, ya que no tienen volumen suficiente para ser comercializado por falta de agua; un productor

especificó que perdió el 50% de la cosecha y el resto es de autoconsumo. Sólo cuatro agricultores informan ventas, dos sin datos de precios, uno a \$3.000 el kilo y otros transa a \$40.000 el saco de 35 kilos, lo que promedió \$1.429 el kilo, las ventas son en el predio.

En cerezos, con seis observaciones, tres agricultores venden toda la cosecha en San Fabián y puesto predio, a \$1.500 el kilo el primero y \$1.000 los últimos, en diciembre-enero. Los otros encuestados perdieron la cosecha por falta de agua.

El rubro correspondiente a frambuesa es el que presenta el mayor número de observaciones (quince) con la transacción de la totalidad de la producción entre diciembre y marzo (12 casos). La mayoría de los productores comercializan la frambuesa en el predio a precios del orden de \$1.000 a \$1.500 el kilo, la mayoría a \$1.400 el kilo. Sólo un caso señaló la venta a una exportadora ubicada en la VIII Región, a un precio de \$1.700 el kilo.

7.2 Estudio General de Mercados

En este acápite se realizó una recopilación y análisis de antecedentes bibliográficos para los principales productos agropecuarios desarrollados en el área del estudio y de aquellos que presentan viabilidad técnica y económica de expandir su superficie en Situación Futura o con Proyecto. Dicha información corresponde a la superficie de cultivo nacional, regional y provincial, evolución de la producción, canales de comercialización, precios, exportaciones, importaciones, acuerdos comerciales, perspectivas, etc.

El análisis de mercados, precios y comercialización, tanto nacional como de exportación, se basó en información obtenida mediante la revisión de distintas publicaciones y estudios efectuados por los siguientes organismos:

- Instituto Nacional de Estadísticas, INE.
- Oficina de Estudios y Políticas Agrarias, ODEPA.
- CIREN-CORFO.
- COTRISA
- Revista del Campo

Actualmente, Chile mantiene relaciones comerciales con un gran número de países con los cuales intercambia productos pagando el arancel vigente en cada uno de ellos, y éstos a su vez, deben cancelar el impuesto vigente en Chile. No obstante, en la última década se han firmado diversos Tratados de Libre Comercio, entre los que se destacan el suscrito con China, Japón, la Unión Europea, Estados Unidos y Corea; asimismo, existen otros Acuerdos de Complementación Económica con MERCOSUR, Canadá, Colombia, México y Perú, entre otros. Además, se mantienen conversaciones con otros bloques para consolidar eventuales tratados. Para los acuerdos suscritos se dará a conocer la desgravación arancelaria por producto a estudiar y las perspectivas en cada uno de los mercados.

En relación a los productos a analizar en el presente acápite, cabe señalar que, de acuerdo a los antecedentes se pudo determinar que entre los cultivos anuales destaca la participación de papa, trigo y maíz; entre las hortalizas figuran haba, lechuga y poroto granado. En frutales, las especies más relevantes son avellano, cerezo, frambuesa y nogal, entre otros. En ganadería, se destaca la producción de bovinos, caprinos y ovinos.

Cabe señalar que en estudios previos los agentes consultados en el área de estudio indicaron que, en términos generales, entre los rubros con mayores expectativas de expansión visualizan en frutales a arándano, cerezo, nogal y avellano; en cultivos señalan que continuarían con los mismos, especialmente papa, pero con mayores rendimientos en el caso de contar con agua de riego. Otros estarían dispuestos a aumentar la actividad pecuaria, mejorando el rendimiento de praderas. Asimismo, destacan que si cuentan con agua de riego suficiente podrían cultivar hortalizas, tanto al aire libre como invernadero.

De esta manera el listado definitivo de rubros a analizar es el siguiente:

- Cultivos
 - Avena Grano
 - Maíz Grano
 - Papa
 - Trigo
- Pecuarios
 - Bovinos
 - Caprinos

- Ovinos
- Hortalizas
 - Betarraga
 - Choclo
 - Haba
 - Lechuga
 - Poroto Granado
 - Tomate Consumo Fresco
 - Zanahoria
- Frutales
 - Arándano
 - Avellano Europeo
 - Cerezo
 - Frambuesa
 - Frutilla
 - Manzano
 - Nogal

Por último, es preciso indicar que el análisis de precios se efectuó utilizando las series de precios de ODEPA del mercado mayorista de Santiago, COTRISA y Revista del Campo, todos sin IVA, expresados en moneda de mayo de 2020.

Sin lugar a dudas que los distintos acuerdos comerciales suscritos por Chile han sido beneficiosos para el sector agrícola, ya que se espera un crecimiento de las exportaciones hacia los distintos nichos comerciales. No obstante, los productos que sustituyen importaciones se han visto afectados.

Se debe señalar que países como Estados Unidos y los que conforman la Unión Europea subsidian la producción agrícola y las exportaciones, especialmente en rubros como cereales, azúcar y lácteos. Lo anterior se traduce en una reducción artificial de los precios internacionales y en una disminución de la competitividad de los países que no subsidian su agricultura, como es el caso de Chile.

No obstante, como consecuencia de la firma de los TLC y de las reuniones ministeriales sostenidas en diversos foros, se ha instado a la eliminación de los subsidios agrícolas,

situación que en el mediano plazo se materializará, por lo cual no es relevante analizar el efecto de los subsidios en los productos importados por Chile desde esos orígenes.

En la siguiente tabla se presentan las perspectivas para cada rubro analizado en el mediano a largo plazo, es decir, cuando los Tratados de Libre Comercio actualmente vigentes concluyan su desgravación arancelaria. El signo “+” corresponde a perspectivas favorables, el signo “-” a desfavorables. El signo “0”, representa un escenario neutral, por cuanto se trata de productos como papas preparadas y carne, en que Chile tradicionalmente había sido un importador neto, pero con el crecimiento de la producción y adopción de nuevas tecnologías nuestro país se encuentra incursionando en las exportaciones hacia otros mercados, lo que contribuiría a mantener estables los precios en el mercado interno.

Según lo expuesto en este acápite, se concluye que las exportaciones de frutas frescas y procesadas, hortalizas y productos lácteos, debieran continuar con la tendencia creciente constatada actualmente, lo que se fundamenta en que, con motivo de los acuerdos comerciales, éstas podrán competir en mejor pie en el mercado internacional, debido a la rebaja de aranceles de internación.

En cuanto a la carne bovina, se debe señalar que las exportaciones si bien son recientes, la apertura de exigentes mercados tanto en aspectos sanitarios como de calidad, transformarán la producción doméstica. Tendrá lugar una reorientación del mercado, ya que lo más probable es que las importaciones continúen aumentando, pero los precios internos se mantendrán estables, en la medida que se consoliden los mercados de exportación.

En carne, los países de destino son diferentes a los de origen, estos últimos son nichos más exigentes que buscan un producto de una calidad determinada y con un alto estándar sanitario.

De esta manera, las perspectivas para los productos con signo “+” son favorables, y cualquier otra zona aledaña a la del proyecto, que compita con los mismos productos, no perjudicará la producción del área de estudio, ya que Chile es un productor de contraestación que ha identificado plazas de colocación para su producción.

Asimismo, en el caso de la carne bovina, si bien no se espera un aumento de los precios en el ámbito nacional, se estima que los alcanzados actualmente se mantendrán estables, por cuanto las exportaciones lograrán contrarrestar el efecto de las importaciones.

En trigo la situación es más compleja, ya que las internaciones inciden directamente en el precio del mercado nacional. Sólo se mantendrán vigentes los productores que logren economías de escala, situación que tendrá lugar en todas las áreas productoras del país, especialmente en aquellas con condiciones climáticas más favorables para el desarrollo de estas especies.

En el Anexo 7.2-1 Estudio de Mercados se presenta en detalle el Estudio de Mercados, Comercialización y Precios.

Tabla 7.2-1 Perspectivas en el Mediano a Largo Plazo

Producto	Perspectiva
Avena	+
Maíz	-
Papa Semilla	+
Papa Consumo	+
Papas Preparadas	0
Trigo	-
Carne Bovina	0
Carne Ovina	+
Arándano	+
Avellana	+
Cereza	+
Frambuesa	+
Frutilla	+
Manzana	+
Arveja Congelada	+
Choclo Congelado	+
Tomate Fresco	+

Fuente: Elaboración propia, en base a antecedentes recopilados.

La determinación de precios en el presente estudio para los distintos productos se realizó tomando como base los antecedentes de las siguientes fuentes de información:

- Oficina de Estudios y Políticas Agrarias, ODEPA.
- COTRISA
- Revista del Campo
- Encuesta Simple

La metodología general para determinar los precios de los diferentes productos consistió en realizar un análisis de las series de precios a nivel de mercado mayorista de Santiago para los productos de consumo interno y los agricultores encuestados. En el caso de los precios de frutas y hortalizas transadas en el mercado interno, se consideró un margen de comercialización de 30%, proporción que incluye flete y comisión entre productor y mayorista. En ganado bovino se consideró la comisión que cobra la feria ganadera que asciende a 3%. Por último, en frutales de exportación, al retorno FOB se le descontó un margen de 35%, que incluye comisión de exportadora, materiales y servicios.

De esta manera, los precios calculados a productor para los distintos productos recolectados en el área del proyecto, según destino de producción y calidad, se presentan en la siguiente tabla.

Cabe señalar que las cotizaciones de productos se han expresado en moneda de mayo de 2020, sin IVA, y corresponden a valores puestos en la XVI Región. En cada caso se tomó en consideración los precios mensuales de los diez últimos años. Para el dólar se tomó en consideración el valor de dólar observado entre 2016 y 2020, a los que se les descontó el 5% de los valores más altos y el 5% de los más bajos. Según esta metodología, el tipo de cambio es de \$ 677,13 por 1 US\$.

Tabla 7.2-2 Precios a Productor

Producto	Unidad	Época de Venta	Mercado de Destino	Precio a Productor
Avena Grano	Quintal	Febrero	M. Interno	14.916
Maíz Grano	Quintal	Mar-Abr	M. Interno	15.375
Papa	Kilo	Dic - Jun	M. Interno	145
Trigo	Quintal	Dic-Ene	M. Interno	18.382
Bovnos: Novillo	Kilo	Ene - Dic	M. Interno	1.112
Vaca	Kilo		M. Interno	834
Ovinos: Cordero	Kilo	Sep - Dic	M. Interno	52.222
Oveja	Kilo		M. Interno	39.167
Caprinos: Cabrito	Kilo	Dic - Mar	M. Interno	43.333
Cabra	Kilo		M. Interno	32.500
Betarraga	Unidad	Ene - Abr	M. Interno	48
Choclo	Unidad	Dic - Ene	M. Interno	99
Habas	Kilo	Dic - Feb	M. Interno	254
Lechuga	Unidad	Ene - Dic	M. Interno	254
Poroto Granado	Kilo	Dic - Ene	M. Interno	532
Tomate	Kilo	Ene - Feb	M. Interno	209
Zanahoria	Unidad	Ene - Abr	M. Interno	28
Avellano Europeo	Kilo	Abr - Jun	Agroindustria	2.234
Arándano	Kilo	Dic - Mar	Exportación Agroindustria	2.157 677
Cereza	Kilo	Dic - Ene	Exportación M. Interno	2.090 568
Frambuesa	Kilo	Dic - Ene	M. Interno	1.588
Frutilla	Kilo	Nov - Mar	M. Interno	560
Manzana	Kilo	Mar - Abr	Agroindustria M. Interno	85 174
Nuez c/cáscara	Kilo	Abr - Jun	Agroindustria	1.781

Fuente: Elaborado con los antecedentes analizados en este acápite

8 SITUACIÓN ACTUAL AGROPECUARIA

La situación actual agropecuaria está referida a la caracterización productiva y económica de los sectores que componen el Sector 6 del embalse La Punilla, en la comuna de San Fabián.

Por otra parte, la situación actual comprende la obtención del uso actual del suelo o patrón de cultivos, determinación de las demandas de agua de riego, fichas técnicas, gastos indirectos y determinación de valores de márgenes brutos.

Los sectores a caracterizar son los siguientes:

- Lara
- Los Puquios
- La Mortandad
- Las Guardias
- Luis Cruz Martínez
- Pichinal
- Maitenal
- La Vega
- Macal

8.1 Uso del Suelo

Cabe precisar que el uso del suelo se obtuvo directamente del catastro. Los suelos indirectamente productivos, en general, se encuentran ocupados por casas, bodegas, caminos y cercos, entre otros.

En las siguientes tablas, se presenta el uso del suelo para cada Estrato de Tamaño y para el total del Sector de Lara.

Tabla 8.1-1 Lara Uso del Suelo Situación Actual Estrato de Tamaño 1,01 a 3 has

Rubro Productivo	Método de Riego		Uso del Suelo Actual						Rango Rendimiento	Uso Fertilizante	Control Plag.-Enf.
			Riego Superficial		Riego por Pozo		Total				
	Tecnificado	Tradicional	ha	%	ha	%	ha	%		%	%
RIEGO											
Cultivos y Hortalizas											
Maíz		100,00%	0,200	16,7			0,200	6,5	Autoconsumo	100%	100%
Papa		100,00%	0,300	25,0			0,300	9,8	Autoconsumo	100%	100%
Otras Chacras		100,00%	0,200	16,7			0,200	6,5	Autoconsumo	100%	100%
Praderas y Forrajes											
Avena		100,00%	0,500	41,6			0,500	16,3	---	100%	100%
Total Riego			1,200	100,0			1,200	39,1			
SECANO											
Sin Uso Cultivable							0,100	3,3			
Total Secano							0,100	3,3			
Forestado Secano							1,400	45,5			
Indirectamente Productivo							0,370	12,1			
Total Área			1,200				3,070	100,0			

Fuente: Elaboración propia.

En el estrato de 1,01 a 3 has, el riego está destinado a las chacras como maíz y papa, todo regado por métodos tradicionales, aunque los cultivos son de autoconsumo, se fertiliza y se controlan plagas y enfermedades.

Tabla 8.1-2 Lara Uso del Suelo Situación Actual Estrato de Tamaño 3,01 a 12 has

Rubro Productivo	Método de Riego		Uso del Suelo Actual						Rango Rendimiento	Uso Fertilizante	Control Plag.-Enf.
			Riego Superficial		Riego por Pozo		Total				
	Tecnificado	Tradicional	ha	%	ha	%	ha	%		%	%
SECANO											
Sin Uso Cultivable							4,260	46,0			
Total Secano							4,260	46,0			
Forestado Secano							3,000	32,4			
Sin Uso Agrícola							2,000	21,6			
Total Área							9,260	100,0			

Fuente: Elaboración propia.

El estrato de 3,01 a 12 has el único rubro con producción es el forestal. Existen 4,26 has factibles de ser incorporadas a riego y que actualmente están sin uso.

Tabla 8.1-3 Lara Uso del Suelo Situación Actual Estrato de Tamaño 12,01 a 50 has

Rubro Productivo	Método de Riego		Uso del Suelo Actual						Rango Rendimiento	Uso Fertilizante	Control Plag.-Enf.
			Riego Superficial		Riego por Pozo		Total				
	Tecnificado	Tradicional	ha	%	ha	%	ha	%		%	%
SECANO											
Forestado Secano							10,000	33,2			
Indirectamente Productivo							0,150	0,5			
Sin Uso Agrícola							20,000	66,3			
Total Área							30,150	100,0			

Fuente: Elaboración propia.

En este estrato de mayor tamaño, 12,01 a 50 has, al igual que el estrato anterior, está dedicado a la actividad forestal, no existiendo terrenos factibles de incorporar a riego.

Tabla 8.1-4 Lara Uso del Suelo Situación Actual Estrato Tamaño Mayor de 50 has

Rubro Productivo	Método de Riego		Uso del Suelo Actual						Rango Rendimiento	Uso Fertilizante	Control Plag.-Enf.
			Riego Superficial		Riego por Pozo		Total				
	Tecnificado	Tradicional	ha	%	ha	%	ha	%	%	%	
RIEGO											
Praderas y Forrajes											
Alfalfa		100,00%	50,000	50,0			50,000	1,6	---	100%	
Trébol		100,00%	50,000	50,0			50,000	1,6	---	100%	
Total Riego			100,000	100,0			100,000	3,2			
Forestado Secano							3.000,000	96,7			
Indirectamente Productivo							2,000	0,1			
Total Área			100,000				3.102,000	100,0			

Fuente: Elaboración propia.

El estrato mayor de 50 has, aunque la mayor parte de la superficie está forestada, existen 100 has dedicadas a la actividad ganadera con riego tradicional, fertilización y control de plagas y enfermedades.

Tabla 8.1-5 Total Uso del Suelo Sector Lara

Rubro Productivo	Método de Riego		Uso del Suelo Actual					
			Riego Superficial		Riego por Pozo		Total	
	Tecnificado	Tradicional	ha	%	ha	%	ha	%
RIEGO								
Cultivos y Hortalizas								
Maíz		100,00%	0,200	0,2			0,200	0,01
Papa		100,00%	0,300	0,3			0,300	0,01
Otras Chacras		100,00%	0,200	0,2			0,200	0,01
Praderas y Forrajes								
Alfalfa		100,00%	50,000	49,4			50,000	1,6
Trébol		100,00%	50,000	49,4			50,000	1,6
Avena		100,00%	0,500	0,5			0,500	0,02
Total Riego			101,200	100,0			101,200	3,2
SECANO								
Sin Uso Cultivable							4,360	0,1
Total Secano							4,360	0,1
Forestado Secano							3.014,400	95,9
Indirectamente Productivo							2,520	0,1
Sin Uso Agrícola							22,000	0,7
Total Área			101,200				3.144,480	100,0

Fuente: Elaboración propia.

En el sector Lara, la principal actividad es la ganadería, tanto bovina como ovina, situación que se presenta en las siguientes fotografías.



Fotografía 8.1-1 Ganado Bovino en Lara



Fotografía 8.1-2 Ganado Ovino en Lara

La última fotografía del sector Lara, muestra una pradera de alfalfa bajo riego.



Fotografía 8.1-3 Cultivo de alfalfa en Lara

En las próximas tablas, se presenta el uso del suelo para cada Estrato de Tamaño y para el total del Sector Los Puquios.

Tabla 8.1-6 Los Puquios Uso del Suelo Situación Actual Estrato de Tamaño 0 a 0,5 has

Rubro Productivo	Método de Riego		Uso del Suelo Actual						Rango Rendimiento	Uso Fertilizante	Control Plag.-Enf.
			Riego Superficial		Riego por Pozo		Total				
	Tecnificado	Tradicional	ha	%	ha	%	ha	%	%	%	
RIEGO											
Frutales y Forestal											
Nogal		100,00%	0,300	100,0			0,300	20,0	---	0%	0%
Total Riego			0,300	100,0			0,300	20,0			
SECANO											
Sin Uso Cultivable							1,050	70,0			
Total Secano							1,050	70,0			
Forestado Secano							0,050	3,3			
Indirectamente Productivo							0,100	6,7			
Total Área			0,300				1,500	100,0			

Fuente: Elaboración propia.

Como se observa en el estrato de 0 a 0,5 has de Los Puquios, predominan los nogales bajo riego tradicional, existiendo alrededor de 1 has disponible para ser incorporada a riego.

Tabla 8.1-7 Los Puquios Uso del Suelo Situación Actual Estrato de Tamaño 0,51 a 1 has

Rubro Productivo	Método de Riego		Uso del Suelo Actual						Rango Rendimiento	Uso Fertilizante	Control Plag.-Enf.
			Riego Superficial		Riego por Pozo		Total				
	Tecnificado	Tradicional	ha	%	ha	%	ha	%		%	%
RIEGO											
Frutales y Forestal											
Nogal	100,00%		0,500	100,0			0,500	27,3	---	0%	0%
Total Riego			0,500	100,0			0,500	27,3			
SECANO											
Sin Uso Cultivable							0,900	49,2			
Total Secano							0,900	49,2			
Forestado Secano							0,250	13,7			
Indirectamente Productivo							0,180	9,8			
Total Área			0,500				1,830	100,0			

Fuente: Elaboración propia.

En este estrato, 0,51 a 1 has, al igual que el estrato menor, el único cultivo es el nogal, regado por goteo, pero sin fertilización ni control de plagas y enfermedades. Existe alrededor de 1 has factible de ser incorporada a riego.

Tabla 8.1-8 Los Puquios Uso del Suelo Situación Actual Estrato de Tamaño 1,01 a 3 has

Rubro Productivo	Método de Riego		Uso del Suelo Actual						Rango Rendimiento	Uso Fertilizante	Control Plag.-Enf.
			Riego Superficial		Riego por Pozo		Total				
	Tecnificado	Tradicional	ha	%	ha	%	ha	%		%	%
RIEGO											
Cultivos y Hortalizas											
Huerta Casera		100,00%	0,030	100,0			0,030	0,2	Autoconsumo	100%	100%
Total Riego			0,030	100,0			0,030	0,2			
SECANO											
Avena							0,800	4,0	---	0%	0%
Sin Uso Cultivable							10,220	51,2			
Total Secano							11,020	55,2			
Forestado Secano							6,150	30,8			
Indirectamente Productivo							2,280	11,4			
Sin Uso Agrícola							0,470	2,4			
Total Área			0,030				19,950	100,0			

Fuente: Elaboración propia.

En el estrato de 1,01 a 3 has, aparecen los primeros cultivos anuales, como huerta casera de autoconsumo. Existe alrededor de 11 has factibles de incorporar a riego, de las cuales actualmente 0,8 has se cultivan con avena.

Tabla 8.1-9 Los Puquios Uso del Suelo Situación Actual Estrato Tamaño 3,01 a 12 has

Rubro Productivo	Método de Riego		Uso del Suelo Actual						Rango Rendimiento	Uso Fertilizante	Control Plag.-Enf.
			Riego Superficial		Riego por Pozo		Total				
	Tecnificado	Tradicional	ha	%	ha	%	ha	%	%	%	
RIEGO											
Cultivos y Hortalizas											
Huerta Casera		100,00%			0,010	2,0	0,010	0,03	Autoconsumo	100%	100%
Frutales y Forestal											
Nogal	100,00%				0,500	98,0	0,500	1,3	---	100%	100%
Total Riego					0,510	100,0	0,510	1,3			
SECANO											
Sin Uso Cultivable							11,980	31,0			
Total Secano							12,980	33,6			
Forestado Secano							21,850	56,5			
Indirectamente Productivo							1,280	3,3			
Sin Uso Agrícola							2,040	5,3			
Total Área					0,510		38,660	100,0			

Fuente: Elaboración propia.

En el estrato de 3,01 a 12 has, existe alrededor de media hectárea con nogales regados por goteo, fertilizados y con control de plagas y enfermedades. También existe huerta casera para autoconsumo predial.

Tabla 8.1-10 Los Puquios Uso Suelo Situación Actual Estrato Tamaño 12,01 a 50 has

Rubro Productivo	Método de Riego		Uso del Suelo Actual						Rango Rendimiento	Uso Fertilizante	Control Plag.-Enf.
			Riego Superficial		Riego por Pozo		Total				
	Tecnificado	Tradicional	ha	%	ha	%	ha	%	%	%	
SECANO											
Sin Uso Cultivable							26,500	51,9			
Total Secano							26,500	51,9			
Forestado Secano							21,500	42,1			
Indirectamente Productivo							2,390	4,7			
Sin Uso Agrícola							0,680	1,3			
Total Área							51,070	100,0			

Fuente: Elaboración propia.

En el estrato de tamaño de 12,01 a 50 has, predomina el rubro forestal, con posibilidad de incorporar al riego existe un área de 26,5 has, actualmente sin uso.

Tabla 8.1-11 Los Puquios Uso Suelo Situación Actual Estrato Tamaño Mayor de 50 has

Rubro Productivo	Método de Riego		Uso del Suelo Actual						Rango Rendimiento	Uso Fertilizante %	Control Plag.-Enf. %
			Riego Superficial		Riego por Pozo		Total				
	Tecnificado	Tradicional	ha	%	ha	%	ha	%			
RIEGO											
Praderas y Forrajes											
Trébol		100,00%	3,000	50,0			3,000	2,8	---	100%	100%
Avena		100,00%	3,000	50,0			3,000	2,8	---	100%	100%
Total Riego			6,000	100,0			6,000	5,6			
SECANO											
Sin Uso Cultivable							39,000	36,4			
Total Secano							39,000	36,4			
Forestado Secano							40,000	37,4			
Indirectamente Productivo							2,000	1,9			
Sin Uso Agrícola							20,000	18,7			
Total Área			6,000				107,000	100,0			

Fuente: Elaboración propia.

El estrato mayor de 50 has, es eminentemente ganadero con cultivos bajo riego como avena y trébol. Existen alrededor de 39 has actualmente sin uso y factibles de incorporar a riego.

Tabla 8.1-12 Total Uso del Suelo Sector Los Puquios

Rubro Productivo	Método de Riego		Uso del Suelo Actual					
			Riego Superficial		Riego por Pozo		Total	
	Tecnificado	Tradicional	ha	%	ha	%	ha	%
RIEGO								
Cultivos y Hortalizas								
Huerta Casera		100,00%	0,030	0,4	0,010	2,0	0,040	0,02
Frutales y Forestal								
Nogal	76,90%	23,10%	0,800	11,8	0,500	98,0	1,300	0,6
Praderas y Forrajes								
Trébol		100,00%	3,000	43,9			3,000	1,4
Avena		100,00%	3,000	43,9			3,000	1,4
Total Riego			6,830	100,0	0,510	100,0	7,340	3,3
SECANO								
Avena							1,800	0,8
Sin Uso Cultivable							89,650	40,7
Total Secano							91,450	41,6
Forestado Secano							89,800	40,9
Indirectamente Productivo							8,230	3,7
Sin Uso Agrícola							23,190	10,5
Total Área			6,830		0,510		220,010	100,0

Fuente: Elaboración propia.

Los cultivos de nogales detectados en este sector son de edad avanzada y, en general, se trata de cultivarlos con la menor cantidad de fertilizantes y agroquímicos. En la siguiente fotografía se visualiza un huerto de esta especie.



Fotografía 8.1-4 Huerto de Nogales en Los Puquios

En la próxima fotografía, se observa una panorámica de suelos de lomajes con praderas destinadas al pastoreo de ganado bovino y ovino.



Fotografía 8.1-5 Praderas en Los Puquios

La última fotografía del sector Los Puquios, muestra parte de suelos planos con potencial de riego forestados.



Fotografía 8.1-6 Suelos Forestados en Los Puquios

En las próximas tablas, se presenta el uso del suelo para cada Estrato de Tamaño y para el total del Sector La Mortandad.

Tabla 8.1-13 La Mortandad Uso Suelo Situación Actual Estrato de Tamaño 0 a 0,5 has

Rubro Productivo	Método de Riego		Uso del Suelo Actual						Rango Rendimiento	Uso Fertilizante %	Control Plag.-Enf. %
			Riego Superficial		Riego por Pozo		Total				
	Tecnificado	Tradicional	ha	%	ha	%	ha	%			
RIEGO											
Cultivos y Hortalizas											
Huerta Casera		100,00%	0,105	95,5			0,105	2,1	Autoconsumo	0%	
Invernadero		100,00%	0,005	4,5			0,005	0,1	Autoconsumo	0%	
Total Riego			0,110	100,0			0,110	2,2			
SECANO											
Pradera Natural							1,390	27,8	Autoconsumo	0%	
Sin Uso Cultivable							2,070	41,4			
Total Secano							3,460	69,2			
Forestado Secano							1,250	25,0			
Sin Uso Agrícola							0,180	3,6			
Total Área			0,110				5,000	100,0			

Fuente: Elaboración propia.

Como se observa en el estrado de 0 a 0,5 has de La Mortandad, predominan los cultivos de autoconsumo, como huerta casera e invernaderos. Para alimentación de ganado existe sólo pradera natural de secano.

Tabla 8.1- 14 La Mortandad Uso Suelo Situación Actual Estrato de Tamaño 0,51 a 1 has

Rubro Productivo	Método de Riego		Uso del Suelo Actual						Rango Rendimiento	Uso Fertilizante	Control Plag.-Enf.
			Riego Superficial		Riego por Pozo		Total				
	Tecnificado	Tradicional	ha	%	ha	%	ha	%	%	%	
RIEGO											
Cultivos y Hortalizas											
Huerta Casera		100,00%	0,005	10,0			0,005	0,1	Autoconsumo	100%	0%
Invernadero		100,00%	0,005	10,0			0,005	0,1	Autoconsumo	100%	0%
Frutales y Forestal											
Huerta Frutal		100,00%	0,040	80,0			0,040	1,0	Autoconsumo	0%	0%
Total Riego			0,050	100,0			0,050	1,3			
SECANO											
Pradera Natural							0,950	23,8	Autoconsumo	0%	0%
Frutales de Secano							0,075	1,9	Autoconsumo	0%	0%
Sin Uso Cultivable							0,930	23,3			
Total Secano							1,955	48,9			
Forestado Secano							1,700	42,4			
Indirectamente Productivo							0,295	7,4			
Total Área			0,050				4,000	100,0			

Fuente: Elaboración propia.

En el estrato de 0,51 a 1 has, al igual que el estrato menor, subsisten los cultivos de autoconsumo, adicionándose a la huerta casera e invernaderos, la huerta frutal. El riego es tradicional, se fertiliza, pero no se realiza control de plagas ni enfermedades.

En el estrato de 1,01 a 3 has, en la siguiente tabla, se observa que continúa el mismo patrón de cultivo que el del estrato de 0,51 a 1 has. Existe la posibilidad de incorporar al riego 8,35 has actualmente de secano, de las cuales actualmente 3,9 has están sin uso.

Tabla 8.1- 15 La Mortandad Uso Suelo Situación Actual Estrato de Tamaño 1,01 a 3 has

Rubro Productivo	Método de Riego		Uso del Suelo Actual						Rango Rendimiento	Uso Fertilizante	Control Plag.-Enf.
			Riego Superficial		Riego por Pozo		Total				
	Tecnificado	Tradicional	ha	%	ha	%	ha	%	%	%	
RIEGO											
Cultivos y Hortalizas											
Huerta Casera		100,00%	0,273	77,6	0,232	77,9	0,505	3,9	Autoconsumo	100%	0%
Invernadero		100,00%	0,003	0,9	0,002	0,7	0,005	0,04	Autoconsumo	100%	0%
Frutales y Forestal											
Huerta Frutal		100,00%	0,076	21,6	0,064	21,4	0,140	1,1	Autoconsumo	0%	0%
Total Riego			0,352	100,1	0,298	100,0	0,650	5,0			
SECANO											
Pradera Natural							4,450	34,2	Autoconsumo	0%	0%
Sin Uso Cultivable							3,900	30,0			
Total Secano							8,350	64,2			
Forestado Secano							3,350	25,8			
Indirectamente Productivo							0,650	5,0			
Total Área			0,352		0,298		13,000	100,0			

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 8.1-16 La Mortandad Uso Suelo Situación Actual Estrato Tamaño 3,01 a 12 has

Rubro Productivo	Método de Riego		Uso del Suelo Actual						Rango Rendimiento	Uso Fertilizante %	Control Plag.-Enf. %
			Riego Superficial		Riego por Pozo		Total				
	Tecnificado	Tradicional	ha	%	ha	%	ha	%			
RIEGO											
Cultivos y Hortalizas											
Frutales y Forestal											
Avellano Europeo	100,00%		3,500	53,8			3,500	11,9	---	100%	0%
Otros Frutales	100,00%		3,000	46,2			3,000	10,2	---	100%	0%
Total Riego			6,500	100,0			6,500	22,0			
SECANO											
Sin Uso Cultivable							13,000	44,1			
Total Secano							13,000	44,1			
Forestado Secano							9,300	31,4			
Indirectamente Productivo							0,700	2,4			
Total Área			6,500				29,500	100,0			

Fuente: Elaboración propia.

En el estrato de 3,01 a 12 has, se detectó la presencia de avellano europeo en formación; éstos son regados por goteo y con aplicación de fertilizantes, pero no de control de plagas y enfermedades. Existen actualmente 13 has sin uso factibles de incorporar al riego.

Tabla 8.1-17 La Mortandad Uso Suelo Situación Actual Estrato Tamaño 12,01 a 50 has

Rubro Productivo	Método de Riego		Uso del Suelo Actual						Rango Rendimiento	Uso Fertilizante %	Control Plag.-Enf. %
			Riego Superficial		Riego por Pozo		Total				
	Tecnificado	Tradicional	ha	%	ha	%	ha	%			
RIEGO											
Frutales y Forestal											
Manzano	100,00%		2,000	40,0			2,000	2,0	---	100%	100%
Nogal	100,00%		1,000	20,0			1,000	1,0	---	100%	100%
Otros Frutales	100,00%		2,000	40,0			2,000	2,0	---	100%	100%
Total Riego			5,000	100,0			5,000	4,9			
SECANO											
Sin Uso Cultivable							33,500	32,7			
Total Secano							33,500	32,7			
Forestado Secano							63,000	61,5			
Indirectamente Productivo							0,800	0,8			
Total Área			5,000				102,300	100,0			

Fuente: Elaboración propia.

En el estrato de tamaño de 12,01 a 50 has, predominan los frutales como manzano y nogales, todos en plena producción y regados con métodos tradicionales, con fertilización y control de plagas y enfermedades. Actualmente, existe un total de 33,5 has sin uso, factibles de ser incorporadas al riego.

Tabla 8.1-18 La Mortandad Uso Suelo Situación Actual Estrato Tamaño Mayor de 50 has

Rubro Productivo	Método de Riego		Uso del Suelo Actual						Rango Rendimiento	Uso Fertilizante %	Control Plag.-Enf. %
			Riego Superficial		Riego por Pozo		Total				
	Tecnificado	Tradicional	ha	%	ha	%	ha	%			
RIEGO											
Frutales y Forestal											
Avellano Europeo	100,00%		8,000	88,9			8,000	0,4	---	100%	
Nogal		100,00%	1,000	11,1			1,000	0,1	---	100%	
Total Riego			9,000	100,0			9,000	0,5			
SECANO											
Pradera Natural							520,000	27,8	Autoconsumo	0%	
Sin Uso Cultivable							22,700	1,2			
Total Secano							542,700	29,1			
Forestado Secano							1,292,000	69,2			
Indirectamente Productivo							22,400	1,2			
Sin Uso Agrícola							1,400	0,1			
Total Área			9,000				1.867,500	100,0			

Fuente: Elaboración propia.

En el estrato mayor de 50 has, al igual que el estrato anterior, en riego sólo se cultivan frutales. Se detectó la presencia de avellanos regados por goteo y nogales regados en forma tradicional. El cultivo predominante son las praderas naturales en secano con alrededor de 520 has.

Tabla 8.1-19 Total Uso del Suelo Sector La Mortandad

Rubro Productivo	Método de Riego		Uso del Suelo Actual					
			Riego Superficial		Riego por Pozo		Total	
	Tecnificado	Tradicional	ha	%	ha	%	ha	%
RIEGO								
Cultivos y Hortalizas								
Huerta Casera		100,00%	0,383	1,8	0,232	77,9	0,615	0,03
Invernadero		100,00%	0,013	0,1	0,002	0,7	0,015	0,001
Frutales y Forestal								
Avellano Europeo	100,00%		11,500	54,7			11,500	0,6
Manzano		100,00%	2,000	9,5			2,000	0,10
Nogal		100,00%	2,000	9,5			2,000	0,1
Huerta Frutal		100,00%	0,116	0,6	0,064	21,5	0,180	0,01
Otros Frutales	60,00%	40,00%	5,000	23,8			5,000	0,2
Total Riego			21,012	100,0	0,298	100,1	21,310	1,1
SECANO								
Pradera Natural							526,790	26,1
Frutales de Secano							0,075	0,004
Sin Uso Cultivable							76,100	3,8
Total Secano							602,965	29,8
Forestado Secano							1.370,600	67,8
Indirectamente Productivo							24,845	1,2
Sin Uso Agrícola							1,580	0,1
Total Área			21,012		0,298		2.021,300	100,0

Fuente: Elaboración propia.

En el sector La Mortandad, para el autoconsumo predominan huertas caseras e invernaderos, tal como el que se observa en la siguiente fotografía.



Fotografía 8.1-7 Invernadero en sector La Mortandad

En la próxima fotografía, se observa un huerto de avellano europeo en formación, los cuales son manejados en forma tecnificada.



Fotografía 8.1-8 Huerto de Avellano Europeo en La Mortandad

La última fotografía del sector La Mortandad, muestra praderas naturales para pastoreo de ganado ovino y bovino.



Fotografía 8.1-9 Praderas Naturales en La Mortandad

En las próximas tablas, se presenta el uso del suelo para cada Estrato de Tamaño y para el total del Sector Las Guardias.

Tabla 8.1-20 Las Guardias Uso del Suelo Situación Actual Estrato Tamaño 0 a 0,5 has

Rubro Productivo	Método de Riego		Uso del Suelo Actual						Rango Rendimiento	Uso Fertilizante %	Control Plag.-Enf. %
			Riego Superficial		Riego por Pozo		Total				
	Tecnificado	Tradicional	ha	%	ha	%	ha	%			
RIEGO											
Cultivos y Hortalizas											
Huerta Casera		100,00%	0,270	100,0			0,270	9,9	Autoconsumo	100%	0%
Total Riego			0,270	100,0			0,270	9,9			
SECANO											
Pradera Natural							0,230	8,4	Autoconsumo	0%	0%
Sin Uso Cultivable							1,470	53,8			
Total Secano							1,700	62,3			
Forestado Secano							0,500	18,3			
Indirectamente Productivo							0,260	9,5			
Total Área			0,270				2,730	99,9			

Fuente: Elaboración propia.

Como se observa en el estrato de 0 a 0,5 has de Las Guardias, predominan los cultivos de autoconsumo y para la alimentación de ganado menor. En el caso de la pradera natural, ésta es de secano.

Tabla 8.1-21 Las Guardias Uso del Suelo Situación Actual Estrato Tamaño 0,51 a 1 has

Rubro Productivo	Método de Riego		Uso del Suelo Actual						Rango Rendimiento	Uso Fertilizante %	Control Plag.-Enf. %
			Riego Superficial		Riego por Pozo		Total				
	Tecnificado	Tradicional	ha	%	ha	%	ha	%			
RIEGO											
Cultivos y Hortalizas											
Huerta Casera		100,00%	0,204	38,0	0,115	38,0	0,319	1,5	Autoconsumo	85%	0%
Invernadero		100,00%	0,007	1,3	0,004	1,3	0,011	0,1	Autoconsumo	85%	0%
Frutales y Forestal											
Cerezo		100,00%	0,192	35,8	0,108	35,6	0,300	1,5	---	0%	0%
Huerta Frutal		100,00%	0,102	19,0	0,058	19,1	0,160	0,8	Autoconsumo	0%	0%
Praderas y Forrajes											
Otras Praderas		100,00%	0,032	5,9	0,018	5,9	0,050	0,2	Autoconsumo	0%	0%
Total Riego			0,537	100,0	0,303	99,9	0,840	4,1			
SECANO											
Pradera Natural							3,250	15,8	Autoconsumo	0%	0%
Sin Uso Cultivable							5,780	28,0			
Total Secano							9,030	43,8			
Forestado Secano							6,800	32,9			
Indirectamente Productivo							3,470	16,8			
Sin Uso Agrícola							0,490	2,4			
Total Área			0,537		0,303		20,630	100,0			

Fuente: Elaboración propia.

En este estrato, 0,51 a 1 has, al igual que el estrato menor, subsisten los cultivos de autoconsumo, pero se visualiza el cultivo de cerezos con riego tradicional y huerta frutal de autoconsumo, dándole un mayor valor al terreno. Todo el riego es efectuado por métodos tradicionales.

Tabla 8.1-22 Las Guardias Uso del Suelo Situación Actual Estrato Tamaño 1,01 a 3 has

Rubro Productivo	Método de Riego		Uso del Suelo Actual						Rango Rendimiento	Uso Fertilizante %	Control Plag.-Enf. %
			Riego Superficial		Riego por Pozo		Total				
	Tecnificado	Tradicional	ha	%	ha	%	ha	%			
RIEGO											
Cultivos y Hortalizas											
Huerta Casera		100,00%	0,060	2,5			0,060	0,2	Autoconsumo	0%	0%
Invernadero		100,00%	0,017	0,7			0,017	0,1	Autoconsumo	0%	0%
Frutales y Forestal											
Cerezo		100,00%	0,100	4,2			0,100	0,4	4 Ton	100%	100%
Nogal		100,00%	0,750	31,4			0,750	2,9	---	100%	0%
Huerta Frutal		100,00%	0,080	3,3			0,080	0,3	Autoconsumo	0%	0%
Praderas y Forrajes											
Trébol		15,00%	85,00%	1,383	57,9		1,383	5,4	200-300 Fardos	100%	50%
Total Riego			2,390	100,0			2,390	9,3			
SECANO											
Pradera Natural							6,900	26,7	Autoconsumo	0%	0%
Sin Uso Cultivable							7,500	29,0			
Total Secano							14,400	55,7			
Forestado Secano							6,300	24,4			
Indirectamente Productivo							2,590	10,0			
Sin Uso Agrícola							0,150	0,6			
Total Área			2,390				25,830	100,0			

Fuente: Elaboración propia.

En el estrato de 1,01 a 3 has, aparecen los primeros frutales de mayor rentabilidad y regados por goteo, como el cerezo y el nogal. En cerezo se aplica fertilizante y control de plagas y enfermedades, en nogal sólo se fertiliza.

Tabla 8.1-23 Las Guardias Uso Suelo Situación Actual Estrato Tamaño 3,01 a 12 has

Rubro Productivo	Método de Riego		Uso del Suelo Actual						Rango Rendimiento	Uso Fertilizante	Control Plag.-Enf.
			Riego Superficial		Riego por Pozo		Total				
	Tecnificado	Tradicional	ha	%	ha	%	ha	%		%	%
RIEGO											
Cultivos y Hortalizas											
Huerta Casera		100,00%	0,503	21,7	0,247	21,7	0,750	5,0	Autoconsumo	100%	0%
Frutales y Forestal											
Cerezo	100,00%		0,101	4,4	0,049	4,3	0,150	1,0	4 Ton	100%	100%
Huerta Frutal	9,00%	91,00%	0,369	16,0	0,181	15,9	0,550	3,7	---	100%	0%
Praderas y Forrajes											
Trébol		100,00%	1,340	57,9	0,660	58,0	2,000	13,3	100 Fardos	100%	0%
Total Riego			2,313	100,0	1,137	99,9	3,450	23,0			
SECANO											
Pradera Natural							4,750	31,7	Autoconsumo	0%	0%
Sin Uso Cultivable							1,000	6,7			
Total Secano							5,750	38,3			
Forestado Secano							4,500	30,0			
Indirectamente Productivo							0,800	5,3			
Sin Uso Agrícola							0,500	3,3			
Total Área			2,313		1,137		15,000	100,0			

Fuente: Elaboración propia.

En el estrato de 3,01 a 12 has, también se detectó la presencia de cerezos, éstos se riegan por goteo. En cuanto a superficie de praderas, el trébol regado por tendido es el que ocupa una mayor superficie del riego. En secano existen 4,75 has de praderas naturales y 1 has sin uso, todas con factibilidad de ser introducidas al riego.

Tabla 8.1-24 Las Guardias Uso Suelo Situación Actual Estrato Tamaño Mayor de 50 has

Rubro Productivo	Método de Riego		Uso del Suelo Actual						Rango Rendimiento	Uso Fertilizante	Control Plag.-Enf.
			Riego Superficial		Riego por Pozo		Total				
	Tecnificado	Tradicional	ha	%	ha	%	ha	%		%	%
RIEGO											
Frutales y Forestal											
Cerezo	100,00%		0,710	1,8	0,290	1,8	1,000	0,04	---	100%	0%
Manzano	100,00%		1,420	3,6	0,580	3,6	2,000	0,1	1,2 Ton	100%	100%
Nogal	100,00%		1,420	3,6	0,580	3,6	2,000	0,1	---	100%	100%
Otros Frutales	100,00%		24,850	62,5	10,150	62,5	35,000	1,5	---	100%	100%
Forestal	100,00%		11,360	28,5	4,640	28,5	16,000	0,7	---	0%	0%
Total Riego			39,760	100,0	16,240	100,0	56,000	2,4			
SECANO											
Pradera Natural							70,000	3,0	Autoconsumo	0%	0%
Sin Uso Cultivable							15,000	0,7			
Total Secano							85,000	3,7			
Forestado Secano							2,147,000	93,5			
Indirectamente Productivo							9,000	0,4			
Total Área			39,760		16,240		2,297,000	100,0			

Fuente: Elaboración propia.

El estrato mayor de 50 has, no presenta cultivos de autoconsumo, detectándose en riego el 100% de la superficie con frutales, destacando cerezos, manzano y nogales. En relación a la mayor superficie de otros frutales, estos no se identificaron porque están en proceso de reemplazo. Destaca un vivero forestal.

Tabla 8.1-25 Total Uso del Suelo Sector Las Guardias

Rubro Productivo	Método de Riego		Uso del Suelo Actual					
			Riego Superficial		Riego por Pozo		Total	
	Tecnificado	Tradicional	ha	%	ha	%	ha	%
RIEGO								
Cultivos y Hortalizas								
Huerta Casera	4,30%	95,70%	1,037	2,3	0,362	2,0	1,399	0,1
Invernadero	60,70%	39,30%	0,024	0,1	0,004	0,02	0,028	0,001
Frutales y Forestal								
Cerezo	16,10%	83,90%	1,103	2,4	0,447	2,5	1,550	0,1
Manzano		100,00%	1,420	3,1	0,580	3,3	2,000	0,08
Nogal	27,30%	72,70%	2,170	4,8	0,580	3,3	2,750	0,1
Huerta Frutal	6,30%	93,70%	0,551	1,2	0,239	1,4	0,790	0,03
Otros Frutales		100,00%	24,850	54,9	10,150	57,4	35,000	1,5
Forestal	100,00%		11,360	25,1	4,640	26,2	16,000	0,7
Praderas y Forrajes								
Trébol	6,10%	93,90%	2,723	6,0	0,660	3,7	3,383	0,1
Otras Praderas		100,00%	0,032	0,1	0,018	0,1	0,050	0,002
Total Riego			45,270	100,0	17,680	99,9	62,950	2,7
SECANO								
Pradera Natural							85,130	3,6
Sin Uso Cultivable							30,750	1,3
Total Secano							115,880	4,9
Forestado Secano							2.165,100	91,7
Indirectamente Productivo							16,120	0,7
Sin Uso Agrícola							1,140	
Total Área			45,270		17,680		2.361,190	100,0

Fuente: Elaboración propia.

En el sector Las Guardias, al igual que la mayoría de los sectores, para el autoconsumo predial los agricultores utilizan invernaderos y huertas al aire libre, sobre todo en la parte más alta del valle de San Fabián. En la siguiente fotografía se observa un invernadero aledaño a una pradera de trébol.



Fotografía 8.1-10 Invernadero en sector Las Guardias

En la próxima fotografía, se observa un huerto de nogales adultos, los cuales no son manejados en forma tecnificada.



Fotografía 8.1-11 Huerto de Nogales en Las Guardias

La última fotografía del sector Las Guardias, muestra praderas naturales sobre las cuales pastan un rebaño de ovejas.



Fotografía 8.1-12 Ganado Ovino sobre Praderas Naturales en Las Guardias

En las próximas tablas, se presenta el uso del suelo para cada Estrato de Tamaño y para el total del Sector Luis Cruz Martínez.

Tabla 8.1-26 Luis Cruz Martínez Uso Suelo Situación Actual Estrato Tamaño 0 a 0,5 has

Rubro Productivo	Método de Riego		Uso del Suelo Actual						Rango Rendimiento	Uso Fertilizante	Control Plag.-Enf.
			Riego Superficial		Riego por Pozo		Total				
	Tecnificado	Tradicional	ha	%	ha	%	ha	%		%	%
RIEGO											
Cultivos y Hortalizas											
Huerta Casera	100,00%		0,554	30,0	0,076	30,2	0,630	8,9	Autoconsumo	0%	0%
Invernadero	100,00%		0,018	1,0	0,002	0,8	0,020	0,3	Autoconsumo	0%	0%
Frutales y Forestal											
Huerta Frutal	100,00%		0,088	4,8	0,012	4,8	0,100	1,4	Autoconsumo	100%	0%
Praderas y Forrajes											
Avena	100,00%		0,308	16,7	0,042	16,7	0,350	5,0	---	100%	0%
Pradera Natural	100,00%		0,880	47,5	0,120	47,5	1,000	14,2	---	0%	0%
Total Riego			1,848	100,0	0,252	100,0	2,100	29,7			
SECANO											
Avena							0,700	9,9	---	100%	0%
Sin Uso Cultivable							1,910	27,1			
Total Secano							2,610	37,0			
Forestado Secano							1,430	20,2			
Indirectamente Productivo							0,620	8,8			
Sin Uso Agrícola							0,300	4,2			
Total Área			1,848		0,252		7,060	100,0			

Fuente: Elaboración propia.

Como se observa en el estrato de 0 a 0,5 has de Luis Cruz Martínez, en riego existen cultivos de autoconsumo como huerta casera, invernaderos y huerta frutal. Para la alimentación de ganado se riega avena y pradera natural, esta última es la que concentra la mayor proporción de los terrenos regados. Todo es regado por métodos tradicionales.

Tabla 8.1-27 Luis Cruz Martínez Uso Suelo Situación Actual Est. Tamaño 0,51 a 1 has

Rubro Productivo	Método de Riego		Uso del Suelo Actual						Rango Rendimiento	Uso Fertilizante %	Control Plag.-Enf. %
			Riego Superficial		Riego por Pozo		Total				
	Tecnificado	Tradicional	ha	%	ha	%	ha	%			
RIEGO											
Cultivos y Hortalizas											
Avena		100,00%	1,485	46,9	0,165	46,9	1,650	6,0	---	66%	33%
Huerta Casera		100,00%	0,063	2,0	0,007	2,0	0,070	0,3	Autoconsumo	100%	0%
Invernadero	100,00%		0,090	2,8	0,010	2,8	0,100	0,4	Autoconsumo	100%	0%
Frutales y Forestal											
Frambuesa	100,00%		0,234	7,4	0,026	7,4	0,260	0,9	---	66%	33%
Huerta Frutal		100,00%	0,018	0,6	0,002	0,6	0,020	0,1	Autoconsumo	100%	100%
Praderas y Forrajes											
Otras Praderas	100,00%		0,180	5,7	0,020	5,7	0,200	0,7	Autoconsumo	0%	0%
Pradera Natural		100,00%	1,098	34,6	0,122	34,6	1,220	4,4	---	0%	0%
Total Riego			3,168	100,0	0,352	100,0	3,520	12,7			
SECANO											
Pradera Natural							0,740	2,7	--	0%	0%
Sin Uso Cultivable							10,700	38,7			
Total Secano							11,440	41,3			
Forestado Secano							8,470	30,4			
Indirectamente Productivo							2,340	8,5			
Sin Uso Agrícola							1,900	6,9			
Total Área			3,168		0,352		27,670	100,0			

Fuente: Elaboración propia.

En este estrato de 0,51 a 1 has, al igual que el estrato menor, subsisten los cultivos de autoconsumo, pero se visualiza el cultivo de frambuesas, dándole un mayor valor al terreno. Todo el riego es efectuado por métodos tradicionales a excepción de la frambuesa, invernadero y parte de las praderas. Existen alrededor de 11 has de secano factibles de ser incorporadas a riego.

Tabla 8.1-28 Luis Cruz Martínez Uso Suelo Situación Actual Est. Tamaño 1,01 a 3 has

Rubro Productivo	Método de Riego		Uso del Suelo Actual						Rango Rendimiento	Uso Fertilizante %	Control Plag.-Enf. %
			Riego Superficial		Riego por Pozo		Total				
	Tecnificado	Tradicional	ha	%	ha	%	ha	%			
RIEGO											
Cultivos y Hortalizas											
Huerta Casera		100,00%	0,010	1,0			0,010	0,1	Autoconsumo	0%	0%
Praderas y Forrajes											
Trébol		100,00%	0,500	49,5			0,500	3,9	---	100%	0%
Avena		100,00%	0,500	49,5			0,500	3,9	---	100%	0%
Total Riego			1,010	100,0			1,010	7,9			
SECANO											
Sin Uso Cultivable							6,650	52,0			
Total Secano							7,650	59,8			
Forestado Secano							3,400	26,5			
Indirectamente Productivo							0,740	5,8			
Total Área			1,010				12,800	100,0			

Fuente: Elaboración propia.

En el estrato de 1,01 a 3 has, el riego es tradicional y se distribuye entre especies forrajeras, como trébol y avena y huerta casera de autoconsumo. Existe alrededor de 6,7 has de terrenos actualmente sin uso factibles de incorporar a riego.

En general no se aplica control de plagas ni enfermedades, en las forrajeras se aplica fertilizantes.

Tabla 8.1-29 Luis Cruz Martínez Uso Suelo Sit. Actual Estrato Tamaño 3,01 a 12 has

Rubro Productivo	Método de Riego		Uso del Suelo Actual						Rango Rendimiento	Uso Fertilizante %	Control Plag.-Enf. %
			Riego Superficial		Riego por Pozo		Total				
	Tecnificado	Tradicional	ha	%	ha	%	ha	%			
RIEGO											
Cultivos y Hortalizas											
Trigo	50,00%	50,00%	0,525	12,2	0,725	12,2	1,250	1,3	---	100%	100%
Maíz	20,00%	80,00%	1,365	31,6	1,885	31,6	3,250	3,4	---	50%	50%
Huerta Casera	11,00%	89,00%	0,953	22,1	1,317	22,1	2,270	2,4	Autoconsumo	40%	20%
Poroto Granado		100,00%	0,420	9,7	0,580	9,7	1,000	1,1	---	0%	0%
Praderas y Forrajes											
Trébol	50,00%	50,00%	0,525	12,2	0,725	12,2	1,250	1,3	---	100%	100%
Avena	50,00%	50,00%	0,525	12,2	0,725	12,2	1,250	1,3	---	100%	100%
Total Riego			4,313	100,0	5,957	100,0	10,270	10,9			
SECANO											
Avena							2,000	2,1	---	50%	0%
Pradera Natural							11,700	12,4	---	0%	0%
Sin Uso Cultivable							45,960	48,6			
Total Secano							59,660	63,1			
Forestado Secano							17,400	18,5			
Indirectamente Productivo							4,170	4,4			
Sin Uso Agrícola							2,980	3,2			
Total Área			4,313		5,957		94,480	100,0			

Fuente: Elaboración propia.

En el estrato de 3,01 a 12 has, existe una mayor proporción de riego tecnificado aplicado tanto a cereales y chacras como a forrajeras. En cuanto a superficie regada predomina el trigo y el maíz grano. En el caso del trigo y forrajeras se fertiliza y se hace control de plagas y

enfermedades. En secano se cultiva avena y pradera natural, totalizando 59,7 has si se consideran los suelos sin uso y que son factibles de ser incorporados a riego.

Tabla 8.1-30 Luis Cruz Martínez Uso Suelo Sit. Actual Estrato Tamaño 12,01 a 50 has

Rubro Productivo	Método de Riego		Uso del Suelo Actual						Rango Rendimiento	Uso Fertilizante %	Control Plag.-Enf. %
			Riego Superficial		Riego por Pozo		Total				
	Tecnificado	Tradicional	ha	%	ha	%	ha	%			
RIEGO											
Cultivos y Hortalizas											
Trigo		100,00%	2,500	100,0			2,500	4,1	---	0%	0%
Total Riego			2,500	100,0			2,500	4,1			
SECANO											
Avena							2,500	4,1	---	0%	0%
Pradera Natural							10,600	17,6	---	0%	0%
Sin Uso Cultivable							10,680	17,7			
Total Secano							23,780	39,4			
Forestado Secano							26,000	43,2			
Indirectamente Productivo							0,020	0,03			
Sin Uso Agrícola							8,000	13,3			
Total Área			2,500				60,300	100,0			

Fuente: Elaboración propia.

En el estrato de tamaño de 12,01 a 50 has, sigue predominando el trigo bajo riego tradicional con 2,5 has. En secano, además de los suelos sin uso, se produce avena y pradera natural. En total en secano se dispone de aproximadamente 23,8 has factibles de ser incorporadas a riego.

Tabla 8.1-31 Total Uso del Suelo Sector Luis Cruz Martínez

Rubro Productivo	Método de Riego		Uso del Suelo Actual					
			Riego Superficial		Riego por Pozo		Total	
	Tecnificado	Tradicional	ha	%	ha	%	ha	%
RIEGO								
Cultivos y Hortalizas								
Avena		100,00%	1,485	11,6	0,165	2,5	1,650	0,8
Trigo	16,70%	83,30%	3,025	23,6	0,725	11,1	3,750	1,9
Maíz	20,00%	80,00%	1,365	10,6	1,885	28,7	3,250	1,6
Papa								
Huerta Casera	8,40%	91,60%	1,580	12,3	1,400	21,3	2,980	1,5
Invernadero	83,30%	16,70%	0,108	0,8	0,012	0,2	0,120	0,1
Poroto Granado		100,00%	0,420	3,3	0,580	8,8	1,000	0,5
Frutales y Forestal								
Frambuesa	100,00%		0,234	1,8	0,026	0,4	0,260	0,1
Huerta Frutal		100,00%	0,106	0,8	0,014	0,2	0,120	0,1
Praderas y Forrajes								
Trébol	35,70%	64,30%	1,025	8,0	0,725	11,1	1,750	0,9
Avena	29,80%	70,20%	1,333	10,4	0,767	11,7	2,100	1,0
Otras Praderas	100,00%		0,180	1,4	0,020	0,3	0,200	0,1
Pradera Natural		100,00%	1,978	15,4	0,242	3,7	2,220	1,1
Total Riego			12,839	100,0	6,561	100,0	19,400	9,6
SECANO								
Avena							6,200	3,1
Pradera Natural							23,040	11,4
Sin Uso Cultivable							75,900	37,5
Total Secano							105,140	52,0
Forestado Secano							56,700	27,9
Indirectamente Productivo							7,890	3,9
Sin Uso Agrícola							13,180	6,5
Total Área			12,839		6,561		202,310	100,0

Fuente: Elaboración propia.

En la siguiente fotografía, se observa una panorámica de parte del área del sector Luis Cruz Martínez con praderas naturales y ganado ovino.



Fotografía 8.1-13 Ganado Ovino sobre Praderas Naturales en Luis Cruz Martínez

En las próximas tablas, se presenta el uso del suelo para cada Estrato de Tamaño y para el total del Sector Macal.

Tabla 8.1-32 Macal Uso del Suelo Situación Actual Estrato de Tamaño 0 a 0,5 has

Rubro Productivo	Método de Riego		Uso del Suelo Actual						Rango Rendimiento	Uso Fertilizante	Control Plag.-Enf.
			Riego Superficial		Riego por Pozo		Total				
	Tecnificado	Tradicional	ha	%	ha	%	ha	%	%	%	
RIEGO											
Cultivos y Hortalizas											
Huerta Casera		100,00%	0,123	6,3	0,052	6,2	0,175	0,9	Autoconsumo	100%	0%
Invernadero	45,00%	55,00%	0,140	7,1	0,060	7,2	0,200	1,1	Autoconsumo	100%	15%
Frutales y Forestal											
Frambuesa		100,00%	0,196	10,0	0,084	10,0	0,280	1,5	2,3 Ton	100%	0%
Huerta Frutal		100,00%	0,802	40,9	0,343	40,9	1,145	6,1	Autoconsumo	50%	0%
Praderas y Forrajes											
Trébol		100,00%	0,175	8,9	0,075	8,9	0,250	1,3	---	100%	0%
Pradera Natural		100,00%	0,525	26,8	0,225	26,8	0,750	4,0	---	0%	0%
Total Riego			1,961	100,0	0,839	100,0	2,800	15,0			
SECANO											
Otras Praderas							1,400	7,5	250 Fardos	100%	0%
Pradera Natural							6,560	35,2	---	0%	0%
Frutales de Secano							0,400	2,1	Autoconsumo	100%	0%
Sin Uso Cultivable							4,220	22,7			
Total Secano							12,580	67,6			
Forestado Secano							1,300	7,2			
Indirectamente Productivo							1,940	10,4			
Total Área			1,961		0,839		18,620	100,0			

Fuente: Elaboración propia.

Como se observa en el estrato de 0 a 0,5 has de Macal, existen cultivos de autoconsumo como huerta casera, invernadero y huerta frutal. Existe una pequeña superficie de frambuesa regada

en forma tradicional. En cuanto a superficie, predominan los cultivos de secano que totalizan 12,58 has factibles de ser regadas con el proyecto. También se visualizan terrenos forestados e improductivos.

Tabla 8.1-33 Macal Uso del Suelo Situación Actual Estrato de Tamaño 0,51 a 1 has

Rubro Productivo	Método de Riego		Uso del Suelo Actual						Rango Rendimiento	Uso Fertilizante	Control Plag.-Enf.
			Riego Superficial		Riego por Pozo		Total				
	Tecnificado	Tradicional	ha	%	ha	%	ha	%		%	%
RIEGO											
Cultivos y Hortalizas											
Huerta Casera	38,00%	62,00%	0,452	8,6	0,128	8,7	0,580	1,8	Autoconsumo	100%	0%
Invernadero	72,00%	28,00%	0,140	2,7	0,040	2,7	0,180	0,6	Autoconsumo	100%	0%
Poroto Granado		100,00%	0,070	1,3	0,020	1,4	0,090	0,3	---	0%	0%
Frutales y Forestal											
Frambuesa		100,00%	0,390	7,5	0,110	7,5	0,500	1,5	4 ton	100%	0%
Huerta Frutal		100,00%	0,936	17,9	0,264	17,9	1,200	3,7	Autoconsumo	71%	0%
Praderas y Forrajes											
Trébol		100,00%	0,332	6,4	0,093	6,3	0,425	1,3	150 Fardos	100%	0%
Avena		100,00%	0,137	2,6	0,038	2,6	0,175	0,5	150 Fardos	100%	0%
Otras Praderas		100,00%	0,655	12,5	0,185	12,6	0,840	2,6	---	100%	0%
Pradera Natural	9,00%	91,00%	2,114	40,5	0,596	40,3	2,710	8,4	---	0%	0%
Total Riego			5,226	100,0	1,474	100,0	6,700	20,7			
SECANO											
Pradera Natural							11,810	36,5	---	0%	0%
Sin Uso Cultivable							9,210	28,4			
Total Secano							21,020	64,9			
Forestado Secano							1,750	5,4			
Indirectamente Productivo							2,510	7,8			
Sin Uso Agrícola							0,400	1,2			
Total Área			5,226		1,474		32,380	100,0			

Fuente: Elaboración propia.

En este estrato, 0,51 a 1 has, al igual que el estrato menor, subsisten los cultivos de autoconsumo, pero se visualiza el cultivo de frambuesas, dándole un mayor valor al terreno. El riego es efectuado en parte por métodos tecnificados, aunque predomina el riego tradicional.

Tabla 8.1-34 Macal Uso del Suelo Situación Actual Estrato de Tamaño 1,01 a 3 has

Rubro Productivo	Método de Riego		Uso del Suelo Actual						Rango Rendimiento	Uso Fertilizante	Control Plag.-Enf.
			Riego Superficial		Riego por Pozo		Total				
	Tecnificado	Tradicional	ha	%	ha	%	ha	%	%	%	
RIEGO											
Cultivos y Hortalizas											
Huerta Casera	51,00%	49,00%	1,367	15,3	0,643	15,3	2,010	3,8	Autoconsumo	78%	0%
Otras Chacras		100,00%	0,850	9,5	0,400	9,5	1,250	2,4	Autoconsumo	100%	0%
Frutales y Forestal											
Cerezo	100,00%		0,680	7,6	0,320	7,6	1,000	1,9	---	100%	100%
Frambuesa		100,00%	0,388	4,3	0,182	4,3	0,570	1,1	2 Ton	100%	0%
Huerta Frutal		100,00%	0,986	11,0	0,464	11,0	1,450	2,8	Autoconsumo	50%	0%
Otros Frutales	100,00%		0,340	3,8	0,160	3,8	0,500	1,0	---	100%	100%
Praderas y Forrajes											
Alfalfa	50,00%	50,00%	0,340	3,8	0,160	3,8	0,500	1,0	80 Fardos	100%	0%
Trébol	50,00%	50,00%	0,340	3,8	0,160	3,8	0,500	1,0	80 Fardos	100%	0%
Avena		100,00%	0,340	3,8	0,160	3,8	0,500	1,0	150 Fardos	100%	0%
Otras Praderas		100,00%	2,312	25,9	1,088	25,9	3,400	6,5	280 Fardos	50%	0%
Pradera Natural		100,00%	0,986	11,2	0,464	11,2	1,450	2,8	---	0%	0%
Total Riego			8,929	100,0	4,201	100,0	13,130	25,1			
SECANO											
Trigo											
Avena							2,600	5,0	---	33%	0%
Trébol							0,800	1,5	---	0%	0%
Otras Praderas							2,340	4,5	250 Fardos	100%	0%
Pradera Natural							6,660	12,7	---	0%	0%
Sin Uso Cultivable							15,770	30,1			
Total Secano							28,170	53,8			
Forestado Secano							9,560	18,1			
Indirectamente Productivo							1,460	2,8			
Total Área			8,929		4,201		52,320	100,0			

Fuente: Elaboración propia.

En el estrato de 1,01 a 3 has, aparecen los primeros frutales de mayor rentabilidad, como el cerezo, regado en forma tecnificada y con aplicación de fertilizantes y control de plagas y enfermedades. También se observa el cultivo de alfalfa, especie no muy difundida en la zona dado sus mayores requerimientos hídricos y climáticos.

El estrato de 3,01 a 12 has, que se observa en la siguiente tabla, mantiene el patrón de cultivo de los estratos anteriores con presencia de cultivos de autoconsumo, de frambuesa y de alfalfa, entre otras especies.

Se debe señalar que existen alrededor de 85 has de secano factibles de ser incorporadas al riego y que actualmente se encuentran con praderas naturales, frutales de secano y terrenos sin uso.

Tabla 8.1-35 Macal Uso del Suelo Situación Actual Estrato de Tamaño 3,01 a 12 has

Rubro Productivo	Método de Riego		Uso del Suelo Actual						Rango Rendimiento	Uso Fertilizante %	Control Plag.-Enf. %
			Riego Superficial		Riego por Pozo		Total				
	Tecnificado	Tradicional	ha	%	ha	%	ha	%			
RIEGO											
Cultivos y Hortalizas											
Huerta Casera		100,00%	1.429	9,8	0,091	9,7	1.520	1,1	Autoconsumo	100%	50%
Invernadero		100,00%	0,150	1,0	0,010	1,1	0,160	0,1	Autoconsumo	100%	33%
Frutales y Forestal											
Frambuesa		100,00%	0,423	2,9	0,027	2,9	0,450	0,3	2,8-6 Ton	100%	0%
Huerta Frutal		100,00%	0,470	3,2	0,030	3,2	0,500	0,4	Autoconsumo	0%	0%
Otros Frutales		100,00%	0,470	3,2	0,030	3,2	0,500	0,4	---	100%	0%
Praderas y Forrajes											
Alfalfa	100,00%		1.880	12,8	0,120	12,8	2,000	1,5	---	100%	0%
Trébol		100,00%	2,350	16,0	0,150	16,0	2,500	1,8	---	100%	50%
Avena		100,00%	0,705	4,8	0,045	4,8	0,750	0,5	---	100%	0%
Otras Praderas		100,00%	0,235	1,6	0,015	1,6	0,250	0,2	---	100%	0%
Pradera Natural		100,00%	6,533	44,7	0,417	44,7	6,950	5,1	---	0%	0%
Total Riego			14,645	100,0	0,935	100,0	15,580	11,3			
SECANO											
Otras Praderas							4,400	3,2	250 Fardos	100%	0%
Pradera Natural							48,800	35,6	---	0%	0%
Frutales de Secano							0,500	0,4	Autoconsumo	0%	0%
Sin Uso Cultivable							31,100	22,7			
Total Secano							84,800	61,8			
Forestado Secano							28,540	20,7			
Indirectamente Productivo							4,850	3,5			
Sin Uso Agrícola							3,500	2,5			
Total Área			14,645		0,935		137,270	100,0			

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 8.1-36 Macal Uso del Suelo Situación Actual Estrato de Tamaño 12,01 a 50 has

Rubro Productivo	Método de Riego		Uso del Suelo Actual						Rango Rendimiento	Uso Fertilizante %	Control Plag.-Enf. %
			Riego Superficial		Riego por Pozo		Total				
	Tecnificado	Tradicional	ha	%	ha	%	ha	%			
RIEGO											
Praderas y Forrajes											
Otras Praderas		100,00%	3,000	100,0			3,000	3,5	---	0%	0%
Total Riego			3,000	100,0			3,000	3,5			
SECANO											
Trébol							5,000	5,8	200 Fardos	50%	0%
Pradera Natural							14,300	16,6	---	0%	0%
Sin Uso Cultivable							27,800	32,2			
Total Secano							47,100	54,6			
Forestado Secano							35,700	41,3			
Indirectamente Productivo							0,520	0,6			
Total Área			3,000				86,320	100,0			

Fuente: Elaboración propia.

En este estrato de mayor tamaño, 12,01 a 50 has, predominan tanto en riego como en secano las praderas para ganado. En secano existen alrededor de 47 has factibles de ser incorporadas a riego con el presente proyecto.

Tabla 8.1-37 Macal Uso del Suelo Situación Actual Estrato Tamaño Mayor de 50 has

Rubro Productivo	Método de Riego		Uso del Suelo Actual						Rango Rendimiento	Uso Fertilizante %	Control Plag.-Enf. %
			Riego Superficial		Riego por Pozo		Total				
	Tecnificado	Tradicional	ha	%	ha	%	ha	%			
SECANO											
Sin Uso Cultivable							5,000	1,1			
Total Secano							5,000	1,1			
Forestado Secano							457,000	98,9			
Total Área							462,000	100,0			

Fuente: Elaboración propia.

El estrato mayor de 50 has, es prácticamente forestal. Existen alrededor de 5 has actualmente sin uso que podrían ser incorporadas al riego.

Tabla 8.1-38 Total Uso del Suelo Sector Macal

Rubro Productivo	Método de Riego		Uso del Suelo Actual					
			Riego Superficial		Riego por Pozo		Total	
	Tecnificado	Tradicional	ha	%	ha	%	ha	%
RIEGO								
Cultivos y Hortalizas								
Huerta Casera	29,10%	70,90%	3,371	10,0	0,914	12,3	4,285	0,5
Otras Chacras		100,00%	0,850	2,5	0,400	5,4	1,250	0,16
Invemadero	40,70%	59,30%	0,430	1,3	0,110	1,5	0,540	0,1
Poroto Granado		100,00%	0,070	0,2	0,020	0,3	0,090	0,01
Frutales y Forestal								
Cerezo	100,00%		0,680	2,0	0,320	4,3	1,000	0,1
Frambuesa		100,00%	1,397	4,1	0,403	5,4	1,800	0,2
Huerta Frutal		100,00%	3,194	9,5	1,101	14,8	4,295	0,5
Otros Frutales	50,00%	50,00%	0,810	2,4	0,190	2,6	1,000	0,1
Praderas y Forrajes								
Alfalfa	90,00%	10,00%	2,220	6,6	0,280	3,8	2,500	0,3
Trébol	6,80%	93,20%	3,197	9,5	0,478	6,4	3,675	0,5
Avena		100,00%	1,182	3,5	0,243	3,3	1,425	0,2
Otras Praderas		100,00%	6,202	18,4	1,288	17,3	7,490	0,9
Pradera Natural	2,10%	97,90%	10,158	30,0	1,702	22,6	11,860	1,5
Total Riego			33,761	100,0	7,449	100,0	41,210	5,2
SECANO								
Trigo								
Avena							2,600	0,3
Trébol							5,800	0,7
Otras Praderas							8,140	1,0
Pradera Natural							88,130	11,2
Frutales de Secano							0,900	0,1
Sin Uso Cultivable							93,100	11,8
Total Secano							198,670	25,2
Forestado Secano							533,850	67,9
Indirectamente Productivo							11,280	1,4
Sin Uso Agrícola							3,900	0,5
Total Área			33,761		7,449		788,910	100,0

Fuente: Elaboración propia.

En el sector Macal, una parte de los terrenos están bajo presión de parcelas de agrado, una tendencia que se da prácticamente en toda el área. Los terrenos al carecer de riego encuentran rentabilidad en esta actividad.

En cuanto a los cultivos, en la zona los de autoconsumo como huerta casera, invernadero y huerta frutal están presentes en los estratos menores de 12 has, tal como se observa en la siguiente fotografía.



Fotografía 8.1-14 Huerta Casera e Invernadero en Sector Macal

En la siguiente fotografía se aprecia parte de los terrenos de este sector con praderas naturales. Se puede observar que la superficie a estas alturas es bastante plana.



Fotografía 8.1-15 Terrenos con Praderas Naturales en Macal

La última fotografía del sector Macal, muestra una plantación de frambuesas. En general éstas son regadas de manera tradicional, fertilizándose, pero sin control de plagas ni enfermedades.



Fotografía 8.1-16 Huerto de Frambuesas en Macal

En las próximas tablas, se presenta el uso del suelo para cada Estrato de Tamaño y para el total del Sector Pichinal.

Como se observa en la siguiente tabla, en el estrado de 0 a 0,5 has de Pichinal, predominan los cultivos de autoconsumo y para la alimentación de ganado menor. En el caso de la huerta frutal, es el único rubro productivo regado por métodos tecnificados.

Tabla 8.1-39 Pichinal Uso del Suelo Situación Actual Estrato de Tamaño 0 a 0,5 has

Rubro Productivo	Método de Riego		Uso del Suelo Actual						Rango Rendimiento	Uso Fertilizante	Control Plag.-Enf.
			Riego Superficial		Riego por Pozo		Total				
	Tecnificado	Tradicional	ha	%	ha	%	ha	%	%	%	
RIEGO											
Cultivos y Hortalizas											
Huerta Casera		100,00%	0,187	9,3	0,023	9,3	0,210	1,4	Autoconsumo	100%	0%
Otras Chacras		100,00%	0,098	4,9	0,012	4,8	0,110	0,7	Autoconsumo	100%	0%
Invernadero		100,00%	0,045	2,2	0,005	2,0	0,050	0,3	Autoconsumo	100%	0%
Frutales y Forestal											
Huerta Frutal	10,00%	90,00%	1,504	74,8	0,186	75,0	1,690	11,4	Autoconsumo	100%	0%
Praderas y Forrajes											
Pradera Natural		100,00%	0,178	8,8	0,022	8,9	0,200	1,3	---	0%	0%
Total Riego			2,012	100,0	0,248	100,0	2,260	15,2			
SECANO											
Pradera Natural							3,890	26,2	---	0%	0%
Frutales de Secano							0,010	0,1	Autoconsumo	0%	0%
Sin Uso Cultivable							5,130	34,5			
Total Secano							9,030	60,8			
Forestado Secano							1,000	6,9			
Indirectamente Productivo							2,560	17,2			
Total Área			2,012		0,248		14,850	100,0			

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 8.1-40 Pichinal Uso del Suelo Situación Actual Estrato de Tamaño 0,51 a 1 has

Rubro Productivo	Método de Riego		Uso del Suelo Actual						Rango Rendimiento	Uso Fertilizante	Control Plag.-Enf.
			Riego Superficial		Riego por Pozo		Total				
	Tecnificado	Tradicional	ha	%	ha	%	ha	%	%	%	
RIEGO											
Cultivos y Hortalizas											
Huerta Casera		100,00%	0,120	19,4			0,120	0,6	Autoconsumo	100%	0%
Invernadero		100,00%	0,050	8,1			0,050	0,2	Autoconsumo	100%	0%
Frutales y Forestal											
Huerta Frutal		100,00%	0,350	56,5			0,350	1,7	Autoconsumo	100%	50%
Praderas y Forrajes											
Otras Praderas		100,00%	0,100	16,0			0,100	0,5	---	0%	0%
Total Riego			0,620	100,0			0,620	2,9			
SECANO											
Pradera Natural							5,910	28,1	---	0%	0%
Sin Uso Cultivable							11,820	56,1			
Total Secano							17,730	84,2			
Forestado Secano							0,690	3,2			
Indirectamente Productivo							2,020	9,6			
Total Área			0,620				21,060	100,0			

Fuente: Elaboración propia.

En este estrato, 0,51 a 1 has, al igual que el estrato menor, subsisten los cultivos de autoconsumo. En secano existe alrededor de 17,7 has factibles de ser regadas con el presente proyecto; 11,8 de ellas actualmente están sin uso.

En el estrato de 1,01 a 3 has, que se observa en la siguiente tabla, en riego predominan las praderas y forrajes para consumo del ganado. También se observan cultivos de autoconsumo predial como huerta casera, invernaderos y huerta frutal. Cabe señalar que una parte del área es regada en forma tecnificada.

En secano existe alrededor de 34,5 has factibles de ser incorporadas a riego con el presente proyecto. De estas 24,4 has son de pradera natural, 8,6 has sin uso y 1,5 has de otras praderas.

Tabla 8.1-41 Pichinal Uso del Suelo Situación Actual Estrato de Tamaño 1,01 a 3 has

Rubro Productivo	Método de Riego		Uso del Suelo Actual						Rango Rendimiento	Uso Fertilizante %	Control Plag.-Enf. %
			Riego Superficial		Riego por Pozo		Total				
	Tecnificado	Tradicional	ha	%	ha	%	ha	%			
RIEGO											
Cultivos y Hortalizas											
Huerta Casera	33,00%	67,00%	0,300	6,7			0,300	0,6	Autoconsumo	100%	0%
Invernadero	17,00%	83,00%	0,380	8,5			0,380	0,8	Autoconsumo	100%	0%
Frutales y Forestal											
Huerta Frutal	40,00%	60,00%	1,000	22,3			1,000	2,0	Autoconsumo	100%	33%
Praderas y Forrajes											
Trébol		100,00%	0,400	8,9			0,400	0,8	80 Fardos	100%	100%
Avena		100,00%	0,500	11,2			0,500	1,0	100 Fardos	100%	100%
Otras Praderas	100,00%		1,900	42,4			1,900	3,8	300 Fardos	100%	0%
Pradera Natural											
Total Riego			4,480	100,0			4,480	8,9			
SECANO											
Otras Praderas							1,500	3,0	---	100%	0%
Pradera Natural							24,390	48,3	---	100%	0%
Sin Uso Cultivable							8,600	17,0			
Total Secano							34,490	68,3			
Forestado Secano							8,550	16,8			
Indirectamente Productivo							2,990	5,9			
Total Área			4,480				50,510	100,0			

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 8.1-42 Pichinal Uso del Suelo Situación Actual Estrato de Tamaño 3,01 a 12 has

Rubro Productivo	Método de Riego		Uso del Suelo Actual						Rango Rendimiento	Uso Fertilizante %	Control Plag.-Enf. %
			Riego Superficial		Riego por Pozo		Total				
	Tecnificado	Tradicional	ha	%	ha	%	ha	%			
RIEGO											
Cultivos y Hortalizas											
Papa		100,00%	0,405	4,7	0,095	4,7	0,500	0,5	50 qq	100%	0%
Huerta Casera	100,00%		0,049	0,6	0,011	0,5	0,060	0,1	Autoconsumo	100%	0%
Otras Chacras		100,00%	0,810	9,5	0,190	9,5	1,000	1,0	Autoconsumo	100%	0%
Invernadero		100,00%	0,041	0,5	0,009	0,4	0,050	0,1	Autoconsumo	100%	0%
Choclo		100,00%	0,405	4,7	0,095	4,7	0,500	0,5	---	100%	0%
Frutales y Forestal											
Frambuesa		100,00%	0,405	4,7	0,095	4,7	0,500	0,5	1,6 Ton	100%	0%
Huerta Frutal		100,00%	0,081	0,9	0,019	0,9	0,100	0,1	Autoconsumo	100%	0%
Otros Frutales		100,00%	0,405	4,7	0,095	4,7	0,500	0,5	---	100%	0%
Forestal		100,00%	2,754	32,2	0,646	32,2	3,400	3,5	---	50%	0%
Praderas y Forrajes											
Trébol		100,00%	0,365	4,3	0,085	4,2	0,450	0,5	300 Fardos	100%	0%
Otras Praderas	41,00%	59,00%	2,754	32,2	0,646	32,2	3,400	3,5	---	100%	0%
Pradera Natural		100,00%	0,081	1,0	0,019	1,3	0,100	0,1	---	0%	0%
Total Riego			8,555	100,0	2,005	100,0	10,560	10,7			
SECANO											
Trigo											
Avena							1,000	1,0	---	100%	0%
Trébol							1,000	1,0	---	100%	0%
Pradera Natural							51,700	52,5	---	0%	0%
Sin Uso Cultivable							27,400	27,8			
Total Secano							81,100	82,4			
Forestado Secano							2,900	2,9			
Indirectamente Productivo							3,880	3,9			
Total Área			8,555		2,005		98,440	100,0			

Fuente: Elaboración propia.

En el estrato de 3,01 a 12 has, si bien se detectó la presencia de frambuesa regada en forma tradicional, dentro del área regada predomina las praderas y forrajes. El único cultivo regado en forma tecnificada es la huerta casera. En secano existen 81 has factibles de ser regadas, de éstas 27,4 has se encuentran actualmente sin uso.

Tabla 8.1-43 Pichinal Uso del Suelo Situación Actual Estrato de Tamaño 12,01 a 50 has

Rubro Productivo	Método de Riego		Uso del Suelo Actual						Rango Rendimiento	Uso Fertilizante %	Control Plag.-Enf. %
			Riego Superficial		Riego por Pozo		Total				
	Tecnificado	Tradicional	ha	%	ha	%	ha	%			
RIEGO											
Cultivos y Hortalizas											
Huerta Casera		100,00%	0,250	0,4			0,250	0,1	Autoconsumo	100%	0%
Invernadero	100,00%		0,200	0,3			0,200	0,1	Autoconsumo	100%	0%
Frutales y Forestal											
Frambuesa		100,00%	1,500	2,6			1,500	0,5	7 Ton	100%	100%
Nogal		100,00%	2,000	3,4			2,000	0,7	2,5 Ton	100%	100%
Huerta Frutal		100,00%	2,000	3,4			2,000	0,7	Autoconsumo	100%	0%
Otros Frutales		100,00%	7,000	11,9			7,000	2,6	---	100%	0%
Praderas y Forrajes											
Trébol		100,00%	5,250	8,9			5,250	1,9	250 Fardos	100%	0%
Otras Praderas		100,00%	5,000	8,5			5,000	1,8	---	100%	0%
Pradera Natural		100,00%	35,500	60,6			35,500	12,9	---	100%	0%
Total Riego			58,700	100,0			58,700	21,4			
SECANO											
Pradera Natural							58,600	21,4	---	0%	0%
Sin Uso Cultivable							105,800	38,6			
Total Secano							164,400	59,9			
Forestado Secano							33,000	12,1			
Indirectamente Productivo							10,200	3,7			
Sin Uso Agrícola							8,000	2,9			
Total Área			58,700				274,300	100,0			

Fuente: Elaboración propia.

En este estrato de mayor tamaño, 12,01 a 50 has, predominan las praderas para ganado, aunque se detectó el cultivo de nogales y frambuesas regados en forma tradicional. Dentro del secano existen 164,4 has factibles de ser incorporadas al riego, de éstas la mayor proporción están actualmente sin uso.

Tabla 8.1-44 Pichinal Uso del Suelo Situación Actual Estrato Tamaño Mayor de 50 has

Rubro Productivo	Método de Riego		Uso del Suelo Actual						Rango Rendimiento	Uso Fertilizante %	Control Plag.-Enf. %
			Riego Superficial		Riego por Pozo		Total				
	Tecnificado	Tradicional	ha	%	ha	%	ha	%			
RIEGO											
Cultivos y Hortalizas											
Trigo		100,00%	20,000	100,0			20,000	22,2	0%	100%	100%
Total Riego			20,000	100,0			20,000	22,2			
Forestado Secano							60,000	66,7			
Indirectamente Productivo							10,000	11,1			
Total Área			20,000				90,000	100,0			

Fuente: Elaboración propia.

El estrato mayor de 50 has, no presenta cultivos de autoconsumo, detectándose manejo de ganado y presencia forestal. El único cultivo en riego es el trigo regado en forma tradicional con fertilización y control de plagas y enfermedades.

Tabla 8.1-45 Total Uso del Suelo Sector Pichinal

Rubro Productivo	Método de Riego		Uso del Suelo Actual					
	Tecnificado	Tradicional	Riego Superficial		Riego por Pozo		Total	
			ha	%	ha	%	ha	%
RIEGO								
Cultivos y Hortalizas								
Trigo		100,00%	20,000	21,2			20,000	3,6
Papa		100,00%	0,405	0,4	0,095	4,2	0,500	0,1
Huerta Casera	16,90%	83,10%	0,906	1,0	0,034	1,5	0,940	0,2
Otras Chacras		100,00%	0,908	1,0	0,202	9,0	1,110	0,20
Invernadero	36,20%	63,80%	0,716	0,8	0,014	0,6	0,730	0,1
Choclo		100,00%	0,405	0,4	0,095	4,2	0,500	0,1
Frutales y Forestal								
Frambuesa		100,00%	1,905	2,0	0,095	4,2	2,000	0,4
Nogal		100,00%	2,000	2,1			2,000	0,4
Huerta Frutal	11,10%	88,90%	4,935	5,2	0,205	9,1	5,140	0,9
Otros Frutales		100,00%	7,405	7,8	0,095	4,2	7,500	1,4
Forestal		100,00%	2,754	2,9	0,646	28,7	3,400	0,6
Praderas y Forrajes								
Alfalfa								
Trébol		100,00%	6,015	6,4	0,085	3,8	6,100	1,1
Avena		100,00%	0,500	0,5			0,500	0,1
Otras Praderas	31,70%	68,30%	9,754	10,3	0,646	28,7	10,400	1,9
Pradera Natural		100,00%	35,759	38,0	0,041	1,8	35,800	6,5
Total Riego			94,367	100,0	2,253	100,0	96,620	17,6
SECANO								
Avena							1,000	0,2
Trébol							1,000	0,2
Otras Praderas							1,500	0,3
Pradera Natural							144,490	26,3
Frutales de Secano							0,010	0,002
Sin Uso Cultivable							158,750	28,9
Total Secano							306,750	55,9
Forestado Secano							106,140	19,2
Indirectamente Productivo							31,650	5,8
Sin Uso Agrícola							8,000	1,5
Total Área			94,367		2,253		549,160	100,0

Fuente: Elaboración propia.

En el sector Pichinal, se debe señalar que existe, al igual que en el resto del área, una fuerte presión de parcelas de agrado, sobre todo en este sector ubicado en torno a la misma ciudad de San Fabián de Alico.

En la siguiente fotografía se observan terrenos con rastrojos de cereales esperando ser preparados para siembras, pudiendo ser de trigo o alguna chacra como papa o maíz.



Fotografía 8.1-17 Suelos con Rastrojos para ser Preparados para Siembras en Pichinal

En la siguiente fotografía se observa terrenos con praderas naturales para la alimentación del ganado de la zona.



Fotografía 8.1-18 Praderas Naturales en Pichinal

La última fotografía del sector Pichinal, se presenta la estructura para una plantación de frambuesas.



Fotografía 8.1-19 Estructura para frambuesas en Pichinal

En las próximas tablas, se presenta el uso del suelo para cada Estrato de Tamaño y para el total del Sector Maitenal.

Como se observa en la siguiente tabla, en el estrado de 0 a 0,5 has de Maitenal, predominan los cultivos de autoconsumo y para la alimentación de ganado menor. En el caso de praderas y forrajes el riego es tecnificado.

Tabla 8.1-46 Maitenal Uso del Suelo Situación Actual Estrato de Tamaño 0 a 0,5 has

Rubro Productivo	Método de Riego		Uso del Suelo Actual						Rango Rendimiento	Uso Fertilizante %	Control Plag.-Enf. %
	Tecnificado	Tradicional	Riego Superficial		Riego por Pozo		Total				
			ha	%	ha	%	ha	%			
RIEGO											
Cultivos y Hortalizas											
Huerta Casera		100,00%	0,110	19,1			0,110	2,0	Autoconsumo	100%	0%
Invernadero		100,00%	0,015	2,6			0,015	0,3	Autoconsumo	100%	0%
Frutales y Forestal											
Cerezo		100,00%	0,050	8,7			0,050	0,9	---	0%	0%
Praderas y Forrajes											
Avena	100,00%		0,050	8,7			0,050	0,9	---	100%	0%
Pradera Natural	100,00%		0,350	60,9			0,350	6,5	Autoconsumo	0%	0%
Total Riego			0,575	100,0			0,575	10,6			
SECANO											
Avena							0,300	5,6	---	0%	0%
Pradera Natural							1,175	21,8	Autoconsumo	0%	0%
Sin Uso Cultivable							2,260	41,9			
Total Secano							3,735	69,2			
Forestado Secano							0,260	4,8			
Indirectamente Productivo							0,830	15,3			
Total Área			0,575				5,400	100,0			

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 8.1-47 Maitenal Uso del Suelo Situación Actual Estrato de Tamaño 0,51 a 1 has

Rubro Productivo	Método de Riego		Uso del Suelo Actual						Rango Rendimiento	Uso Fertilizante %	Control Plag.-Enf. %
	Tecnificado	Tradicional	Riego Superficial		Riego por Pozo		Total				
			ha	%	ha	%	ha	%			
RIEGO											
Cultivos y Hortalizas											
Huerta Casera		100,00%	0,055	44,0			0,055	0,7	Autoconsumo	100%	0%
Invernadero		100,00%	0,020	16,0			0,020	0,2	Autoconsumo	100%	0%
Frutales y Forestal											
Frambuesa		100,00%	0,005	4,0			0,005	0,1	---	0%	0%
Huerta Frutal		100,00%	0,020	16,0			0,020	0,2	Autoconsumo	100%	0%
Otros Frutales		100,00%	0,025	20,0			0,025	0,3	Autoconsumo	50%	0%
Total Riego			0,125	100,0			0,125	1,5			
SECANO											
Avena							0,500	6,0	---	50%	0%
Pradera Natural							1,730	20,9	Autoconsumo	0%	0%
Sin Uso Cultivable							3,785	45,7			
Total Secano							6,015	72,6			
Forestado Secano							0,500	6,0			
Indirectamente Productivo							1,650	19,9			
Total Área			0,125				8,290	100,0			

Fuente: Elaboración propia.

En este estrato, 0,51 a 1 has, al igual que el estrato menor, subsisten los cultivos de autoconsumo, pero se visualiza el cultivo de frambuesas, dándole un mayor valor al terreno. Todo el riego es efectuado por métodos tradicionales.

Tabla 8.1-48 Maitenal Uso del Suelo Situación Actual Estrato de Tamaño 1,01 a 3 has

Rubro Productivo	Método de Riego		Uso del Suelo Actual						Rango Rendimiento	Uso Fertilizante %	Control Plag.-Enf. %
	Tecnificado	Tradicional	Riego Superficial		Riego por Pozo		Total				
			ha	%	ha	%	ha	%			
RIEGO											
Cultivos y Hortalizas											
Huerta Casera		100,00%	0,095	25,3			0,095	0,3	Autoconsumo	100%	0%
Invernadero	25,00%	75,00%	0,020	5,3			0,020	0,1	Autoconsumo	100%	0%
Frutales y Forestal											
Avellano Europeo		100,00%	0,250	66,7			0,250	0,7	---	0%	0%
Huerta Frutal		100,00%	0,010	2,7			0,010	0,03	Autoconsumo	100%	0%
Total Riego			0,375	100,0			0,375	1,0			
SECANO											
Avena							0,100	0,3	---	0%	0%
Pradera Natural							16,055	44,3	Autoconsumo	9%	0%
Sin Uso Cultivable							8,040	22,2			
Total Secano							24,195	66,7			
Forestado Secano							8,590	23,5			
Indirectamente Productivo							3,120	8,6			
Total Área			0,375				36,280	100,0			

Fuente: Elaboración propia.

En el estrato de 1,01 a 3 has, aparecen los primeros frutales de mayor rentabilidad, como el avellano, pero con un bajo nivel tecnológico, al no aplicarse ni fertilizantes ni pesticidas. Se debe señalar que es habitual en la zona darle un carácter orgánico a la producción, por eso generalmente no se aplican agroquímicos.

Tabla 8.1-49 Maitenal Uso del Suelo Situación Actual Estrato de Tamaño 3,01 a 12 has

Rubro Productivo	Método de Riego		Uso del Suelo Actual						Rango Rendimiento	Uso Fertilizante %	Control Plag.-Enf. %	
			Riego Superficial		Riego por Pozo		Total					
	Tecnificado	Tradicional	ha	%	ha	%	ha	%				
RIEGO												
Cultivos y Hortalizas												
Huerta Casera		100,00%	0,129	4,2	0,011	4,4	0,140	0,1	Autoconsumo	100%	0%	
Invernadero		100,00%	0,055	1,8	0,005	2,0	0,060		Autoconsumo	100%	67%	
Frutales y Forestal												
Cerezo		100,00%	0,009	0,3	0,001	0,4	0,010		---	0%	0%	
Otros Frutales		100,00%	0,074	2,4	0,006	2,4	0,080	0,1	Autoconsumo	0%	0%	
Praderas y Forrajes												
Alfalfa		100,00%	0,231	7,6	0,019	7,6	0,250	0,2	---	100%	0%	
Trébol		100,00%	1,386	45,6	0,114	45,4	1,500	1,2	---	100%	0%	
Otras Praderas		33,00%	66,00%	0,693	22,8	0,057	22,7	0,750	0,6	---	100%	0%
Pradera Natural		100,00%	0,462	15,3	0,038	15,1	0,500	0,4	Autoconsumo	0%	0%	
Total Riego			3,039	100,0	0,251	100,0	3,290	2,7				
SECANO												
Avena							1,700	1,4	100 Fardos	0%	0%	
Trébol							1,500	1,2	---	0%	0%	
Pradera Natural							32,130	26,2	Autoconsumo	0%	0%	
Sin Uso Cultivable							22,325	18,2				
Total Secano							57,655	47,0				
Forestado Secano							53,500	43,7				
Indirectamente Productivo							7,235	5,9				
Sin Uso Agrícola							1,000	0,8				
Total Área			3,039		0,251		122,680	100,0				

Fuente: Elaboración propia.

El estrato de 3,01 a 12 has, si bien se detectó la presencia de cerezos, estos se riegan por métodos tradicionales y con escasa aplicación de tecnología. En el caso de praderas y forrajes el riego es tecnificado.

Tabla 8.1-50 Maitenal Uso Suelo Situación Actual Estrato de Tamaño 12,01 a 50 has

Rubro Productivo	Método de Riego		Uso del Suelo Actual						Rango Rendimiento	Uso Fertilizante %	Control Plag.-Enf. %
			Riego Superficial		Riego por Pozo		Total				
	Tecnificado	Tradicional	ha	%	ha	%	ha	%			
RIEGO											
Cultivos y Hortalizas											
Huerta Casera		100,00%	0,578	4,5			0,578	0,2	Autoconsumo	100%	0%
Invernadero		50,00%	50,00%	0,040	0,3		0,040		Autoconsumo	100%	0%
Frutales y Forestal											
Nogal		100,00%	5,000	38,6			5,000	2,1	---	0%	0%
Huerta Frutal		100,00%	0,030	0,2			0,030	0,01	Autoconsumo	0%	0%
Otros Frutales		100,00%	0,002				0,002	0,001	Autoconsumo	0%	0%
Praderas y Forrajes											
Trébol		100,00%	2,500	19,3			2,500	1,0	---	0%	0%
Otras Praderas		100,00%	2,800	21,6			2,800	1,2	100 Fardos	100%	0%
Pradera Natural		100,00%	2,000	15,5			2,000	0,8	Autoconsumo	0%	0%
Total Riego			12,950	100,0			12,950	5,4			
SECANO											
Avena							0,500	0,2	---	100%	0%
Pradera Natural							29,440	12,4	Autoconsumo	100%	0%
Sin Uso Cultivable							7,500	3,1			
Total Secano							37,440	15,7			
Forestado Secano							179,740	75,6			
Indirectamente Productivo							8,210	3,4			
Total Área			12,950				238,340	100,0			

Fuente: Elaboración propia.

En este estrato de mayor tamaño, 12,01 a 50 has, predominan las praderas para ganado, pero, se detectó el cultivo de nogales regado por goteo. Si bien el riego es tecnificado, no existen aplicaciones de fertilizantes ni control de plagas y enfermedades.

Tabla 8.1-51 Maitenal Uso del Suelo Situación Actual Estrato Tamaño Mayor de 50 has

Rubro Productivo	Método de Riego		Uso del Suelo Actual						Rango Rendimiento	Uso Fertilizante %	Control Plag.-Enf. %
			Riego Superficial		Riego por Pozo		Total				
	Tecnificado	Tradicional	ha	%	ha	%	ha	%			
RIEGO											
Frutales y Forestal											
Avellano Europeo	100,00%		10,000	26,0			10,000	4,8	2,5 Ton	100%	0%
Huerta Frutal		100,00%	0,010				0,010		Autoconsumo	0%	0%
Otros Frutales	100,00%		27,000	70,1			27,000	12,9	---	100%	0%
Praderas y Forrajes											
Trébol	100,00%		1,500	3,9			1,500	0,7	---	100%	0%
Total Riego			38,510	100,0			38,510	18,3			
SECANO											
Pradera Natural							91,000	43,3	Autoconsumo	0%	0%
Sin Uso Cultivable							3,490	1,7			
Total Secano							94,490	45,0			
Forestado Secano							70,000	33,3			
Indirectamente Productivo							7,000	3,3			
Total Área			38,510				210,000	100,0			

Fuente: Elaboración propia.

El estrato mayor de 50 has, no presenta cultivos de autoconsumo, detectándose manejo de ganado y presencia de frutales regados en forma tecnificada, como es el caso del avellano europeo. Las praderas son regadas por aspersión.

Tabla 8.1-52 Total Uso del Suelo Sector Maitenal

Rubro Productivo	Método de Riego		Uso del Suelo Actual						
			Riego Superficial		Riego por Pozo		Total		
	Tecnificado	Tradicional	ha	%	ha	%	ha	%	
RIEGO									
Cultivos y Hortalizas									
Huerta Casera		100,00%	0,967	1,7	0,011	4,4	0,978	0,2	
Invernadero	16,10%	83,90%	0,150	0,3	0,005	2,0	0,155	0,02	
Frutales y Forestal									
Avellano Europeo	97,60%	2,40%	10,250	18,4			10,250	1,7	
Cerezo		100,00%	0,059	0,1	0,001	0,4	0,060	0,01	
Frambuesa		100,00%	0,005				0,005	0,001	
Nogal	100,00%		5,000	9,0			5,000	0,8	
Huerta Frutal		100,00%	0,070	0,1			0,070	0,01	
Otros Frutales	99,60%	0,40%	27,101	48,8	0,006	2,4	27,107	4,4	
Praderas y Forrajes									
Alfalfa	100,00%		0,231	0,4	0,019	7,6	0,250	0,04	
Trébol	100,00%		5,386	9,7	0,114	45,4	5,500	0,9	
Avena	100,00%		0,050	0,1			0,050	0,01	
Otras Praderas	7,00%	93,00%	3,493	6,3	0,057	22,7	3,550	0,6	
Pradera Natural	29,80%	70,20%	2,812	5,1	0,038	15,1	2,850	0,5	
Total Riego			55,574	100,0	0,251	100,0	55,825	9,0	
SECANO									
Avena							3,100	0,5	
Trébol							1,500	0,2	
Pradera Natural							171,530	27,6	
Sin Uso Cultivable							47,400	7,6	
Total Secano							223,530	36,0	
Forestado Secano							312,590	50,2	
Indirectamente Productivo							28,045	4,5	
Sin Uso Agrícola							1,000	0,2	
Total Área			55,574		0,251		620,990	100,0	

Fuente: Elaboración propia.

En el sector Maitenal, se debe señalar que existe, al igual que en el resto del área, una fuerte presión de parcelas de agrado, tal como se visualiza en la parcelación de la fotografía siguiente.



Fotografía 8.1-20 Parcelas de Agrado en Sector Maitenal

En la próxima fotografía, se observa un huerto de nogales adultos, los cuales no son manejados en forma tecnificada.



Fotografía 8.1-21 Huerto de Nogales en Maitenal

La última fotografía del sector Maitenal, muestra praderas naturales sobre las cuales pastan un rebaño de ovejas.



Fotografía 8.1-22 Ganado Ovino sobre praderas naturales en Maitenal

En las próximas tablas, se presenta el uso del suelo para cada Estrato de Tamaño y para el total del Sector La Vega.

Tabla 8.1-53 La Vega Uso del Suelo Situación Actual Estrato de Tamaño 0 a 0,5 has

Rubro Productivo	Método de Riego		Uso del Suelo Actual						Rango Rendimiento	Uso Fertilizante %	Control Plag.-Enf. %
			Riego Superficial		Riego por Pozo		Total				
			ha	%	ha	%	ha	%			
RIEGO											
Cultivos y Hortalizas											
Avena		100,00%	0,100	15,9			0,100	1,5	---	100%	0%
Papa		100,00%	0,025	4,0			0,025	0,4	50 qq	100%	0%
Huerta Casera		100,00%	0,050	7,9			0,050	0,8	Autoconsumo	100%	0%
Poroto Granado		100,00%	0,025	4,0			0,025	0,4	Autoconsumo	100%	0%
Tomate		100,00%	0,050	7,9			0,050	0,8	1,2 Ton	100%	0%
Otras Hortalizas		100,00%	0,080	12,7			0,080	1,2	Autoconsumo	67%	33%
Frutales y Forestal											
Arándano		100,00%	0,030	4,8			0,030	0,5	----	100%	0%
Cerezo		63,00%	37,00%								
Frambuesa			0,270	42,8			0,270	4,1	0,5 a 1 Ton	100%	50%
Total Riego			0,630	100,0			0,630	9,6			
SECANO											
Pradera Natural							1,750	26,7			
Sin Uso Cultivable							2,420	36,9			
Total Secano							4,170	63,6			
Forestado Secano							0,320	4,9			
Indirectamente Productivo							0,840	12,7			
Sin Uso Agrícola							0,600	9,1			
Total Área			0,630				6,560	100,0			

Fuente: Elaboración propia.

En el sector La Vega, el estrato de menor tamaño, 0 a 0,5 has, si bien, existe la presencia de chacras y cultivos de autoconsumo, a diferencia de Maitenal, se observa el cultivo de frutales, como es el caso de arándanos, cerezos y frambuesa, regados casi en su totalidad por métodos tecnificados. No existe control de plagas ni enfermedades en los frutales, a excepción de una parte de la frambuesa.

Tabla 8.1-54 La Vega Uso del Suelo Situación Actual Estrato de Tamaño 0,51 a 1 has

Rubro Productivo	Método de Riego		Uso del Suelo Actual						Rango Rendimiento	Uso Fertilizante %	Control Plag.-Enf. %
			Riego Superficial		Riego por Pozo		Total				
			ha	%	ha	%	ha	%			
RIEGO											
Cultivos y Hortalizas											
Maíz		100,00%	0,005	0,2			0,005	---	100%	100%	
Papa		100,00%	0,905	33,0			0,905	4,1	15 a 50 qq	75%	25%
Huerta Casera		100,00%	0,080	2,9			0,080	0,4	Autoconsumo	50%	0%
Otras Chacras		100,00%	0,100	3,6			0,100	0,5	Autoconsumo	100%	0%
Invernadero		100,00%	0,150	5,5			0,150	0,7	Autoconsumo	100%	0%
Betarraga											
Frutales y Forestal											
Frambuesa		38,00%	62,00%	0,800	29,2		0,800	3,6	0,5 a 7 Ton	50%	50%
Forestal		100,00%	0,300	10,9			0,300	1,4	---	0%	0%
Praderas y Forrajes											
Trébol		100,00%	0,300	10,9			0,300	1,4	50 Fardos	0%	0%
Avena		100,00%	0,100	3,8			0,100	0,5	---	100%	0%
Total Riego			2,740	100,0			2,740	12,5			
SECANO											
Trigo							0,200	0,9	Autoconsumo	100%	0%
Avena							0,800	3,6	Autoconsumo	0%	0%
Pradera Natural							4,910	22,3	Autoconsumo	0%	0%
Sin Uso Cultivable							7,800	35,5			
Total Secano							13,710	62,4			
Forestado Secano							2,990	13,5			
Indirectamente Productivo							2,150	9,8			
Sin Uso Agrícola							0,390	1,8			
Total Área			2,740				21,980	100,0			

Fuente: Elaboración propia.

En el estrato de 0,51 a 1 has, si bien una parte está ocupada por frambuesa regada en forma tecnificada, la mayor proporción de suelos está ocupada con praderas para el ganado y cultivos de autoconsumo. En el caso del trébol, este es regado con métodos presurizados.

Tabla 8.1-55 La Vega Uso del Suelo Situación Actual Estrato de Tamaño 1,01 a 3 has

Rubro Productivo	Método de Riego		Uso del Suelo Actual				Rango Rendimiento	Uso Fertilizante %	Control Plag.-Enf. %		
	Tecnificado	Tradicional	Riego Superficial		Riego por Pozo					Total	
			ha	%	ha	%	ha	%			
RIEGO											
Cultivos y Hortalizas											
Avena		100,00%	0,220	11,3	0,280	11,3	0,500	1,0	---	100%	0%
Huerta Casera		100,00%	0,053	2,7	0,067	2,7	0,120	0,2	Autoconsumo	50%	0%
Otras Hortalizas	57,00%	43,00%	0,062	3,2	0,078	3,2	0,140	0,3	Autoconsumo	50%	0%
Frutales y Forestal											
Frambuesa	62,00%	38,00%	0,702	36,2	0,893	36,2	1,595	3,1	1,5 Ton	100%	25%
Huerta Frutal		100,00%	0,057	2,9	0,073	3,0	0,130	0,2	Autoconsumo	0%	0%
Otros Frutales		100,00%	0,046	2,4	0,059	2,4	0,105	0,2	Autoconsumo	100%	100%
Forestal		100,00%	0,361	18,6	0,459	18,6	0,820	1,6	----	0%	0%
Praderas y Forrajes											
Otras Praderas	100,00%		0,440	22,7	0,560	22,6	1,000	1,9	Autoconsumo	0%	0%
Total Riego			1,941	100,0	2,469	100,0	4,410	8,4			
SECANO											
Avena							0,200	0,4	---	100%	0%
Trébol							0,200	0,4	---	100%	0%
Pradera Natural							4,280	8,2	Autoconsumo	0%	0%
Sin Uso Cultivable							29,480	56,4			
Total Secano							34,160	65,4			
Forestado Secano							6,900	13,1			
Indirectamente Productivo							2,750	5,3			
Sin Uso Agrícola							4,010	7,7			
Total Área			1,941		2,469		52,230	100,0			

Fuente: Elaboración propia.

En La Vega, en el estrato de 1,01 a 3 has, predominan los frutales, pero en su mayoría regados por métodos tradicionales y con escasa aplicación tecnológica. Destaca la presencia de riego en un bosque nativo, situación que es común en algunos predios, de manera de conservar el entorno.

Tabla 8.1-56 La Vega Uso del Suelo Situación Actual Estrato de Tamaño 3,01 a 12 has

Rubro Productivo	Método de Riego		Uso del Suelo Actual				Rango Rendimiento	Uso Fertilizante %	Control Plag.-Enf. %		
	Tecnificado	Tradicional	Riego Superficial		Riego por Pozo					Total	
			ha	%	ha	%	ha	%			
RIEGO											
Cultivos y Hortalizas											
Huerta Casera		100,00%	0,005	0,3			0,005		Autoconsumo	0%	0%
Frutales y Forestal											
Frambuesa	50,00%	50,00%	0,500	33,2			0,500	1,8	---	50%	50%
Praderas y Forrajes											
Alfalfa		100,00%	1,000	66,5			1,000	3,7	---	0%	0%
Total Riego			1,505	100,0			1,505	5,5			
SECANO											
Sin Uso Cultivable							22,070	81,3			
Total Secano							22,070	81,3			
Forestado Secano							1,280	4,7			
Sin Uso Agrícola							2,300	8,5			
Total Área			1,505				27,155	100,0			

Fuente: Elaboración propia.

El estrato de 3,01 a 12 has, destaca por la presencia de alfalfa, forrajera muy exigente de agua, por lo cual no es comúnmente cultivada en la zona. Además, se detectó la presencia de un huerto de frambuesa regado en parte por goteo.

Tabla 8.1-57 La Vega Uso del Suelo Situación Actual Estrato de Tamaño 12,01 a 50 has

Rubro Productivo	Método de Riego		Uso del Suelo Actual						Rango Rendimiento	Uso Fertilizante %	Control Plag.-Enf. %
			Riego Superficial		Riego por Pozo		Total				
	Tecnificado	Tradicional	ha	%	ha	%	ha	%			
RIEGO											
Frutales y Forestal											
Forestal	100,00%				16,000	100,0	16,000	18,3	Vivero	100%	
Total Riego					16,000	100,0	16,000	18,3			
Forestado Secano							68,000	78,0			
Indirectamente Productivo							2,000	2,3			
Sin Uso Agrícola							1,200	1,4			
Total Área					16,000		87,200	100,0			

Fuente: Elaboración propia.

En el estrato de 12,01 a 50 has, prácticamente el riego es destinado a un vivero de bosque nativo.

Tabla 8.1-58 La Vega Uso del Suelo Situación Actual Estrato Tamaño Mayor de 50 has

Rubro Productivo	Método de Riego		Uso del Suelo Actual						Rango Rendimiento	Uso Fertilizante %	Control Plag.-Enf. %
			Riego Superficial		Riego por Pozo		Total				
	Tecnificado	Tradicional	ha	%	ha	%	ha	%			
SECANO											
Pradera Natural							57,000	100,0	Autoconsumo	0%	
Total Secano							57,000	100,0			
Total Área							57,000	100,0			

Fuente: Elaboración propia.

Finalmente, en el estrato mayor del sector La Vega, de más de 50 has, no se detectó riego, destinándose el 100% del área a la crianza y engorda de ganado.

Tabla 8.1-59 Total Uso del Suelo Sector La Vega

Rubro Productivo	Método de Riego		Uso del Suelo Actual					
	Tecnificado	Tradicional	Riego Superficial		Riego por Pozo		Total	
			ha	%	ha	%	ha	%
RIEGO								
Cultivos y Hortalizas								
Avena		100,00%	0,320	4,7	0,280	1,5	0,600	0,2
Maíz		100,00%	0,005	0,1			0,005	
Papa		100,00%	0,930	13,6			0,930	0,4
Huerta Casera		100,00%	0,188	2,8	0,067	0,4	0,255	0,1
Otras Chacras		100,00%	0,100	1,5			0,100	0,04
Invernadero	100,00%		0,150	2,2			0,150	0,1
Poroto Granado		100,00%	0,025	0,4			0,025	
Tomate		100,00%	0,050	0,73			0,050	0,020
Otras Hortalizas	36,30%	63,70%	0,142	2,1	0,078	0,4	0,220	0,1
Frutales y Forestal								
Arándano	100,00%		0,030	0,4			0,030	
Frambuesa	48,70%	51,30%	2,272	33,3	0,893	4,8	3,165	1,3
Huerta Frutal		100,00%	0,057	0,8	0,073	0,4	0,130	0,1
Otros Frutales		100,00%	0,046	0,7	0,059	0,3	0,105	
Forestal	93,50%	6,50%	0,661	9,7	16,459	89,1	17,120	6,8
Praderas y Forrajes								
Alfalfa		100,00%	1,000	14,6			1,000	0,4
Trébol	100,00%		0,300	4,4			0,300	0,1
Avena		100,00%	0,100	1,5			0,100	
Otras Praderas	100,00%		0,440	6,5	0,560	3,1	1,000	0,4
Total Riego			6,816	100,0	18,469	100,0	25,285	10,0
SECANO								
Trigo							0,200	0,1
Avena							1,000	0,4
Trébol							0,200	0,1
Pradera Natural							67,940	26,9
Sin Uso Cultivable							61,770	24,5
Total Secano							131,110	52,0
Forestado Secano							79,490	31,4
Indirectamente Productivo							7,740	3,1
Sin Uso Agrícola							8,500	3,4
Total Área			6,816		18,469		252,125	100,0

Fuente: Elaboración propia.

En el sector La Vega, al igual que otros sectores del área existe presión de las parcelas de agrado, tal como se observa en la fotografía siguiente.



Fotografía 8.1-23 Parcelas de Agrado en Sector La Vega

En la próxima fotografía, se observa un huerto de arándanos regados por goteo.



Fotografía 8.1-24 Huerto de Arándanos en La Vega

La última fotografía del sector La Vega, muestra un invernadero para hortalizas, con destino autoconsumo y eventual venta de excedentes.



Fotografía 8.1-25 Invernadero en La Vega

Finalmente, en la siguiente tabla se presenta el uso del suelo para el total del área en estudio.

Tabla 8.1-60 Uso del Suelo Total Área de Estudio

Rubro Productivo	Método de Riego		Uso del Suelo Actual					
			Riego Superficial		Riego por Pozo		Total	
	Tecnificado	Tradicional	ha	%	ha	%	ha	%
RIEGO								
Cultivos y Hortalizas								
Avena		100,00%	1,805	0,5	0,445	0,8	2,250	0,02
Trigo	2,60%	97,40%	23,025	6,1	0,725	1,4	23,750	0,2
Maíz	18,80%	81,20%	1,570	0,4	1,885	3,5	3,455	0,03
Papa		100,00%	1,635	0,4	0,095	0,2	1,730	0,02
Huerta Casera	14,90%	85,10%	8,462	2,2	3,030	5,7	11,492	0,1
Otras Chacras		100,00%	2,058	0,5	0,602	1,1	2,660	0,03
Invemadero	44,70%	55,30%	1,591	0,4	0,147	0,3	1,738	0,02
Choclo		100,00%	0,405	0,1	0,095	0,2	0,500	0,0
Poroto Granado		100,00%	0,515	0,1	0,600	1,1	1,115	0,01
Tomate		100,00%	0,050	0,01			0,050	0,001
Otras Hortalizas	36,30%	63,70%	0,142	0,04	0,078	0,1	0,220	0,002
Frutales y Forestal								
Arándano	100,00%		0,030	0,01			0,030	0,0003
Avellano Europeo	98,90%	1,10%	21,750	5,8			21,750	0,2
Cerezo	47,90%	52,10%	1,842	0,5	0,768	1,4	2,610	0,03
Frambuesa	24,90%	75,10%	5,813	1,5	1,417	2,7	7,230	0,1
Manzano		100,00%	3,420	0,9	0,580	1,1	4,000	0,04
Nogal	51,70%	48,30%	11,970	3,2	1,080	2,0	13,050	0,1
Huerta Frutal	5,80%	94,20%	9,029	2,4	1,696	3,2	10,725	0,1
Otros Frutales	40,30%	59,70%	65,212	17,3	10,500	19,6	75,712	0,7
Forestal	87,60%	12,40%	14,775	3,9	21,745	40,7	36,520	0,4
Praderas y Forrajes								
Alfalfa	4,70%	95,30%	53,451	14,2	0,299	0,6	53,750	0,5
Trébol	9,30%	90,70%	71,646	19,0	2,062	3,9	73,708	0,7
Avena	8,80%	91,20%	6,665	1,8	1,010	1,9	7,675	0,1
Otras Praderas	20,90%	79,10%	20,101	5,3	2,589	4,8	22,690	0,2
Pradera Natural	2,10%	97,90%	50,707	13,4	2,023	3,7	52,730	0,5
Total Riego			377,669	100,0	53,471	100,0	431,140	4,2
SECANO								
Trigo							0,200	
Avena							15,700	0,2
Trébol							8,500	0,1
Otras Praderas							9,640	0,1
Pradera Natural							1.107,050	10,9
Frutales de Secano							0,985	0,01
Sin Uso Cultivable							637,780	6,3
Total Secano							1.779,855	17,5
Forestado Secano							7.728,670	76,1
Indirectamente Productivo							138,320	1,4
Sin Uso Agrícola							82,490	0,8
Total Área			377,669		53,471		10.160,475	100,0

Fuente: Elaboración propia.

8.2 Demandas de Agua de Riego

8.2.1 Evapotranspiración Potencial y Real

El valor de la Evapotranspiración Potencial (ET_o) se obtuvo de los antecedentes del Atlas Agroclimático de Chile, de la Universidad de Chile y Agrimed, año 2017. Los valores de Evapotranspiración Potencial para el área de estudio se expresan mensualmente en mm/mes (ver siguiente tabla).

Tabla 8.2-1 Evapotranspiración Potencial (mm)

(mm/mes)	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr
ET_o	81,0	59,0	51,0	59,0	81,0	112,0	143,0	166,0	174,0	166,0	143,0	112,0

Fuente: Atlas Agroclimático de Chile Universidad de Chile-Agrimed, 2017

Paralelamente, se determinaron para cada cultivo por mes los Coeficientes de Cultivo (K_c). Estos, tanto en montos como en el procedimiento de obtención, se basaron en el FAO Irrigation and Drainage Paper 56, denominado "Crop Evapotranspiration Guidelines for computing crop water requirements" (R. Allen, L. Pereira, D. Raes y M. Smith). Estos coeficientes a su vez se fueron validados con información del informe "Sistema Nacional de Referencia sobre Demandas de Agua por la Agricultura" de Agrimed y la Universidad de Chile, año 2015 (ver próxima tabla).

Tabla 8.2-2 Coeficientes de Cultivo Kc.

Cultivos	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr
Cereales y Chacras												
Avena	0,40	0,82	0,99	1,15	1,15	1,15	0,75	0,33				
Trigo	0,64	0,65	0,83	1,06	1,11	1,11	1,04	0,64				
Maíz Grano					0,45	0,83	1,20	1,20	0,84	0,48		
Papa						0,38	0,42	1,00	1,12	0,98	0,74	
Huerta Casera					0,45	0,61	0,81	1,10	0,98	0,73	0,74	
Otras Chacras					0,45	0,61	0,81	1,10	0,98	0,73	0,74	
Invernadero	0,90		0,30	0,80	0,90		0,30	0,80	0,90		0,30	0,80
Choclo					0,45	0,80	1,15	1,05				
Poroto Granado					0,50	0,68	0,86	1,05	0,45			
Tomate Consumo Fresco					0,68	0,92	1,15	1,15	0,98	0,80		
Otras Hortalizas					0,61	0,82	0,99	0,92	0,80	0,73		
Frutales												
Arándano					0,30	0,55	0,80	1,05	1,05	0,78	0,50	
Avellano Europeo					0,50	0,70	0,90	1,10	1,10	1,10	0,87	0,65
Cerezo						0,48	0,66	0,84	1,03	1,03	0,78	
Frambuesa					0,30	0,55	0,80	1,05	1,05	0,78	0,50	
Manzano						0,48	0,68	0,88	1,08	1,08	0,96	0,83
Nogal				0,53	0,53	0,58	0,91	1,07	1,07	1,06	0,99	0,80
Huerta Frutal				0,53	0,41	0,53	0,77	0,98	1,03	0,95	0,76	0,76
Otros Frutales				0,53	0,41	0,53	0,77	0,98	1,03	0,95	0,76	0,76
Forestal									0,10	0,10	0,10	
Praderas												
Alfalfa	0,40	0,40	0,40	0,40	0,90	0,90	1,10	1,10	1,10	1,10	0,95	0,40
Trébol	0,40	0,40	0,40	0,40	0,90	0,90	1,10	1,10	1,10	1,10	0,95	0,40
Avena	0,40	0,82	0,99	1,15	1,15	1,15	0,75	0,33				
Otras Praderas	0,40	0,40	0,40	0,40	0,90	0,90	1,10	1,10	1,10	1,10	0,95	0,40
Pradera Natural	0,40	0,40	0,40	0,40	0,90	0,90	1,10	1,10	1,10	1,10	0,95	0,40

Fuente: FAO 56 y Sistema Nacional de Referencia sobre Demandas de Agua por la Agricultura” de Agrimed y la Universidad de Chile.

Luego, mediante la multiplicación de la Evapotranspiración Potencial por los Coeficientes de Cultivo, se determinó para cada sector la Evapotranspiración Real (ETr) mensual para cada cultivo asignado.

8.2.2 Demanda Neta de Agua de Riego

Restando las precipitaciones efectivas para el área en estudio (ppf) a la Evapotranspiración Real (ETr) obtenida en el punto anterior, se está en condiciones de producir las demandas unitarias netas mensuales para cada cultivo.

La ppf se define como la fracción de la precipitación total utilizada para satisfacer las necesidades de agua del cultivo; quedan por lo tanto excluidas la infiltración profunda, la escorrentía superficial y la evaporación de la superficie del suelo (FAO, 2000). Es esta porción

la que se consideró en el balance de masas, cuyo cálculo se obtuvo a partir de la fórmula presentada a continuación (SIAR, 2000).

$$Pe = 0.6 Pt - 10 \text{ para } Pt < 70 \text{ mm}$$

$$Pe = 0.8 Pt - 24 \text{ para } Pt > 70 \text{ mm}$$

Donde,

Pe = Precipitación efectiva (mm)

Pt = Precipitación total (mm)

En la siguiente tabla se presenta la precipitación efectiva para el área en estudio.

Tabla 8.2-3 Precipitación Efectiva (mm)

(mm/mes)	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr
ppf (mm/mes)	202,4	277,6	202,4	202,4	96,8	66,4	36,0	24,2	12,8	12,8	24,2	81,6

Fuente: Elaboración Propia.

Una vez conocida la precipitación efectiva, se restó a la Evapotranspiración Real (ET_r) obtenida en el punto anterior. De esta forma, se determinaron las demandas unitarias netas mensuales para cada cultivo y total sector.

8.2.3 Eficiencias de Riego y Tasas de Riego

Las eficiencias de riego consideradas para los diferentes cultivos asignados en situación actual, corresponden a valores que se producen a nivel potrero. Estas eficiencias varían según el método de riego utilizado, sea éste gravitacional o tecnificado.

A cada uno de los métodos de riego se les asignó un determinado coeficiente de eficiencia. De esta forma las eficiencias de riego consideradas son 85% en Goteo, 75% en aspersión, 40% en Surco y 30% en Tendido.

En las siguientes tablas se presenta la determinación de las eficiencias de riego utilizadas en cada cultivo y sector de riego.

Tabla 8.2-4 Determinación de Eficiencias de Riego Sector Lara

Cultivos	Eficiencia Final (%)	Método Riego
Cereales y Chacras		
Maíz Grano	40,0	Surco
Papa	40,0	Surco
Otras Chacras	40,0	Surco
Praderas		
Alfalfa	30,0	Tendido
Trébol	30,0	Tendido
Avena	30,0	Tendido

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 8.2-5 Determinación de Eficiencias de Riego Sector Los Puquios

Cultivos	Eficiencia Final (%)	Método Riego
Cereales y Chacras		
Huerta Casera	40,0	Surco
Frutales		
Nogal	74,6	77% Goteo y 23% Surco
Praderas		
Trébol	30,0	Tendido
Avena	30,0	Tendido

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 8.2-6 Determinación de Eficiencias de Riego Sector La Mortandad

Cultivos	Eficiencia Final (%)	Método Riego
Cereales y Chacras		
Huerta Casera	40,0	Surco
Invernadero	40,0	Surco
Frutales		
Avellano Europeo	85,0	Goteo
Manzano	40,0	Surco
Nogal	40,0	Surco
Huerta Frutal	40,0	Surco
Otros Frutales	67,0	60% Goteo y 40% Surco

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 8.2-7 Determinación de Eficiencias de Riego Sector Las Guardias

Cultivos	Eficiencia Final (%)	Método Riego
Cereales y Chacras		
Huerta Casera	41,9	4% Cinta y 96% Surco
Invernadero	67,3	61% Cinta y 39% Surco
Frutales		
Cerezo	47,2	16% Goteo y 84% Surco
Manzano	40,0	Surco
Nogal	52,3	27% Goteo y 73% Surco
Huerta Frutal	42,8	6% Goteo y 94% Surco
Otros Frutales	40,0	Surco
Forestal	85,0	Goteo
Praderas		
Trébol	32,7	6% Aspersión y 94% Tendido
Otras Praderas	30,0	Tendido

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 8.2-8 Determinación de Eficiencias de Riego Sector Luis Cruz Martínez

Cultivos	Eficiencia Final (%)	Método Riego
Cereales y Chacras		
Avena	30,0	Tendido
Trigo	37,5	17% Aspersión y 83% Tendido
Maíz Grano	49,0	20% Aspersión y 80% Surco
Huerta Casera	43,8	8% Cinta y 92% Surco
Invernadero	77,5	83% Cinta y 17% Surco
Poroto Granado	40,0	Surco
Frutales		
Frambuesa	85,0	Goteo
Huerta Frutal	40,0	Surco
Praderas		
Trébol	46,1	36% Aspersión y 64% Tendido
Avena	43,4	30% Aspersión y 70% Tendido
Otras Praderas	75,0	Aspersión
Pradera Natural	30,0	Tendido

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 8.2-9 Determinación de Eficiencias de Riego Sector Macal

Cultivos	Eficiencia Final (%)	Método Riego
Cereales y Chacras		
Huerta Casera	53,1	29% Cinta y 71% Surco
Otras Chacras	40,0	Surco
Invernadero	58,3	41% Cinta y 59% Surco
Poroto Granado	40,0	Surco
Frutales		
Cerezo	85,0	Goteo
Frambuesa	40,0	Surco
Huerta Frutal	40,0	Surco
Otros Frutales	62,5	50% Goteo y 50% Surco
Praderas		
Alfalfa	70,5	90% Aspersión y 10% Tendido
Trébol	33,1	7% Aspersión y 93% Tendido
Avena	30,0	Tendido
Otras Praderas	30,0	Tendido
Pradera Natural	30,9	2% Aspersión y 98% Tendido

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 8.2-10 Determinación de Eficiencias de Riego Sector Pichinal

Cultivos	Eficiencia Final (%)	Método Riego
Cereales y Chacras		
Trigo	30,0	Tendido
Papa	40,0	Surco
Huerta Casera	47,6	17% Cinta y 83% Surco
Otras Chacras	40,0	Surco
Invernadero	56,3	36% Cinta y 64% Surco
Choclo	40,0	Surco
Frutales		
Frambuesa	40,0	Surco
Nogal	40,0	Surco
Huerta Frutal	45,0	11% Goteo y 89% Surco
Otros Frutales	40,0	Surco
Forestal	40,0	Surco
Praderas		
Trébol	30,0	Tendido
Avena	30,0	Tendido
Otras Praderas	44,3	32% Aspersión y 68% Tendido
Pradera Natural	30,0	Tendido

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 8.2-11 Determinación de Eficiencias de Riego Sector Maitenal

Cultivos	Eficiencia Final (%)	Método Riego
Cereales y Chacras		
Huerta Casera	40,0	Surco
Invernadero	47,2	16% Cinta y 84% Surco
Frutales		
Avellano Europeo	83,9	98% Goteo y 2% Surco
Cerezo	40,0	Surco
Frambuesa	40,0	Surco
Nogal	85,0	Goteo
Huerta Frutal	40,0	Surco
Otros Frutales	84,8	99,6% Goteo y 0,4% Surco
Praderas		
Alfalfa	75,0	Aspersión
Trébol	75,0	Aspersión
Avena	75,0	Aspersión
Otras Praderas	33,2	7% Aspersión y 93% Tendido
Pradera Natural	43,4	30% Aspersión y 70% Tendido

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 8.2-12 Determinación de Eficiencias de Riego Sector La Vega

Cultivos	Eficiencia Final (%)	Método Riego
Cereales y Chacras		
Avena	30,0	Tendido
Maíz Grano	40,0	Surco
Papa	40,0	Surco
Huerta Casera	40,0	Surco
Otras Chacras	40,0	Surco
Invernadero	85,0	Cinta
Poroto Granado	40,0	Surco
Tomate Consumo Fresco	40,0	Surco
Otras Hortalizas	56,3	36% Cinta y 64% Surco
Frutales		
Arándano	85,0	Goteo
Frambuesa	61,9	49% Goteo y 51% Surco
Huerta Frutal	40,0	Surco
Otros Frutales	40,0	Surco
Forestal	82,1	94% Goteo y 6% Surco
Praderas		
Alfalfa	30,0	Tendido
Trébol	75,0	Aspersión
Avena	30,0	Tendido
Otras Praderas	75,0	Aspersión

Fuente: Elaboración propia.

8.2.4 Tasas de Riego, Demandas Brutas de Riego

Se determinaron las tasas de riego por hectárea una vez afectada la demanda neta por la eficiencia de riego. Posteriormente se procedió al cálculo de las demandas brutas de agua por cultivo. Esto se efectuó mediante la multiplicación de las tasas de riego por las asignaciones de cultivo.

En las siguientes tablas se puede apreciar la demanda bruta para cada uno de los sectores en estudio. En el sector de Lara la demanda total alcanza a los 2,59 millones de m³, con un mes de máxima demanda en enero con 5.940 m³/ha/mes.

En el sector de Los Puquios la demanda total alcanza a los 106.787 m³, con un mes de máxima demanda en enero con 4.847 m³/ha/mes.

En el sector de La Mortandad la demanda total alcanza a los 221.789 m³, con un mes de máxima demanda en enero con 2.688 m³/ha/mes.

En el sector de Las Guardias la demanda total alcanza a los 738.370 m³, con un mes de máxima demanda en diciembre con 3.477 m³/ha/mes.

En el sector de Luis Cruz Martínez la demanda total alcanza a los 218.397 m³, con un mes de máxima demanda en enero con 3.608 m³/ha/mes.

En el sector de Macal la demanda total alcanza a los 788.404 m³, con un mes de máxima demanda en enero con 4.741 m³/ha/mes.

En el sector de Pichinal la demanda total alcanza a los 1,72 millones de m³, con un mes de máxima demanda en enero con 4.905 m³/ha/mes.

En el sector de Maitenal la demanda total alcanza a los 534.662 m³, con un mes de máxima demanda en enero con 2.417 m³/ha/mes.

En el sector de La Vega la demanda total alcanza a los 99.497 m³, con un mes de máxima demanda en diciembre con 2.817 m³/ha/mes.

Tabla 8.2-13 Demanda Bruta Sector Lara

Cultivos	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	Total	Superficie	Tasa Anual	Eficiencia
Cereales y Chacras																
Maiz Grano						133	678	875	667	334			2.687	0,20	13.435,00	40%
Papa							181	1.064	1.366	1.124	612		4.346	0,30	14.487,00	40%
Otras Chacras						7	399	792	789	542	408		2.937	0,20	14.684,00	40%
Praderas																
Alfalfa						57.350	202.150	264.000	297.650	283.000	186.100		1.290.250	50,00	25.805,00	30%
Trébol						57.350	202.150	264.000	297.650	283.000	186.100		1.290.250	50,00	25.805,00	30%
Avena						1.040	1.188	510					2.737	0,50	5.474,00	30%
TOTAL AGRICOLA						115.880	406.745	531.240	598.121	568.001	373.221		2.593.207	101,20		30%
Total (m3/ha/mes)						1.149	4.019	5.249	5.940	5.641	3.714		25.711			
Total lt/ha/seg						0,43	1,55	1,96	2,22	2,33	1,39		0,82			

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 8.2-14 Demanda Bruta Sector Los Puquios

Cultivos	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	Total	Superficie	Tasa Anual	Eficiencia
Cereales y Chacras																
Huerta Casera						1	80	158	158	108	82		587	0,04	14.684,00	40%
Frutales																
Nogal							1.641	2.674	3.021	2.843	2.045	139	12.363	1,30	9.510,00	75%
Praderas																
Trébol						3.441	12.129	15.840	17.859	16.980	11.166		77.415	3,00	25.805,00	30%
Avena						6.240	7.125	3.057					16.422	3,00	5.474,00	30%
TOTAL AGRÍCOLA						9.682	20.974	21.730	21.038	19.932	13.293	139	106.787	7,34		40%
Total (m3/ha/mes)						1.603	2.858	2.960	4.847	4.593	3.063	107	20.031			
Total lt/ha/seg						0,60	1,10	1,11	1,81	1,90	1,14	0,04	0,64			

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 8.2-15 Demanda Bruta Sector La Mortandad

Cultivos	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	Total	Superficie	Tasa Anual	Eficiencia
Cereales y Chacras																
Huerta Casera						21	1.228	2.435	2.425	1.667	1.255		9.031	0,62	14.684,00	40%
Invernadero							3	41	54		7	3	107	0,02	7.151,00	40%
Frutales																
Avellano Europeo						1.622	12.547	21.436	24.162	22.977	13.559		96.301	11,50	8.374,00	85%
Manzano							3.062	6.094	8.756	8.324	5.654	568	32.458	2,00	16.229,00	40%
Nogal							4.706	7.672	8.670	8.158	5.868	400	35.474	2,00	17.737,00	40%
Huerta Frutal							333	621	751	650	383	16	2.753	0,18	15.297,00	40%
Otros Frutales							5.515	10.300	12.455	10.780	6.350	265	45.665	5,00	9.133,00	67%
Praderas																
TOTAL AGRÍCOLA						1.642	27.392	48.599	57.272	52.556	33.076	1.252	221.789	21,31		70%
Total (m3/ha/mes)						136	1.285	2.281	2.688	2.468	1.552	136	10.545			
Total lt/ha/seg						0,05	0,50	0,85	1,00	1,02	0,58	0,05	0,33			

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 8.2-16 Demanda Bruta Sector Las Guardias

Cultivos	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	Total	Superficie	Tasa Anual	Eficiencia
Cereales y Chacras																
Huerta Casera						45	2.665	5.288	5.266	3.619	2.725		19.608	1,40	14.016,00	42%
Invernadero							3	45	60		8	3	119	0,03	4.251,00	67%
Frutales																
Cerezo							1.917	3.785	5.465	5.194	2.868		19.229	1,55	12.406,00	47%
Manzano							3.062	6.094	8.756	8.324	5.654	568	32.458	2,00	16.229,00	40%
Nogal							4.950	8.066	9.116	8.580	6.171	421	37.304	2,75	13.565,00	52%
Huerta Frutal							1.364	2.547	3.081	2.666	1.571	65	11.293	0,79	14.295,00	43%
Otros Frutales							64.680	120.750	146.055	126.385	74.445	3.080	535.395	35,00	15.297,00	40%
Forestal									864	720			1.584	16,00	99,00	85%
Praderas																
Trébol						3.559	12.548	16.387	18.478	17.568	11.550		80.089	3,38	23.674,00	33%
Otras Praderas						57	202	264	298	283	186		1.290	0,05	25.805,00	30%
TOTAL AGRÍCOLA						3.661	91.391	163.227	197.439	173.339	105.177	4.137	738.370	62,95		50%
Total (m3/ha/mes)						758	1.947	3.477	3.136	2.755	2.240	102	14.414			
Total lt/ha/seg						0,28	0,75	1,30	1,17	1,14	0,84	0,04	0,46			

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 8.2-17 Demanda Bruta Sector Luis Cruz Martínez

Cultivos	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	Total	Superficie	Tasa Anual	Eficiencia
Cereales y Chacras																
Avena						3.432	3.919	1.681					9.032	1,65	5.474,00	30%
Trigo						5.794	11.273	8.205					25.271	3,75	6.739,00	38%
Maíz Grano						1.762	8.993	11.606	8.847	4.436			35.643	3,25	10.967,00	49%
Huerta Casera						92	5.433	10.776	10.731	7.373	5.552		39.956	2,98	13.408,00	44%
Invernadero							11	168	223		29	12	443	0,12	3.689,00	78%
Poroto Granado						244	2.175	3.753	1.638				7.810	1,00	7.810,00	40%
Frutales																
Frambuesa							240	459	520	357	145		1.720	0,26	6.616,00	85%
Huerta Frutal							222	414	501	433	255	11	1.836	0,12	15.297,00	40%
Praderas																
Trébol						1.306	4.604	6.013	6.780	6.445	4.239		29.386	1,75	16.792,00	46%
Avena						3.020	3.448	1.481					7.949	2,10	3.785,00	43%
Otras Praderas						92	323	422	476	453	298		2.064	0,20	10.322,00	75%
Pradera Natural						2.546	8.976	11.722	13.216	12.565	8.263		57.287	2,22	25.805,00	30%
TOTAL AGRÍCOLA						18.287	49.615	56.700	42.930	32.062	18.780	23	218.397	19,40		40%
Total (m3/ha/mes)						968	2.558	2.923	3.608	2.974	2.455	96	15.580			
Total lt/ha/seg						0,36	0,99	1,09	1,35	1,23	0,92	0,04	0,49			

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 8.2-18 Demanda Bruta Sector Macal

Cultivos	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	Total	Superficie	Tasa Anual	Eficiencia
Cereales y Chacras																
Huerta Casera						111	6.440	12.782	12.727	8.746	6.586		47.392	4,29	11.060,00	53%
Otras Chacras						43	2.495	4.950	4.929	3.388	2.551		18.355	1,25	14.684,00	40%
Invernadero							64	1.006	1.332		173	74	2.649	0,54	4.906,00	58%
Poroto Granado						22	196	338	147				703	0,09	7.810,00	40%
Frutales																
Cerezo							687	1.356	1.958	1.861	1.028		6.890	1,00	6.890,00	85%
Frambuesa							3.528	6.755	7.646	5.251	2.129		25.310	1,80	14.061,00	40%
Huerta Frutal							7.937	14.818	17.923	15.509	9.136	378	65.701	4,30	15.297,00	40%
Otros Frutales							1.182	2.208	2.671	2.311	1.361	56	9.789	1,00	9.789,00	63%
Praderas																
Alfalfa						1.220	4.303	5.618	6.333	6.023	3.960		27.455	2,50	10.982,00	71%
Trébol						3.818	13.469	17.585	19.830	18.853	12.396		85.951	3,68	23.388,00	33%
Avena						2.964	3.384	1.452					7.801	1,43	5.474,00	30%
Otras Praderas						8.591	30.282	39.547	44.588	42.393	27.878		193.280	7,49	25.805,00	30%
Pradera Natural						13.200	46.562	60.794	68.551	65.171	42.850		297.129	11,86	25.053,00	31%
TOTAL AGRÍCOLA						29.969	120.529	169.209	188.635	169.504	110.048	508	788.404	41,21		40%
Total (m3/ha/mes)						920	2.925	4.106	4.741	4.329	2.772	87	19.881			
Total lt/ha/seg						0,34	1,13	1,53	1,77	1,79	1,04	0,03	0,63			

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 8.2-19 Demanda Bruta Sector Pichinal

Cultivos	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	Total	Superficie	Tasa Anual	Eficiencia
Cereales y Chacras																
Avena																
Trigo						38.620	75.140	54.700					168.460	20,00	8.423,00	30%
Papa							301	1.773	2.276	1.874	1.021		7.244	0,50	14.487,00	40%
Huerta Casera						27	1.576	3.128	3.114	2.140	1.612		11.599	0,94	12.339,00	48%
Otras Chacras						38	2.216	4.396	4.377	3.008	2.266		16.299	1,11	14.684,00	40%
Invernadero							90	1.408	1.864		242	104	3.709	0,73	5.080,00	56%
Choclo						290	1.606	1.877					3.772	0,50	7.544,00	40%
Frutales																
Frambuesa							3.920	7.506	8.496	5.834	2.366		28.122	2,00	14.061,00	40%
Nogal							4.706	7.672	8.670	8.158	5.868	400	35.474	2,00	17.737,00	40%
Huerta Frutal							8.440	15.764	19.064	16.494	9.720	401	69.884	5,14	13.596,00	45%
Otros Frutales							13.860	25.875	31.298	27.083	15.953	660	114.728	7,50	15.297,00	40%
Forestal									391	323			714	3,40	210,00	40%
Praderas																
Trébol						6.997	24.662	32.208	36.313	34.526	22.704		157.411	6,10	25.805,00	30%
Avena						1.040	1.188	510					2.737	0,50	5.474,00	30%
Otras Praderas						8.081	28.475	37.190	41.933	39.863	26.208		181.750	10,40	17.476,00	44%
Pradera Natural						41.063	144.739	189.024	213.117	202.628	133.248		923.819	35,80	25.805,00	30%
TOTAL AGRÍCOLA						96.155	310.919	383.030	370.914	341.931	221.207	1.565	1.725.720	96,62		30%
Total (m3/ha/mes)						1.276	3.335	4.109	4.905	4.566	3.063	102	21.356			
Total lt/ha/seg						0,48	1,29	1,53	1,83	1,89	1,14	0,04	0,68			

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 8.2-20 Demanda Bruta Sector Maitenal

Cultivos	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	Total	Superficie	Tasa Anual	Eficiencia
Cereales y Chacras																
Huerta Casera						33	1.952	3.873	3.856	2.650	1.996		14.361	0,98	14.684,00	40%
Invernadero							23	357	472		61	26	939	0,16	6.059,00	47%
Frutales																
Avellano Europeo						1.466	11.326	19.352	21.822	20.746	12.239		86.951	10,25	8.483,00	84%
Cerezo						88	173	250	237	131			879	0,06	14.641,00	40%
Frambuesa						10	19	21	15	6			70	0,01	14.061,00	40%
Nogal						5.535	9.025	10.200	9.600	6.905	470		41.735	5,00	8.347,00	85%
Huerta Frutal						129	242	292	253	149	6		1.071	0,07	15.297,00	40%
Otros Frutales						23.637	44.103	53.347	46.163	27.188	1.139		195.577	27,11	7.215,00	85%
Praderas																
Alfalfa						115	404	528	595	566	372		2.581	0,25	10.322,00	75%
Trébol						2.525	8.894	11.616	13.096	12.452	8.190		56.771	5,50	10.322,00	75%
Avena						42	48	20					110	0,05	2.190,00	75%
Otras Praderas						3.678	12.972	16.937	19.099	18.155	11.939		82.779	3,55	23.318,00	33%
Pradera Natural						2.260	7.966	10.403	11.728	11.149	7.333		50.839	2,85	17.838,00	43%
TOTAL AGRÍCOLA						10.118	72.983	116.647	134.778	121.986	76.509	1.641	534.662	55,83		80%
Total (m3/ha/mes)						432	1.307	2.090	2.417	2.193	1.372	51	9.861			
Total lt/ha/seg						0,16	0,50	0,78	0,90	0,91	0,51	0,02	0,31			

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 8.2-21 Demanda Bruta Sector La Vega

Cultivos	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	Total	Superficie	Tasa Anual	Eficiencia
Cereales y Chacras																
Avena						1.248	1.425	611					3.284	0,60	5.474,00	30%
Maíz Grano						3	17	22	17	8			67	0,01	13.435,00	40%
Papa							560	3.297	4.233	3.485	1.898		13.473	0,93	14.487,00	40%
Huerta Casera						9	509	1.010	1.006	691	521		3.745	0,26	14.684,00	40%
Otras Chacras						3	200	396	394	271	204		1.468	0,10	14.684,00	40%
Invernadero							12	192	254		33	14	505	0,15	3.365,00	85%
Poroto Granado						6	54	94	41				195	0,03	7.810,00	40%
Tomate Consumo Fresco						46	161	208	197	150			762	0,05	15.238,00	40%
Otras Hortalizas						100	413	502	491	424			1.929	0,22	8.769,00	56%
Frutales																
Arándano							28	53	60	41	17		199	0,03	6.616,00	85%
Frambuesa							4.010	7.675	8.688	5.966	2.418		28.757	3,17	9.086,00	62%
Huerta Frutal							240	449	543	469	277	11	1.989	0,13	15.297,00	40%
Otros Frutales							194	362	438	379	223	9	1.606	0,11	15.297,00	40%
Forestal									959	788			1.746	17,12	102,00	82%
Praderas																
Alfalfa						1.147	4.043	5.280	5.953	5.660	3.722		25.805	1,00	25.805,00	30%
Trébol						138	485	634	714	679	447		3.097	0,30	10.322,00	75%
Avena						208	238	102					547	0,10	5.474,00	30%
Otras Praderas						459	1.617	2.112	2.381	2.264	1.489		10.322	1,00	10.322,00	75%
TOTAL AGRÍCOLA						3.367	14.205	22.999	26.368	21.275	11.248	35	99.497	25,29		70%
Total (m³/ha/mes)						921	1.740	2.817	1.073	872	1.570	90	9.082			
Total lt/ha/seg						0,34	0,67	1,05	0,40	0,36	0,59	0,03	0,29			

Fuente: Elaboración propia.

Para el total del área en estudio la demanda total alcanza a los 7,026 millones de m³, con un mes de máxima demanda en enero con 4.125 m³/ha/mes.

Tabla 8.2-22 Demanda Bruta Total Área

Cultivos	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	Total	Superficie	Eficiencia
Cereales y Chacras															
Avena						4.680	5.344	2.293					12.317	2,3	30%
Trigo						44.414	86.413	62.905					193.731	23,8	31%
Maíz Grano						1.898	9.688	12.503	9.530	4.779			38.397	3,5	48%
Papa							1.042	6.133	7.875	6.482	3.531		25.063	1,7	40%
Huerta Casera						340	19.883	39.451	39.282	26.994	20.329		146.279	11,5	47%
Otras Chacras						90	5.309	10.534	10.488	7.209	5.429		39.060	2,7	40%
Invernadero							205	3.217	4.259		554	237	8.471	1,7	60%
Choclo						290	1.606	1.877					3.772	0,5	40%
Poroto Granado						272	2.425	4.185	1.826				8.708	1,1	40%
Tomate Consumo Fresco						46	161	208	197	150			762	0,1	40%
Otras Hortalizas						100	413	502	491	424			1.929	0,2	56%
Frutales															
Arándano							28	53	60	41	17		199	0,0	85%
Avellano Europeo						3.087	23.873	40.788	45.984	43.723	25.797		183.252	21,8	84%
Cerezo							2.692	5.314	7.673	7.292	4.027		26.998	2,6	62%
Frambuesa							11.708	22.415	25.371	17.422	7.064		83.980	7,2	51%
Manzano							6.124	12.188	17.512	16.648	11.308	1.136	64.916	4,0	40%
Nogal							21.538	35.109	39.678	37.339	26.857	1.830	162.350	13,1	63%
Huerta Frutal							18.665	34.854	42.155	36.475	21.489	888	154.526	10,7	43%
Otros Frutales							109.068	203.598	246.263	213.101	125.520	5.209	902.760	75,7	58%
Forestal									2.214	1.831			4.044	36,5	79%
Praderas															
Alfalfa						59.832	210.900	275.426	310.531	295.249	194.154		1.346.091	53,8	32%
Trébol						79.133	278.941	364.283	410.720	390.503	256.790		1.780.369	73,7	34%
Avena						14.553	16.618	7.131					38.302	7,7	34%
Otras Praderas						20.958	73.872	96.473	108.775	103.411	67.997		471.486	22,7	39%
Pradera Natural						59.069	208.243	271.943	306.612	291.513	191.694		1.329.073	52,7	31%
TOTAL AGRICOLA						288.762	1.114.754	1.513.380	1.637.495	1.500.586	962.556	9.299	7.026.832	431,14	50%
Total (m3/ha/mes)						1.040	2.825	3.835	4.125	3.808	2.707	88	18.427		
Total lt/ha/seg						0,39	1,09	1,43	1,54	1,57	1,01	0,03	0,58		

Fuente: Elaboración propia.

8.3 Fichas Técnicas y Gastos Indirectos

Se elaboraron las fichas o estándares productivos y económicos por nivel tecnológico para cada uno de los rubros productivos identificados en situación actual. Para estos efectos se utilizó como base los antecedentes del estudio denominado Diagnóstico Perfil Agroeconómico Mediante Estándares de Producción de MdeA Consultores Ltda. para la Comisión Nacional de Riego, utilizándose como base modificable con los nuevos antecedentes del estudio de mercados, comercialización y precios.

Los precios de mano de obra corresponden a valores actuales pagados en la zona, en tanto que los precios de las labores de maquinaria agrícola e insumos, son precios de lista informados por proveedores de la zona a mayo del 2020. Los estándares incluyen las principales características de cada uno de los rubros identificados.

En términos generales se consideraron los siguientes aspectos en cada patrón:

Labores e insumos:

- Mano de obra
- Maquinaria
- Tracción animal
- Insumos físicos
- Fletes y envases
- Imprevistos
- Rendimientos

Los estándares o patrones se valorizan con información proveniente del capítulo 7 de este informe. De esta manera, se obtienen las fichas técnico - económicas, las que incluyen información sobre ingreso bruto, costos directos y margen bruto.

Los patrones se elaboraron a precios de mercado y social; para este último, se consideran las normas impartidas por MDSF, aplicando los factores de ajuste social para cada ítem.

Los coeficientes determinados por MDSF, cuyo monto varía según el ítem, se detallan a continuación:

Mano de Obra no calificada:	0,620
Mano de Obra semicalificada:	0,980
Insumo Importado:	1,010
Insumo Nacional:	1,000
Maquinaria Importada:	1,007
Maquinaria Nacional:	1,000
Producto Nacional:	1,000
Producto de Exportación:	1,010

En la siguiente tabla se presenta un resumen de las fichas técnico - económicas de situación actual. El detalle de cada ficha se presenta en el Anexo 8.3-1.

Tabla 8.3-1 Resumen Fichas Técnico Económicas de Situación Actual

Rubro Productivo	Edad	Rendimiento	Precios de Mercado (\$/ha)			Precios Sociales (\$/ha)		
			Ingreso	Costo	Margen Bruto	Ingreso	Costo	Margen Bruto
Avena Secano		40 qqm/ha	596.640	470.974	125.666	596.640	470.638	126.002
Avena Riego		50 qqm/ha	745.800	575.239	170.561	745.800	551.340	194.460
Trigo Blanco Secano		45 qqm/ha	827.190	647.350	179.840	827.190	644.337	182.853
Trigo Blanco Riego		60 qqm/ha	1.102.920	786.501	316.419	1.102.920	756.118	346.802
Maíz Grano		80 qqm/ha	1.230.000	889.253	340.747	1.230.000	849.739	380.261
Papa		100 qqm/ha	1.450.000	1.146.233	303.768	1.450.000	883.578	566.422
Lechuga Inv 160 m ²		700 un/Inv	174.300	105.274	69.026	174.300	105.274	69.026
Choclo		20 mil un/ha	1.980.000	1.378.267	601.733	1.980.000	1.099.391	880.609
Poroto Granado		4.000 kg/ha	2.128.000	1.568.987	559.013	2.128.000	1.181.227	946.773
Tomate Botado - Consumo Fresco		25 ton/ha	5.225.000	4.246.915	978.085	5.225.000	3.537.063	1.687.937
Arándano riego por goteo	Plena Producción	5 ton/ha	7.406.000	6.325.781	1.080.219	7.468.700	4.265.153	3.203.547
Frambuesa	Plena Producción	6 ton/ha	9.528.000	7.723.696	1.804.304	9.528.000	5.156.122	4.371.878
Avellano riego por goteo	En Formación	0 Ton/ha	0	648.948	-648.948	0	577.673	-577.673
Cerezo	Plena Producción	5 ton/ha	8.167.000	3.771.118	4.395.882	8.240.150	1.262.269	6.977.881
Manzano	Plena Producción	15 ton/ha	2.610.000	1.600.594	1.009.406	2.610.000	1.237.028	1.372.972
Nogal var. Chandler Riego por Goteo	Plena Producción	1,6 Ton/ha	2.849.600	1.151.000	1.698.600	2.849.600	991.876	1.857.724
Ganadería Bovina y Ovina		---	75.614	62.732	12.882	75.614	50.879	24.735

Con el objeto de determinar posteriormente en la evaluación económica, el margen neto por cultivo de la situación sin proyecto, se estimaron los gastos indirectos para cada uno de los sectores y estratos de tamaño.

Los gastos indirectos corresponden a los valores declarados por los agricultores al momento de aplicarles la encuesta simple muestral, en donde se consultó sobre el monto total anual referido a gastos indirectos.

Los aspectos que incluye el costo total de gastos indirectos, son los siguientes:

- Administración: Este incluye la ocupación o contratación de un empleado o mayordomo de campo.
- Contribuciones: Impuesto anual por concepto del avalúo fiscal de los terrenos. En general se considera que predios pequeños no pagan contribuciones.
- Contabilidad: Por este concepto se entienden los costos en contador, necesarios para la organización financiera y manejo del libro del I.V.A. y otros, de la explotación.
- Movilización: Considera un valor que cubre lo específicamente gastado en movilización atribuible a la actividad agrícola.
- Comunicaciones: Considera un valor que cubre lo específicamente gastado en

comunicaciones, ya sea por telefonía fija o celular.

- Arreglo Infraestructura Predial: Correspondiente a mantención de infraestructura predial, como cercos, galpones, etc.
- Acciones y Limpia de canales: Corresponde a lo pagado a las organizaciones de regantes del área, el cual incluye por lo general el costo de las limpieas de canales.

De esta forma en la siguiente tabla se presentan los valores por estrato de tamaño por hectárea y sector. Cabe señalar que los valores presentados corresponden a precios de mercado, los respectivos precios sociales son los mismos montos presentados sin incluir el ítem correspondiente a contribuciones.

**Tabla 8.3-2 Gastos Indirectos Situación Actual por Sector y Estratos de Tamaño
(Precios de Mercado, \$/ha/año).**

Estrato de Tamaño	Sector de Riego (\$/ha)								
	Lara	Los Puquios	La Mortandad	Las Guardias	Luis Cruz Martinez	Macal	Pichinal	Maitenal	La Vega
0 a 0,5 ha	---	150.000	555.333	154.545	103.659	49.323	255.376	53.571	23.697
0,51 a 1 ha	---	96.750	150.000	101.133	39.866	37.407	49.865	86.207	22.701
1,01 a 3,0 ha	68.404	7.194	18.750	36.344	129.668	18.908	19.923	25.068	9.597
3,01 a 12,0 ha	76.270	3.283	58.824	45.910	74.020	13.890	4.803	18.726	31.250
12,01 a 50,0 ha	319.953	13.772	21.598	---	41.459	202.899	44.970	5.149	131.094
Mayor de 50 ha	6.481	3.787	1.905	63.866	---	55.797	12.367	2.381	36.051

Fuente: Elaboración propia.

8.4 Determinación de Valores Económicos

Los márgenes brutos se determinan a través de la diferencia entre los ingresos producidos por la actividad agropecuaria del área de estudio y sus respectivos costos operacionales. Estos valores se obtienen por medio de la multiplicación de cada superficie asignada por el ingreso y costo unitario resultante de las fichas técnico - económicas por nivel tecnológico.

En las siguientes tablas se presentan los ingresos, costos y márgenes por estrato de tamaño, sector y total área de estudio.

Tabla 8.4-1 Lara Márgenes Situación Actual Estrato de Tamaño 1,01 a 3 has

Rubro Productivo	Precio de Mercado (\$)			Precio Sociales (\$)		
	Ingreso	Costo	Margen Bruto	Ingreso	Costo	Margen Bruto
RIEGO						
Cultivos y Hortalizas						
Maíz	246.000	177.851	68.149	246.000	169.948	76.052
Papa	435.000	343.870	91.130	435.000	265.073	169.927
Otras Chacras	290.000	229.247	60.754	290.000	176.716	113.284
Praderas y Forrajes						
Avena	37.807	31.366	6.441	37.807	25.439	12.368
Total Riego	1.008.807	782.333	226.474	1.008.807	637.176	371.631
Total Área	1.008.807	782.333	226.474	1.008.807	637.176	371.631

Nota: Precios de mercado y social están en \$/ha. Fuente: Elaboración propia.

Tabla 8.4-2 Lara Márgenes Situación Actual Estrato Tamaño Mayor de 50 has

Rubro Productivo	Precio de Mercado (\$)			Precio Sociales (\$)		
	Ingreso	Costo	Margen Bruto	Ingreso	Costo	Margen Bruto
RIEGO						
Praderas y Forrajes						
Alfalfa	3.780.721	3.136.611	644.110	3.780.721	2.543.917	1.236.803
Trébol	3.780.721	3.136.611	644.110	3.780.721	2.543.917	1.236.803
Total Riego	7.561.441	6.273.221	1.288.220	7.561.441	5.087.835	2.473.606
Total Área	7.561.441	6.273.221	1.288.220	7.561.441	5.087.835	2.473.606

Nota: Precios de mercado y social están en \$/ha. Fuente: Elaboración propia.

Tabla 8.4-3 Total Márgenes Sector Lara

Rubro Productivo	Precio de Mercado (\$)			Precio Sociales (\$)		
	Ingreso	Costo	Margen Bruto	Ingreso	Costo	Margen Bruto
RIEGO						
Cultivos y Hortalizas						
Maíz	246.000	177.851	68.149	246.000	169.948	76.052
Papa	435.000	343.870	91.130	435.000	265.073	169.927
Otras Chacras	290.000	229.247	60.754	290.000	176.716	113.284
Praderas y Forrajes						
Alfalfa	3.780.721	3.136.611	644.110	3.780.721	2.543.917	1.236.803
Trébol	3.780.721	3.136.611	644.110	3.780.721	2.543.917	1.236.803
Avena	37.807	31.366	6.441	37.807	25.439	12.368
Total Riego	8.570.248	7.055.554	1.514.694	8.570.248	5.725.011	2.845.238
Total Área	8.570.248	7.055.554	1.514.694	8.570.248	5.725.011	2.845.238

Nota: Precios de mercado y social están en \$/ha. Fuente: Elaboración propia.

Tabla 8.4-4 Los Puquios Márgenes Situación Actual Estrato de Tamaño 0 a 0,5 has

Rubro Productivo	Precio de Mercado (\$)			Precio Sociales (\$)		
	Ingreso	Costo	Margen Bruto	Ingreso	Costo	Margen Bruto
RIEGO						
Frutales						
Nogal	854.880	345.300	509.580	854.880	297.563	557.317
Total Riego	854.880	345.300	509.580	854.880	297.563	557.317
Total Área	854.880	345.300	509.580	854.880	297.563	557.317

Nota: Precios de mercado y social están en \$/ha. Fuente: Elaboración propia.

Tabla 8.4-5 Los Puquios Márgenes Situación Actual Estrato de Tamaño 0,51 a 1 has

Rubro Productivo	Precio de Mercado (\$)			Precio Sociales (\$)		
	Ingreso	Costo	Margen Bruto	Ingreso	Costo	Margen Bruto
RIEGO						
Frutales						
Nogal	1.424.800	575.500	849.300	1.424.800	495.938	928.862
Total Riego	1.424.800	575.500	849.300	1.424.800	495.938	928.862
Total Área	1.424.800	575.500	849.300	1.424.800	495.938	928.862

Nota: Precios de mercado y social están en \$/ha. Fuente: Elaboración propia.

Tabla 8.4-6 Los Puquios Márgenes Situación Actual Estrato de Tamaño 1,01 a 3 has

Rubro Productivo	Precio de Mercado (\$)			Precio Sociales (\$)		
	Ingreso	Costo	Margen Bruto	Ingreso	Costo	Margen Bruto
RIEGO						
Cultivos y Hortalizas						
Huerta Casera	14.416	11.076	3.340	14.416	9.061	5.354
Total Riego	14.416	11.076	3.340	14.416	9.061	5.354
SECANO						
Avena	477.312	376.779	100.533	477.312	376.510	100.802
Total Secano	477.312	376.779	100.533	477.312	376.510	100.802
Total Área	491.728	387.854	103.873	491.728	385.571	106.156

Nota: Precios de mercado y social están en \$/ha. Fuente: Elaboración propia.

Tabla 8.4-7 Los Puquios Márgenes Situación Actual Estrato Tamaño 3,01 a 12 has

Rubro Productivo	Precio de Mercado (\$)			Precio Sociales (\$)		
	Ingreso	Costo	Margen Bruto	Ingreso	Costo	Margen Bruto
RIEGO						
Cultivos y Hortalizas						
Huerta Casera	4.805	3.692	1.113	4.805	3.020	1.785
Frutales						
Nogal	1.424.800	575.500	849.300	1.424.800	495.938	928.862
Total Riego	1.429.605	579.192	850.413	1.429.605	498.958	930.647
SECANO						
Avena	596.640	470.974	125.666	596.640	470.638	126.002
Total Secano	596.640	470.974	125.666	596.640	470.638	126.002
Total Área	2.026.245	1.050.165	976.080	2.026.245	969.596	1.056.649

Nota: Precios de mercado y social están en \$/ha. Fuente: Elaboración propia.

Tabla 8.4-8 Los Puquios Márgenes Situación Actual Estrato Tamaño Mayor de 50 has

Rubro Productivo	Precio de Mercado (\$)			Precio Sociales (\$)		
	Ingreso	Costo	Margen Bruto	Ingreso	Costo	Margen Bruto
RIEGO						
Praderas y Forrajes						
Trébol	226.843	188.197	38.647	226.843	152.635	74.208
Avena	226.843	188.197	38.647	226.843	152.635	74.208
Total Riego	453.686	376.393	77.293	453.686	305.270	148.416
Total Área	453.686	376.393	77.293	453.686	305.270	148.416

Nota: Precios de mercado y social están en \$/ha. Fuente: Elaboración propia.

Tabla 8.4-9 Total Márgenes Sector Los Puquios

Rubro Productivo	Precio de Mercado (\$)			Precio Sociales (\$)		
	Ingreso	Costo	Margen Bruto	Ingreso	Costo	Margen Bruto
RIEGO						
Cultivos y Hortalizas						
Huerta Casera	19.221	14.767	4.453	19.221	12.082	7.139
Frutales						
Nogal	3.704.480	1.496.300	2.208.180	3.704.480	1.289.438	2.415.042
Praderas y Forrajes						
Trébol	226.843	188.197	38.647	226.843	152.635	74.208
Avena	226.843	188.197	38.647	226.843	152.635	74.208
Total Riego	4.177.387	1.887.461	2.289.926	4.177.387	1.606.790	2.570.597
SECANO						
Avena	1.073.952	847.752	226.200	1.073.952	847.148	226.804
Total Secano	1.073.952	847.752	226.200	1.073.952	847.148	226.804
Total Área	5.251.339	2.735.213	2.516.126	5.251.339	2.453.938	2.797.401

Nota: Precios de mercado y social están en \$/ha. Fuente: Elaboración propia.

Tabla 8.4-10 La Mortandad Márgenes Situación Actual Estrato de Tamaño 0 a 0,5 has

Rubro Productivo	Precio de Mercado (\$)			Precio Sociales (\$)		
	Ingreso	Costo	Margen Bruto	Ingreso	Costo	Margen Bruto
RIEGO						
Cultivos y Hortalizas						
Huerta Casera	50.455	38.765	11.690	50.455	31.714	18.740
Invernadero	54.469	32.898	21.571	872	526	345
Total Riego	104.923	71.663	33.261	51.326	32.241	19.086
SECANO						
Pradera Natural	105.104	87.198	17.906	105.104	70.721	34.383
Total Secano	105.104	87.198	17.906	105.104	70.721	34.383
Total Área	210.027	158.860	51.167	156.430	102.961	53.469

Nota: Precios de mercado y social están en \$/ha. Fuente: Elaboración propia.

Tabla 8.4- 11 La Mortandad Márgenes Situación Actual Estrato de Tamaño 0,51 a 1 has

Rubro Productivo	Precio de Mercado (\$)			Precio Sociales (\$)		
	Ingreso	Costo	Margen Bruto	Ingreso	Costo	Margen Bruto
RIEGO						
Cultivos y Hortalizas						
Huerta Casera	2.403	1.846	557	2.403	1.510	892
Invernadero	54.469	32.898	21.571	872	526	345
Frutales						
Huerta Frutal	48.897	32.916	15.981	49.114	20.660	28.454
Total Riego	105.768	67.659	38.109	52.388	22.696	29.692
SECANO						
Pradera Natural	71.834	59.596	12.238	71.834	48.334	23.499
Frutales de Secano	18.336	12.343	5.993	18.418	7.747	10.670
Total Secano	90.170	71.939	18.231	90.252	56.082	34.170
Total Área	195.938	139.598	56.340	142.640	78.778	63.862

Nota: Precios de mercado y social están en \$/ha. Fuente: Elaboración propia.

Tabla 8.4- 12 La Mortandad Márgenes Situación Actual Estrato de Tamaño 1,01 a 3 has

Rubro Productivo	Precio de Mercado (\$)			Precio Sociales (\$)		
	Ingreso	Costo	Margen Bruto	Ingreso	Costo	Margen Bruto
RIEGO						
Cultivos y Hortalizas						
Huerta Casera	242.663	186.439	56.224	242.663	152.530	90.132
Invernadero	54.469	32.898	21.571	872	526	345
Frutales						
Huerta Frutal	171.139	115.204	55.935	171.900	72.310	99.590
Total Riego	468.271	334.541	133.729	415.434	225.366	190.068
SECANO						
Pradera Natural	336.484	279.158	57.326	336.484	226.409	110.075
Total Secano	336.484	279.158	57.326	336.484	226.409	110.075
Total Área	804.755	613.700	191.055	751.918	451.775	300.143

Nota: Precios de mercado y social están en \$/ha. Fuente: Elaboración propia.

Tabla 8.4-13 La Mortandad Márgenes Situación Actual Estrato Tamaño 3,01 a 12 has

Rubro Productivo	Precio de Mercado (\$)			Precio Sociales (\$)		
	Ingreso	Costo	Margen Bruto	Ingreso	Costo	Margen Bruto
RIEGO						
Frutales						
Avellano Europeo		2.271.317	-2.271.317		2.021.854	-2.021.854
Otros Frutales	7.830.000	4.801.781	3.028.219	7.830.000	3.711.085	4.118.915
Total Riego	7.830.000	7.073.098	756.902	7.830.000	5.732.939	2.097.061
Total Área	7.830.000	7.073.098	756.902	7.830.000	5.732.939	2.097.061

Nota: Precios de mercado y social están en \$/ha. Fuente: Elaboración propia.

Tabla 8.4-14 La Mortandad Márgenes Situación Actual Estrato Tamaño 12,01 a 50 has

Rubro Productivo	Precio de Mercado (\$)			Precio Sociales (\$)		
	Ingreso	Costo	Margen Bruto	Ingreso	Costo	Margen Bruto
RIEGO						
Frutales						
Manzano	5.220.000	3.201.188	2.018.813	5.220.000	2.474.057	2.745.943
Nogal	2.849.600	1.151.000	1.698.600	2.849.600	991.876	1.857.724
Otros Frutales	5.220.000	3.201.188	2.018.813	5.220.000	2.474.057	2.745.943
Total Riego	13.289.600	7.553.375	5.736.225	13.289.600	5.939.989	7.349.611
Total Área	13.289.600	7.553.375	5.736.225	13.289.600	5.939.989	7.349.611

Nota: Precios de mercado y social están en \$/ha. Fuente: Elaboración propia.

Tabla 8.4-15 La Mortandad Márgenes Situación Actual Estrato Tamaño Mayor de 50 has

Rubro Productivo	Precio de Mercado (\$)			Precio Sociales (\$)		
	Ingreso	Costo	Margen Bruto	Ingreso	Costo	Margen Bruto
RIEGO						
Frutales						
Avellano Europeo		5.191.582	-5.191.582		4.621.381	-4.621.381
Nogal	2.849.600	1.151.000	1.698.600	2.849.600	991.876	1.857.724
Total Riego	2.849.600	6.342.582	-3.492.982	2.849.600	5.613.257	-2.763.657
SECANO						
Pradera Natural	39.319.494	32.620.750	6.698.744	39.319.494	26.456.742	12.862.752
Total Secano	39.319.494	32.620.750	6.698.744	39.319.494	26.456.742	12.862.752
Total Área	42.169.094	38.963.333	3.205.762	42.169.094	32.069.999	10.099.096

Nota: Precios de mercado y social están en \$/ha. Fuente: Elaboración propia.

Tabla 8.4-16 Total Márgenes Sector La Mortandad

Rubro Productivo	Precio de Mercado (\$)			Precio Sociales (\$)		
	Ingreso	Costo	Margen Bruto	Ingreso	Costo	Margen Bruto
RIEGO						
Cultivos y Hortalizas						
Huerta Casera	295.520	227.049	68.470	295.520	185.755	109.765
Invernadero	163.406	98.694	64.712	2.615	1.579	1.035
Frutales						
Avellano Europeo		7.462.899	-7.462.899		6.643.235	-6.643.235
Manzano	5.220.000	3.201.188	2.018.813	5.220.000	2.474.057	2.745.943
Nogal	5.699.200	2.302.000	3.397.200	5.699.200	1.983.751	3.715.449
Huerta Frutal	220.036	148.120	71.916	221.014	92.970	128.045
Otros Frutales	13.050.000	8.002.969	5.047.031	13.050.000	6.185.142	6.864.858
Total Riego	24.648.162	21.442.919	3.205.243	24.488.349	17.566.488	6.921.860
SECANO						
Pradera Natural	39.832.916	33.046.702	6.786.214	39.832.916	26.802.206	13.030.710
Frutales de Secano	18.336	12.343	5.993	18.418	7.747	10.670
Total Secano	39.851.253	33.059.045	6.792.207	39.851.334	26.809.953	13.041.381
Total Área	64.499.415	54.501.965	9.997.450	64.339.683	44.376.442	19.963.241

Nota: Precios de mercado y social están en \$/ha. Fuente: Elaboración propia.

Tabla 8.4-17 Las Guardias Márgenes Situación Actual Estrato Tamaño 0 a 0,5 has

Rubro Productivo	Precio de Mercado (\$)			Precio Sociales (\$)		
	Ingreso	Costo	Margen Bruto	Ingreso	Costo	Margen Bruto
RIEGO						
Cultivos y Hortalizas						
Huerta Casera	129.740	99.680	30.060	129.740	81.551	48.190
Total Riego	129.740	99.680	30.060	129.740	81.551	48.190
SECANO						
Pradera Natural	17.391	14.428	2.963	17.391	11.702	5.689
Total Secano	17.391	14.428	2.963	17.391	11.702	5.689
Total Área	147.132	114.109	33.023	147.132	93.253	53.879

Nota: Precios de mercado y social están en \$/ha. Fuente: Elaboración propia.

Tabla 8.4-18 Las Guardias Márgenes Situación Actual Estrato Tamaño 0,51 a 1 has

Rubro Productivo	Precio de Mercado (\$)			Precio Sociales (\$)		
	Ingreso	Costo	Margen Bruto	Ingreso	Costo	Margen Bruto
RIEGO						
Cultivos y Hortalizas						
Huerta Casera	153.286	117.770	35.516	153.286	96.351	56.935
Invernadero	119.831	72.376	47.456	1.917	1.158	759
Frutales						
Cerezo	2.450.100	1.131.335	1.318.765	2.472.045	378.681	2.093.364
Huerta Frutal	195.588	131.662	63.926	196.457	82.640	113.818
Praderas y Forrajes						
Otras Praderas	3.781	3.137	644	3.781	2.544	1.237
Total Riego	2.922.586	1.456.280	1.466.306	2.827.486	561.373	2.266.113
SECANO						
Pradera Natural	245.747	203.880	41.867	245.747	165.355	80.392
Total Secano	245.747	203.880	41.867	245.747	165.355	80.392
Total Área	3.168.333	1.660.160	1.508.173	3.073.233	726.728	2.346.505

Nota: Precios de mercado y social están en \$/ha. Fuente: Elaboración propia.

Tabla 8.4-19 Las Guardias Márgenes Situación Actual Estrato Tamaño 1,01 a 3 has

Rubro Productivo	Precio de Mercado (\$)			Precio Sociales (\$)		
	Ingreso	Costo	Margen Bruto	Ingreso	Costo	Margen Bruto
RIEGO						
Cultivos y Hortalizas						
Huerta Casera	28.831	22.151	6.680	28.831	18.122	10.709
Invernadero	185.194	111.853	73.341	2.963	1.790	1.173
Frutales						
Cerezo	816.700	377.112	439.588	824.015	126.227	697.788
Nogal	2.137.200	863.250	1.273.950	2.137.200	743.907	1.393.293
Huerta Frutal	97.794	65.831	31.963	98.229	41.320	56.909
Praderas y Forrajes						
Trébol	104.575	86.759	17.816	104.575	70.365	34.210
Total Riego	3.370.294	1.526.956	1.843.338	3.195.813	1.001.730	2.194.082
SECANO						
Pradera Natural	521.739	432.852	88.887	521.739	351.061	170.679
Total Secano	521.739	432.852	88.887	521.739	351.061	170.679
Total Área	3.892.033	1.959.808	1.932.225	3.717.552	1.352.791	2.364.761

Nota: Precios de mercado y social están en \$/ha. Fuente: Elaboración propia.

Tabla 8.4-20 Las Guardias Márgenes Situación Actual Estrato Tamaño 3,01 a 12 has

Rubro Productivo	Precio de Mercado (\$)			Precio Sociales (\$)		
	Ingreso	Costo	Margen Bruto	Ingreso	Costo	Margen Bruto
RIEGO						
Cultivos y Hortalizas						
Huerta Casera	360.390	276.890	83.501	360.390	226.530	133.860
Frutales						
Cerezo	1.225.050	565.668	659.382	1.236.023	189.340	1.046.682
Huerta Frutal	672.333	452.588	219.745	675.322	284.074	391.248
Praderas y Forrajes						
Trébol	151.229	125.464	25.764	151.229	101.757	49.472
Total Riego	2.409.002	1.420.610	988.392	2.422.963	801.701	1.621.262
SECANO						
Pradera Natural	359.168	297.978	61.190	359.168	241.672	117.496
Total Secano	359.168	297.978	61.190	359.168	241.672	117.496
Total Área	2.768.170	1.718.588	1.049.582	2.782.132	1.043.373	1.738.759

Nota: Precios de mercado y social están en \$/ha. Fuente: Elaboración propia.

Tabla 8.4-21 Las Guardias Márgenes Situación Actual Estrato Tamaño Mayor de 50 has

Rubro Productivo	Precio de Mercado (\$)			Precio Sociales (\$)		
	Ingreso	Costo	Margen Bruto	Ingreso	Costo	Margen Bruto
RIEGO						
Frutales						
Cerezo	8.167.000	3.771.118	4.395.882	8.240.150	1.262.269	6.977.881
Manzano	5.220.000	3.201.188	2.018.813	5.220.000	2.474.057	2.745.943
Nogal	5.699.200	2.302.000	3.397.200	5.699.200	1.983.751	3.715.449
Otros Frutales	91.350.000	56.020.781	35.329.219	91.350.000	43.295.991	48.054.009
Total Riego	110.436.200	65.295.087	45.141.113	110.509.350	49.016.067	61.493.283
SECANO						
Pradera Natural	5.293.009	4.391.255	901.754	5.293.009	3.561.484	1.731.524
Total Secano	5.293.009	4.391.255	901.754	5.293.009	3.561.484	1.731.524
Total Área	115.729.209	69.686.342	46.042.867	115.802.359	52.577.552	63.224.807

Nota: Precios de mercado y social están en \$/ha. Fuente: Elaboración propia.

Tabla 8.4-22 Total Márgenes Sector Las Guardias

Rubro Productivo	Precio de Mercado (\$)			Precio Sociales (\$)		
	Ingreso	Costo	Margen Bruto	Ingreso	Costo	Margen Bruto
RIEGO						
Cultivos y Hortalizas						
Huerta Casera	672.247	516.491	155.756	672.247	422.554	249.694
Invernadero	305.025	184.229	120.796	4.880	2.948	1.933
Frutales						
Cerezo	12.658.850	5.845.233	6.813.617	12.772.233	1.956.516	10.815.716
Manzano	5.220.000	3.201.188	2.018.813	5.220.000	2.474.057	2.745.943
Nogal	7.836.400	3.165.250	4.671.150	7.836.400	2.727.658	5.108.742
Huerta Frutal	965.715	650.082	315.633	970.008	408.033	561.974
Otros Frutales	91.350.000	56.020.781	35.329.219	91.350.000	43.295.991	48.054.009
Praderas y Forrajes						
Trébol	255.804	212.223	43.580	255.804	172.121	83.682
Otras Praderas	3.781	3.137	644	3.781	2.544	1.237
Total Riego	119.267.822	69.798.613	49.469.209	119.085.352	51.462.422	67.622.930
SECANO						
Pradera Natural	6.437.055	5.340.393	1.096.662	6.437.055	4.331.274	2.105.781
Total Secano	6.437.055	5.340.393	1.096.662	6.437.055	4.331.274	2.105.781
Total Área	125.704.877	75.139.006	50.565.870	125.522.407	55.793.696	69.728.711

Nota: Precios de mercado y social están en \$/ha. Fuente: Elaboración propia.

Tabla 8.4-23 Luis Cruz Martínez Márgenes Situación Actual Estrato Tamaño 0 a 0,5 has

Rubro Productivo	Precio de Mercado (\$)			Precio Sociales (\$)		
	Ingreso	Costo	Margen Bruto	Ingreso	Costo	Margen Bruto
RIEGO						
Cultivos y Hortalizas						
Huerta Casera	302.728	232.587	70.140	302.728	190.285	112.442
Invernadero	217.875	131.592	86.283	3.486	2.105	1.381
Frutales						
Huerta Frutal	122.242	82.289	39.954	122.786	51.650	71.136
Praderas y Forrajes						
Avena	26.465	21.956	4.509	26.465	17.807	8.658
Pradera Natural	75.614	62.732	12.882	75.614	50.878	24.736
Total Riego	744.924	531.156	213.768	531.079	312.726	218.353
SECANO						
Avena	417.648	329.681	87.967	417.648	329.446	88.202
Total Secano	417.648	329.681	87.967	417.648	329.446	88.202
Total Área	1.162.572	860.838	301.735	948.727	642.173	306.554

Nota: Precios de mercado y social están en \$/ha. Fuente: Elaboración propia.

Tabla 8.4-24 Luis Cruz Martínez Márgenes Sit. Actual Estrato Tamaño 0,51 a 1 has

Rubro Productivo	Precio de Mercado (\$)			Precio Sociales (\$)		
	Ingreso	Costo	Margen Bruto	Ingreso	Costo	Margen Bruto
RIEGO						
Cultivos y Hortalizas						
Avena	1.230.570	949.144	281.426	1.230.570	909.711	320.859
Huerta Casera	33.636	25.843	7.793	33.636	21.143	12.494
Invernadero	1.089.375	657.960	431.415	17.430	10.527	6.903
Frutales						
Frambuesa	2.477.280	2.008.161	469.119	2.477.280	1.340.592	1.136.688
Huerta Frutal	24.448	16.458	7.991	24.557	10.330	14.227
Praderas y Forrajes						
Otras Praderas	15.123	12.546	2.576	15.123	10.176	4.947
Pradera Natural	92.250	76.533	15.716	92.250	62.072	30.178
Total Riego	4.962.682	3.746.645	1.216.038	3.890.846	2.364.550	1.526.296
SECANO						
Pradera Natural	55.955	46.422	9.533	55.955	37.650	18.305
Total Secano	55.955	46.422	9.533	55.955	37.650	18.305
Total Área	5.018.637	3.793.066	1.225.571	3.946.801	2.402.200	1.544.600

Nota: Precios de mercado y social están en \$/ha. Fuente: Elaboración propia.

Tabla 8.4-25 Luis Cruz Martínez Márgenes Sit. Actual Estrato Tamaño 1,01 a 3 has

Rubro Productivo	Precio de Mercado (\$)			Precio Sociales (\$)		
	Ingreso	Costo	Margen Bruto	Ingreso	Costo	Margen Bruto
RIEGO						
Cultivos y Hortalizas						
Huerta Casera	4.805	3.692	1.113	4.805	3.020	1.785
Praderas y Forrajes						
Trébol	37.807	31.366	6.441	37.807	25.439	12.368
Avena	37.807	31.366	6.441	37.807	25.439	12.368
Total Riego	80.420	66.424	13.996	80.420	53.899	26.521
SECANO						
Avena	596.640	470.974	125.666	596.640	470.638	126.002
Total Secano	596.640	470.974	125.666	596.640	470.638	126.002
Total Área	677.060	537.398	139.662	677.060	524.536	152.523

Nota: Precios de mercado y social están en \$/ha. Fuente: Elaboración propia.

Tabla 8.4-26 Luis Cruz Martínez Márgenes Sit. Actual Estrato Tamaño 3,01 a 12 has

Rubro Productivo	Precio de Mercado (\$)			Precio Sociales (\$)		
	Ingreso	Costo	Margen Bruto	Ingreso	Costo	Margen Bruto
RIEGO						
Cultivos y Hortalizas						
Trigo	1.378.650	983.127	395.523	1.378.650	945.148	433.502
Maíz	3.997.500	2.890.074	1.107.426	3.997.500	2.761.653	1.235.847
Huerta Casera	1.090.780	838.052	252.728	1.090.780	685.631	405.150
Poroto Granado	2.128.000	1.568.987	559.013	2.128.000	1.181.227	946.773
Praderas y Forrajes						
Trébol	94.518	78.415	16.103	94.518	63.598	30.920
Avena	94.518	78.415	16.103	94.518	63.598	30.920
Total Riego	8.783.966	6.437.070	2.346.897	8.783.966	5.700.855	3.083.112
SECANO						
Avena	1.193.280	941.947	251.333	1.193.280	941.275	252.005
Pradera Natural	884.689	733.967	150.722	884.689	595.277	289.412
Total Secano	2.077.969	1.675.914	402.055	2.077.969	1.536.552	541.417
Total Área	10.861.935	8.112.984	2.748.951	10.861.935	7.237.407	3.624.528

Nota: Precios de mercado y social están en \$/ha. Fuente: Elaboración propia.

Tabla 8.4-27 Luis Cruz Martínez Márgenes Sit. Actual Estrato Tamaño 12,01 a 50 has

Rubro Productivo	Precio de Mercado (\$)			Precio Sociales (\$)		
	Ingreso	Costo	Margen Bruto	Ingreso	Costo	Margen Bruto
RIEGO						
Cultivos y Hortalizas						
Trigo	2.757.300	1.966.254	791.046	2.757.300	1.890.295	867.005
Total Riego	2.757.300	1.966.254	791.046	2.757.300	1.890.295	867.005
SECANO						
Avena	1.491.600	1.177.434	314.166	1.491.600	1.176.594	315.006
Pradera Natural	801.513	664.961	136.551	801.513	539.311	262.202
Total Secano	2.293.113	1.842.395	450.717	2.293.113	1.715.905	577.208
Total Área	5.050.413	3.808.649	1.241.764	5.050.413	3.606.200	1.444.213

Nota: Precios de mercado y social están en \$/ha. Fuente: Elaboración propia.

Tabla 8.4-28 Total Márgenes Sector Luis Cruz Martínez

Rubro Productivo	Precio de Mercado (\$)			Precio Sociales (\$)		
	Ingreso	Costo	Margen Bruto	Ingreso	Costo	Margen Bruto
RIEGO						
Cultivos y Hortalizas						
Avena	1.230.570	949.144	281.426	1.230.570	909.711	320.859
Trigo	4.135.950	2.949.380	1.186.570	4.135.950	2.835.443	1.300.507
Maíz	3.997.500	2.890.074	1.107.426	3.997.500	2.761.653	1.235.847
Huerta Casera	1.431.950	1.100.174	331.775	1.431.950	900.079	531.870
Invernadero	1.307.250	789.551	517.699	20.916	12.633	8.283
Poroto Granado	2.128.000	1.568.987	559.013	2.128.000	1.181.227	946.773
Frutales						
Frambuesa	2.477.280	2.008.161	469.119	2.477.280	1.340.592	1.136.688
Huerta Frutal	146.691	98.747	47.944	147.343	61.980	85.363
Praderas y Forrajes						
Trébol	132.325	109.781	22.544	132.325	89.037	43.288
Avena	158.790	131.738	27.053	158.790	106.845	51.946
Otras Praderas	15.123	12.546	2.576	15.123	10.176	4.947
Pradera Natural	167.864	139.266	28.598	167.864	112.950	54.914
Total Riego	17.329.293	12.747.548	4.581.744	16.043.611	10.322.325	5.721.286
SECANO						
Avena	3.699.168	2.920.036	779.132	3.699.168	2.917.954	781.214
Pradera Natural	1.742.156	1.445.350	296.806	1.742.156	1.172.237	569.919
Total Secano	5.441.324	4.365.386	1.075.938	5.441.324	4.090.191	1.351.133
Total Área	22.770.617	17.112.935	5.657.682	21.484.935	14.412.516	7.072.419

Nota: Precios de mercado y social están en \$/ha. Fuente: Elaboración propia.

Tabla 8.4-29 Macal Márgenes Situación Actual Estrato de Tamaño 0 a 0,5 has

Rubro Productivo	Precio de Mercado (\$)			Precio Sociales (\$)		
	Ingreso	Costo	Margen Bruto	Ingreso	Costo	Margen Bruto
RIEGO						
Cultivos y Hortalizas						
Huerta Casera	84.091	64.608	19.483	84.091	52.857	31.234
Invernadero	2.178.750	1.315.919	862.831	34.860	21.055	13.805
Frutales						
Frambuesa	2.667.840	2.162.635	505.205	2.667.840	1.443.714	1.224.126
Huerta Frutal	1.399.675	942.207	457.469	1.405.897	591.390	814.507
Praderas y Forrajes						
Trébol	18.904	15.683	3.221	18.904	12.720	6.184
Pradera Natural	56.711	47.049	9.662	56.711	38.159	18.552
Total Riego	6.405.971	4.548.100	1.857.871	4.268.303	2.159.894	2.108.409
SECANO						
Otras Praderas	105.860	87.825	18.035	105.860	71.230	34.630
Pradera Natural	496.031	411.523	84.507	496.031	333.762	162.269
Frutales de Secano	97.794	65.831	31.963	98.229	41.320	56.909
Total Secano	699.685	565.179	134.505	700.119	446.312	253.808
Total Área	7.105.656	5.113.280	1.992.376	4.968.422	2.606.206	2.362.216

Nota: Precios de mercado y social están en \$/ha. Fuente: Elaboración propia.

Tabla 8.4-30 Macal Márgenes Situación Actual Estrato de Tamaño 0,51 a 1 has

Rubro Productivo	Precio de Mercado (\$)			Precio Sociales (\$)		
	Ingreso	Costo	Margen Bruto	Ingreso	Costo	Margen Bruto
RIEGO						
Cultivos y Hortalizas						
Huerta Casera	278.702	214.128	64.574	278.702	175.183	103.518
Invernadero	1.960.875	1.184.327	776.548	31.374	18.949	12.425
Poroto Granado	191.520	141.209	50.311	191.520	106.310	85.210
Frutales						
Frambuesa	4.764.000	3.861.848	902.152	4.764.000	2.578.061	2.185.939
Huerta Frutal	1.466.909	987.466	479.443	1.473.430	619.798	853.632
Praderas y Forrajes						
Trébol	32.136	26.661	5.475	32.136	21.623	10.513
Avena	13.233	10.978	2.254	13.233	8.904	4.329
Otras Praderas	63.516	52.695	10.821	63.516	42.738	20.778
Pradera Natural	204.915	170.004	34.911	204.915	137.880	67.035
Total Riego	8.975.805	6.649.316	2.326.489	7.052.825	3.709.446	3.343.379
SECANO						
Pradera Natural	893.006	740.867	152.139	893.006	600.873	292.133
Total Secano	893.006	740.867	152.139	893.006	600.873	292.133
Total Área	9.868.811	7.390.183	2.478.628	7.945.831	4.310.320	3.635.511

Nota: Precios de mercado y social están en \$/ha. Fuente: Elaboración propia.

Tabla 8.4-31 Macal Márgenes Situación Actual Estrato de Tamaño 1,01 a 3 has

Rubro Productivo	Precio de Mercado (\$)			Precio Sociales (\$)		
	Ingreso	Costo	Margen Bruto	Ingreso	Costo	Margen Bruto
RIEGO						
Cultivos y Hortalizas						
Huerta Casera	965.845	742.064	223.781	965.845	607.100	358.745
Otras Chacras	1.812.500	1.432.791	379.709	1.812.500	1.104.472	708.028
Frutales						
Cerezo	8.167.000	3.771.118	4.395.882	8.240.150	1.262.269	6.977.881
Frambuesa	5.430.960	4.402.506	1.028.454	5.430.960	2.938.989	2.491.971
Huerta Frutal	1.772.515	1.193.188	579.327	1.780.394	748.922	1.031.472
Otros Frutales	1.305.000	800.297	504.703	1.305.000	618.514	686.486
Praderas y Forrajes						
Alfalfa	37.807	31.366	6.441	37.807	25.439	12.368
Trébol	37.807	31.366	6.441	37.807	25.439	12.368
Avena	37.807	31.366	6.441	37.807	25.439	12.368
Otras Praderas	257.089	213.290	43.799	257.089	172.986	84.103
Pradera Natural	109.641	90.962	18.679	109.641	73.774	35.867
Total Riego	19.933.972	12.740.313	7.193.659	20.015.001	7.603.344	12.411.657
SECANO						
Avena	1.551.264	1.224.531	326.733	1.551.264	1.223.658	327.606
Trébol	60.492	50.186	10.306	60.492	40.703	19.789
Otras Praderas	176.938	146.793	30.144	176.938	119.055	57.882
Pradera Natural	503.592	417.797	85.795	503.592	338.850	164.742
Total Secano	2.292.285	1.839.307	452.978	2.292.285	1.722.266	570.019
Total Área	22.226.257	14.579.620	7.646.637	22.307.286	9.325.610	12.981.676

Nota: Precios de mercado y social están en \$/ha. Fuente: Elaboración propia.

Tabla 8.4-32 Macal Márgenes Situación Actual Estrato de Tamaño 3,01 a 12 has

Rubro Productivo	Precio de Mercado (\$)			Precio Sociales (\$)		
	Ingreso	Costo	Margen Bruto	Ingreso	Costo	Margen Bruto
RIEGO						
Cultivos y Hortalizas						
Huerta Casera	730.390	561.163	169.228	730.390	459.101	271.290
Invernadero	1.743.000	1.052.735	690.265	27.888	16.844	11.044
Frutales						
Frambuesa	4.287.600	3.475.663	811.937	4.287.600	2.320.255	1.967.345
Huerta Frutal	611.212	411.444	199.768	613.929	258.249	355.680
Otros Frutales	1.305.000	800.297	504.703	1.305.000	618.514	686.486
Praderas y Forrajes						
Alfalfa	151.229	125.464	25.764	151.229	101.757	49.472
Trébol	189.036	156.831	32.205	189.036	127.196	61.840
Avena	56.711	47.049	9.662	56.711	38.159	18.552
Otras Praderas	18.904	15.683	3.221	18.904	12.720	6.184
Pradera Natural	525.520	435.989	89.531	525.520	353.605	171.916
Total Riego	9.618.602	7.082.318	2.536.284	7.906.207	4.306.398	3.599.809
SECANO						
Otras Praderas	332.703	276.022	56.682	332.703	223.865	108.839
Pradera Natural	3.689.983	3.061.332	628.651	3.689.983	2.482.863	1.207.120
Frutales de Secano	122.242	82.289	39.954	122.786	51.650	71.136
Total Secano	4.144.929	3.419.642	725.287	4.145.473	2.758.378	1.387.095
Total Área	13.763.531	10.501.960	3.261.571	12.051.679	7.064.776	4.986.903

Nota: Precios de mercado y social están en \$/ha. Fuente: Elaboración propia.

Tabla 8.4-33 Macal Márgenes Situación Actual Estrato de Tamaño 12,01 a 50 has

Rubro Productivo	Precio de Mercado (\$)			Precio Sociales (\$)		
	Ingreso	Costo	Margen Bruto	Ingreso	Costo	Margen Bruto
RIEGO						
Praderas y Forrajes						
Otras Praderas	226.843	188.197	38.647	226.843	152.635	74.208
Total Riego	226.843	188.197	38.647	226.843	152.635	74.208
SECANO						
Trébol	378.072	313.661	64.411	378.072	254.392	123.680
Pradera Natural	1.081.286	897.071	184.215	1.081.286	727.560	353.726
Total Secano	1.459.358	1.210.732	248.626	1.459.358	981.952	477.406
Total Área	1.686.201	1.398.928	287.273	1.686.201	1.134.587	551.614

Nota: Precios de mercado y social están en \$/ha. Fuente: Elaboración propia.

Tabla 8.4-34 Total Márgenes Sector Macal

Rubro Productivo	Precio de Mercado (\$)			Precio Sociales (\$)		
	Ingreso	Costo	Margen Bruto	Ingreso	Costo	Margen Bruto
RIEGO						
Cultivos y Hortalizas						
Huerta Casera	2.059.028	1.581.962	477.066	2.059.028	1.294.241	764.787
Otras Chacras	1.812.500	1.432.791	379.709	1.812.500	1.104.472	708.028
Invernadero	5.882.625	3.552.981	2.329.644	94.122	56.848	37.274
Poroto Granado	191.520	141.209	50.311	191.520	106.310	85.210
Frutales						
Cerezo	8.167.000	3.771.118	4.395.882	8.240.150	1.262.269	6.977.881
Frambuesa	17.150.400	13.902.652	3.247.748	17.150.400	9.281.019	7.869.381
Huerta Frutal	5.250.311	3.534.304	1.716.007	5.273.650	2.218.359	3.055.291
Otros Frutales	2.610.000	1.600.594	1.009.406	2.610.000	1.237.028	1.372.972
Praderas y Forrajes						
Alfalfa	189.036	156.831	32.205	189.036	127.196	61.840
Trébol	277.883	230.541	47.342	277.883	186.978	90.905
Avena	107.751	89.393	18.357	107.751	72.502	35.249
Otras Praderas	566.352	469.864	96.488	566.352	381.079	185.273
Pradera Natural	896.787	744.004	152.783	896.787	603.417	293.370
Total Riego	45.161.193	31.208.244	13.952.949	39.469.179	17.931.718	21.537.461
SECANO						
Avena	1.551.264	1.224.531	326.733	1.551.264	1.223.658	327.606
Trébol	438.564	363.847	74.717	438.564	295.094	143.469
Otras Praderas	615.501	510.640	104.861	615.501	414.150	201.352
Pradera Natural	6.663.898	5.528.590	1.135.308	6.663.898	4.483.909	2.179.989
Frutales de Secano	220.036	148.120	71.916	221.014	92.970	128.045
Total Secano	9.489.263	7.775.728	1.713.535	9.490.241	6.509.781	2.980.461
Total Área	54.650.456	38.983.972	15.666.484	48.959.420	24.441.499	24.517.922

Nota: Precios de mercado y social están en \$/ha. Fuente: Elaboración propia.

Tabla 8.4-35 Pichinal Márgenes Situación Actual Estrato de Tamaño 0 a 0,5 has

Rubro Productivo	Precio de Mercado (\$)			Precio Sociales (\$)		
	Ingreso	Costo	Margen Bruto	Ingreso	Costo	Margen Bruto
RIEGO						
Cultivos y Hortalizas						
Huerta Casera	100.909	77.529	23.380	100.909	63.428	37.481
Otras Chacras	159.500	126.086	33.414	159.500	97.194	62.306
Invernadero	544.688	328.980	215.708	8.715	5.264	3.451
Frutales						
Huerta Frutal	2.065.897	1.390.681	675.216	2.075.080	872.882	1.202.198
Praderas y Forrajes						
Pradera Natural	15.123	12.546	2.576	15.123	10.176	4.947
Total Riego	2.886.116	1.935.822	950.295	2.359.327	1.048.943	1.310.384
SECANO						
Pradera Natural	294.140	244.028	50.112	294.140	197.917	96.223
Frutales de Secano	2.445	1.646	799	2.456	1.033	1.423
Total Secano	296.585	245.674	50.911	296.596	198.950	97.646
Total Área	3.182.701	2.181.496	1.001.205	2.655.923	1.247.893	1.408.030

Nota: Precios de mercado y social están en \$/ha. Fuente: Elaboración propia.

Tabla 8.4-36 Pichinal Márgenes Situación Actual Estrato de Tamaño 0,51 a 1 has

Rubro Productivo	Precio de Mercado (\$)			Precio Sociales (\$)		
	Ingreso	Costo	Margen Bruto	Ingreso	Costo	Margen Bruto
RIEGO						
Cultivos y Hortalizas						
Huerta Casera	57.662	44.302	13.360	57.662	36.245	21.418
Invernadero	544.688	328.980	215.708	8.715	5.264	3.451
Frutales						
Huerta Frutal	427.848	288.011	139.838	429.750	180.774	248.976
Praderas y Forrajes						
Otras Praderas	7.561	6.273	1.288	7.561	5.088	2.474
Total Riego	1.037.760	667.566	370.194	503.689	227.371	276.319
SECANO						
Pradera Natural	446.881	370.747	76.134	446.881	300.691	146.190
Total Secano	446.881	370.747	76.134	446.881	300.691	146.190
Total Área	1.484.641	1.038.313	446.327	950.570	528.062	422.509

Nota: Precios de mercado y social están en \$/ha. Fuente: Elaboración propia.

Tabla 8.4-37 Pichinal Márgenes Situación Actual Estrato de Tamaño 1,01 a 3 has

Rubro Productivo	Precio de Mercado (\$)			Precio Sociales (\$)		
	Ingreso	Costo	Margen Bruto	Ingreso	Costo	Margen Bruto
RIEGO						
Cultivos y Hortalizas						
Huerta Casera	144.156	110.756	33.400	144.156	90.612	53.544
Invernadero	4.139.625	2.500.246	1.639.379	66.234	40.004	26.230
Frutales						
Huerta Frutal	1.222.424	822.888	399.536	1.227.858	516.498	711.360
Praderas y Forrajes						
Trébol	30.246	25.093	5.153	30.246	20.351	9.894
Avena	37.807	31.366	6.441	37.807	25.439	12.368
Otras Praderas	143.667	119.191	24.476	143.667	96.669	46.999
Total Riego	5.717.925	3.609.540	2.108.385	1.649.968	789.573	860.395
SECANO						
Otras Praderas	113.422	94.098	19.323	113.422	76.318	37.104
Pradera Natural	1.844.236	1.530.039	314.197	1.844.236	1.240.923	603.313
Total Secano	1.957.657	1.624.137	333.520	1.957.657	1.317.240	640.417
Total Área	7.675.582	5.233.677	2.441.905	3.607.625	2.106.814	1.500.812

Nota: Precios de mercado y social están en \$/ha. Fuente: Elaboración propia.

Tabla 8.4- 38 Pichinal Márgenes Situación Actual Estrato de Tamaño 3,01 a 12 has

Rubro Productivo	Precio de Mercado (\$)			Precio Sociales (\$)		
	Ingreso	Costo	Margen Bruto	Ingreso	Costo	Margen Bruto
RIEGO						
Cultivos y Hortalizas						
Papa	725.000	573.116	151.884	725.000	441.789	283.211
Huerta Casera	28.831	22.151	6.680	28.831	18.122	10.709
Otras Chacras	1.450.000	1.146.233	303.768	1.450.000	883.578	566.422
Invernadero	544.688	328.980	215.708	8.715	5.264	3.451
Choclo	990.000	689.134	300.866	990.000	549.696	440.304
Frutales						
Frambuesa	4.764.000	3.861.848	902.152	4.764.000	2.578.061	2.185.939
Huerta Frutal	122.242	82.289	39.954	122.786	51.650	71.136
Otros Frutales	1.305.000	800.297	504.703	1.305.000	618.514	686.486
Praderas y Forrajes						
Trébol	34.026	28.229	5.797	34.026	22.895	11.131
Otras Praderas	257.089	213.290	43.799	257.089	172.986	84.103
Pradera Natural	7.561	6.273	1.288	7.561	5.088	2.474
Total Riego	10.228.438	7.751.839	2.476.599	9.693.009	5.347.642	4.345.366
SECANO						
Avena	596.640	470.974	125.666	596.640	470.638	126.002
Trébol	75.614	62.732	12.882	75.614	50.878	24.736
Pradera Natural	3.909.265	3.243.255	666.010	3.909.265	2.630.411	1.278.854
Total Secano	4.581.520	3.776.961	804.558	4.581.520	3.151.927	1.429.593
Total Área	14.809.958	11.528.800	3.281.157	14.274.528	8.499.569	5.774.959

Nota: Precios de mercado y social están en \$/ha. Fuente: Elaboración propia.

Tabla 8.4-39 Pichinal Márgenes Situación Actual Estrato de Tamaño 12,01 a 50 has

Rubro Productivo	Precio de Mercado (\$)			Precio Sociales (\$)		
	Ingreso	Costo	Margen Bruto	Ingreso	Costo	Margen Bruto
RIEGO						
Cultivos y Hortalizas						
Huerta Casera	120.130	92.297	27.834	120.130	75.510	44.620
Invernadero	2.178.750	1.315.919	862.831	34.860	21.055	13.805
Frutales						
Frambuesa	14.292.000	11.585.543	2.706.457	14.292.000	7.734.182	6.557.818
Nogal	5.699.200	2.302.000	3.397.200	5.699.200	1.983.751	3.715.449
Huerta Frutal	2.444.848	1.645.776	799.072	2.455.716	1.032.996	1.422.720
Otros Frutales	18.270.000	11.204.156	7.065.844	18.270.000	8.659.198	9.610.802
Praderas y Forrajes						
Trébol	396.976	329.344	67.632	396.976	267.111	129.864
Otras Praderas	378.072	313.661	64.411	378.072	254.392	123.680
Pradera Natural	2.684.312	2.226.994	457.318	2.684.312	1.806.181	878.130
Total Riego	46.464.287	31.015.690	15.448.597	44.331.265	21.834.377	22.496.888
SECANO						
Pradera Natural	4.431.005	3.676.108	754.897	4.431.005	2.981.471	1.449.533
Total Secano	4.431.005	3.676.108	754.897	4.431.005	2.981.471	1.449.533
Total Área	50.895.292	34.691.798	16.203.494	48.762.270	24.815.849	23.946.421

Nota: Precios de mercado y social están en \$/ha. Fuente: Elaboración propia.

Tabla 8.4-40 Pichinal Márgenes Situación Actual Estrato Tamaño Mayor de 50 has

Rubro Productivo	Precio de Mercado (\$)			Precio Sociales (\$)		
	Ingreso	Costo	Margen Bruto	Ingreso	Costo	Margen Bruto
RIEGO						
Cultivos y Hortalizas						
Trigo	22.058.400	15.730.029	6.328.371	22.058.400	15.122.363	6.936.037
Total Riego	22.058.400	15.730.029	6.328.371	22.058.400	15.122.363	6.936.037
Total Área	22.058.400	15.730.029	6.328.371	22.058.400	15.122.363	6.936.037

Nota: Precios de mercado y social están en \$/ha. Fuente: Elaboración propia.

Tabla 8.4-41 Total Márgenes Sector Pichinal

Rubro Productivo	Precio de Mercado (\$)			Precio Sociales (\$)		
	Ingreso	Costo	Margen Bruto	Ingreso	Costo	Margen Bruto
RIEGO						
Cultivos y Hortalizas						
Trigo	22.058.400	15.730.029	6.328.371	22.058.400	15.122.363	6.936.037
Papa	725.000	573.116	151.884	725.000	441.789	283.211
Huerta Casera	451.689	347.035	104.654	451.689	283.918	167.771
Otras Chacras	1.609.500	1.272.318	337.182	1.609.500	980.771	628.729
Invernadero	7.952.438	4.803.105	3.149.333	127.239	76.850	50.389
Choclo	990.000	689.134	300.866	990.000	549.696	440.304
Frutales						
Frambuesa	19.056.000	15.447.391	3.608.609	19.056.000	10.312.243	8.743.757
Nogal	5.699.200	2.302.000	3.397.200	5.699.200	1.983.751	3.715.449
Huerta Frutal	6.283.259	4.229.644	2.053.615	6.311.190	2.654.800	3.656.390
Otros Frutales	19.575.000	12.004.453	7.570.547	19.575.000	9.277.712	10.297.288
Praderas y Forrajes						
Trébol	461.248	382.666	78.581	461.248	310.358	150.890
Avena	37.807	31.366	6.441	37.807	25.439	12.368
Otras Praderas	786.390	652.415	133.975	786.390	529.135	257.255
Pradera Natural	2.706.996	2.245.813	461.183	2.706.996	1.821.445	885.551
Total Riego	88.392.927	60.710.486	27.682.441	80.595.659	44.370.269	36.225.390
SECANO						
Avena	596.640	470.974	125.666	596.640	470.638	126.002
Trébol	75.614	62.732	12.882	75.614	50.878	24.736
Otras Praderas	113.422	94.098	19.323	113.422	76.318	37.104
Pradera Natural	10.925.526	9.064.177	1.861.349	10.925.526	7.351.413	3.574.114
Frutales de Secano	2.445	1.646	799	2.456	1.033	1.423
Total Secano	11.713.647	9.693.627	2.020.020	11.713.658	7.950.279	3.763.379
Total Área	100.106.574	70.404.113	29.702.461	92.309.317	52.320.549	39.988.768

Nota: Precios de mercado y social están en \$/ha. Fuente: Elaboración propia.

Tabla 8.4-42 Maitenal Márgenes Situación Actual Estrato de Tamaño 0 a 0,5 has

Rubro Productivo	Precio de Mercado (\$)			Precio Sociales (\$)		
	Ingreso	Costo	Margen Bruto	Ingreso	Costo	Margen Bruto
RIEGO						
Cultivos y Hortalizas						
Huerta Casera	52.857	40.610	12.247	52.857	33.224	19.633
Invernadero	163.406	98.694	64.712	2.615	1.579	1.035
Frutales						
Cerezo	408.350	188.556	219.794	412.008	63.113	348.894
Praderas y Forrajes						
Avena	3.781	3.137	644	3.781	2.544	1.237
Pradera Natural	26.465	21.956	4.509	26.465	17.807	8.658
Total Riego	654.859	352.953	301.906	497.725	118.268	379.457
SECANO						
Avena	178.992	141.292	37.700	178.992	141.191	37.801
Pradera Natural	88.847	73.710	15.137	88.847	59.782	29.065
Total Secano	267.839	215.002	52.837	267.839	200.973	66.866
Total Área	922.698	567.956	354.743	765.564	319.242	446.322

Nota: Precios de mercado y social están en \$/ha. Fuente: Elaboración propia.

Tabla 8.4-43 Maitenal Márgenes Situación Actual Estrato de Tamaño 0,51 a 1 has

Rubro Productivo	Precio de Mercado (\$)			Precio Sociales (\$)		
	Ingreso	Costo	Margen Bruto	Ingreso	Costo	Margen Bruto
RIEGO						
Cultivos y Hortalizas						
Huerta Casera	26.429	20.305	6.123	26.429	16.612	9.816
Invernadero	217.875	131.592	86.283	3.486	2.105	1.381
Frutales						
Frambuesa	47.640	38.618	9.022	47.640	25.781	21.859
Huerta Frutal	24.448	16.458	7.991	24.557	10.330	14.227
Otros Frutales	65.250	40.015	25.235	65.250	30.926	34.324
Total Riego	381.642	246.988	134.654	167.362	85.754	81.608
SECANO						
Avena	298.320	235.487	62.833	298.320	235.319	63.001
Pradera Natural	130.813	108.527	22.286	130.813	88.020	42.793
Total Secano	429.133	344.014	85.119	429.133	323.338	105.795
Total Área	810.775	591.002	219.773	596.495	409.092	187.402

Nota: Precios de mercado y social están en \$/ha. Fuente: Elaboración propia.

Tabla 8.4-44 Maitenal Márgenes Situación Actual Estrato de Tamaño 1,01 a 3 has

Rubro Productivo	Precio de Mercado (\$)			Precio Sociales (\$)		
	Ingreso	Costo	Margen Bruto	Ingreso	Costo	Margen Bruto
RIEGO						
Cultivos y Hortalizas						
Huerta Casera	45.649	35.073	10.577	45.649	28.694	16.956
Invernadero	217.875	131.592	86.283	3.486	2.105	1.381
Frutales						
Avellano Europeo		162.237	-162.237		144.418	-144.418
Huerta Frutal	12.224	8.229	3.995	12.279	5.165	7.114
Total Riego	275.749	337.130	-61.382	61.414	180.382	-118.968
SECANO						
Avena	59.664	47.097	12.567	59.664	47.064	12.600
Pradera Natural	1.213.989	1.007.166	206.824	1.213.989	816.852	397.137
Total Secano	1.273.653	1.054.263	219.390	1.273.653	863.916	409.738
Total Área	1.549.402	1.391.393	158.009	1.335.067	1.044.298	290.769

Nota: Precios de mercado y social están en \$/ha. Fuente: Elaboración propia.

Tabla 8.4-45 Maitenal Márgenes Situación Actual Estrato de Tamaño 3,01 a 12 has

Rubro Productivo	Precio de Mercado (\$)			Precio Sociales (\$)		
	Ingreso	Costo	Margen Bruto	Ingreso	Costo	Margen Bruto
RIEGO						
Cultivos y Hortalizas						
Huerta Casera	67.273	51.686	15.587	67.273	42.286	24.987
Invernadero	653.625	394.776	258.849	10.458	6.316	4.142
Frutales						
Cerezo	81.670	37.711	43.959	82.402	12.623	69.779
Otros Frutales	208.800	128.048	80.753	208.800	98.962	109.838
Praderas y Forrajes						
Alfalfa	18.904	15.683	3.221	18.904	12.720	6.184
Trébol	113.422	94.098	19.323	113.422	76.318	37.104
Otras Praderas	56.711	47.049	9.662	56.711	38.159	18.552
Pradera Natural	37.807	31.366	6.441	37.807	25.439	12.368
Total Riego	1.238.211	800.417	437.794	595.776	312.822	282.954
SECANO						
Avena	1.014.288	800.655	213.633	1.014.288	800.084	214.204
Trébol	113.422	94.098	19.323	113.422	76.318	37.104
Pradera Natural	2.429.491	2.015.586	413.905	2.429.491	1.634.721	794.770
Total Secano	3.557.201	2.910.339	646.861	3.557.201	2.511.123	1.046.078
Total Área	4.795.412	3.710.756	1.084.655	4.152.976	2.823.945	1.329.031

Nota: Precios de mercado y social están en \$/ha. Fuente: Elaboración propia.

Tabla 8.4-46 Maitenal Márgenes Situación Actual Estrato de Tamaño 12,01 a 50 has

Rubro Productivo	Precio de Mercado (\$)			Precio Sociales (\$)		
	Ingreso	Costo	Margen Bruto	Ingreso	Costo	Margen Bruto
RIEGO						
Cultivos y Hortalizas						
Huerta Casera	277.741	213.390	64.351	277.741	174.579	103.161
Invernadero	435.750	263.184	172.566	6.972	4.211	2.761
Frutales						
Nogal	14.248.000	5.755.001	8.492.999	14.248.000	4.959.379	9.288.621
Huerta Frutal	36.673	24.687	11.986	36.836	15.495	21.341
Otros Frutales	5.220	3.201	2.019	5.220	2.474	2.746
Praderas y Forrajes						
Trébol	189.036	156.831	32.205	189.036	127.196	61.840
Otras Praderas	211.720	175.650	36.070	211.720	142.459	69.261
Pradera Natural	151.229	125.464	25.764	151.229	101.757	49.472
Total Riego	15.555.368	6.717.407	8.837.962	15.126.754	5.527.550	9.599.204
SECANO						
Avena	298.320	235.487	62.833	298.320	235.319	63.001
Pradera Natural	2.226.088	1.846.836	379.252	2.226.088	1.497.859	728.230
Total Secano	2.524.408	2.082.323	442.085	2.524.408	1.733.177	791.231
Total Área	18.079.777	8.799.730	9.280.047	17.651.162	7.260.727	10.390.435

Nota: Precios de mercado y social están en \$/ha. Fuente: Elaboración propia.

Tabla 8.4-47 Maitenal Márgenes Situación Actual Estrato Tamaño Mayor de 50 has

Rubro Productivo	Precio de Mercado (\$)			Precio Sociales (\$)		
	Ingreso	Costo	Margen Bruto	Ingreso	Costo	Margen Bruto
RIEGO						
Frutales						
Avellano Europeo		6.489.478	-6.489.478		5.776.726	-5.776.726
Huerta Frutal	12.224	8.229	3.995	12.279	5.165	7.114
Otros Frutales	70.470.000	43.216.031	27.253.969	70.470.000	33.399.764	37.070.236
Praderas y Forrajes						
Trébol	113.422	94.098	19.323	113.422	76.318	37.104
Total Riego	70.595.646	49.807.836	20.787.810	70.595.700	39.257.973	31.337.727
SECANO						
Pradera Natural	6.880.912	5.708.631	1.172.280	6.880.912	4.629.930	2.250.982
Total Secano	6.880.912	5.708.631	1.172.280	6.880.912	4.629.930	2.250.982
Total Área	77.476.557	55.516.468	21.960.090	77.476.612	43.887.903	33.588.709

Nota: Precios de mercado y social están en \$/ha. Fuente: Elaboración propia.

Tabla 8.4-48 Total Márgenes Sector Maitenal

Rubro Productivo	Precio de Mercado (\$)			Precio Sociales (\$)		
	Ingreso	Costo	Margen Bruto	Ingreso	Costo	Margen Bruto
RIEGO						
Cultivos y Hortalizas						
Huerta Casera	469.949	361.064	108.885	469.949	295.395	174.553
Invernadero	1.688.531	1.019.837	668.694	27.017	16.317	10.699
Frutales						
Avellano Europeo		6.651.715	-6.651.715		5.921.145	-5.921.145
Cerezo	490.020	226.267	263.753	494.409	75.736	418.673
Frambuesa	47.640	38.618	9.022	47.640	25.781	21.859
Nogal	14.248.000	5.755.001	8.492.999	14.248.000	4.959.379	9.288.621
Huerta Frutal	85.570	57.602	27.968	85.950	36.155	49.795
Otros Frutales	70.749.270	43.387.295	27.361.975	70.749.270	33.532.126	37.217.144
Praderas y Forrajes						
Alfalfa	18.904	15.683	3.221	18.904	12.720	6.184
Trébol	415.879	345.027	70.852	415.879	279.831	136.048
Avena	3.781	3.137	644	3.781	2.544	1.237
Otras Praderas	268.431	222.699	45.732	268.431	180.618	87.813
Pradera Natural	215.501	178.787	36.714	215.501	145.003	70.498
Total Riego	88.701.475	58.262.732	30.438.743	87.044.730	45.482.749	41.561.980
SECANO						
Avena	1.849.584	1.460.018	389.566	1.849.584	1.458.977	390.607
Trébol	113.422	94.098	19.323	113.422	76.318	37.104
Pradera Natural	12.970.140	10.760.456	2.209.684	12.970.140	8.727.163	4.242.977
Total Secano	14.933.146	12.314.573	2.618.573	14.933.146	10.262.458	4.670.688
Total Área	103.634.621	70.577.305	33.057.316	101.977.876	55.745.207	46.232.668

Nota: Precios de mercado y social están en \$/ha. Fuente: Elaboración propia.

Tabla 8.4-49 La Vega Márgenes Situación Actual Estrato de Tamaño 0 a 0,5 has

Rubro Productivo	Precio de Mercado (\$)			Precio Sociales (\$)		
	Ingreso	Costo	Margen Bruto	Ingreso	Costo	Margen Bruto
RIEGO						
Cultivos y Hortalizas						
Avena	74.580	57.524	17.056	74.580	55.134	19.446
Papa	36.250	28.656	7.594	36.250	22.089	14.161
Huerta Casera	24.026	18.459	5.567	24.026	15.102	8.924
Poroto Granado	53.200	39.225	13.975	53.200	29.531	23.669
Tomate	261.250	212.346	48.904	261.250	176.853	84.397
Frutales						
Arándano	222.180	189.773	32.407	224.061	127.955	96.106
Frambuesa	2.572.560	2.085.398	487.162	2.572.560	1.392.153	1.180.407
Total Riego	3.244.046	2.631.381	612.665	3.245.927	1.818.817	1.427.110
SECANO						
Pradera Natural	132.325	109.781	22.544	132.325	89.037	43.288
Total Secano	132.325	109.781	22.544	132.325	89.037	43.288
Total Área	3.376.371	2.741.162	635.209	3.378.252	1.907.854	1.470.398

Nota: Precios de mercado y social están en \$/ha. Fuente: Elaboración propia.

Tabla 8.4-50 La Vega Márgenes Situación Actual Estrato de Tamaño 0,51 a 1 has

Rubro Productivo	Precio de Mercado (\$)			Precio Sociales (\$)		
	Ingreso	Costo	Margen Bruto	Ingreso	Costo	Margen Bruto
RIEGO						
Cultivos y Hortalizas						
Maíz	6.150	4.446	1.704	6.150	4.249	1.901
Papa	1.312.250	1.037.340	274.910	1.312.250	799.638	512.612
Huerta Casera	38.442	29.535	8.907	38.442	24.163	14.278
Otras Chacras	145.000	114.623	30.377	145.000	88.358	56.642
Invernadero	1.634.063	986.939	647.123	26.145	15.791	10.354
Frutales						
Frambuesa	7.622.400	6.178.956	1.443.444	7.622.400	4.124.897	3.497.503
Praderas y Forrajes						
Trébol	22.684	18.820	3.865	22.684	15.264	7.421
Avena	7.561	6.273	1.288	7.561	5.088	2.474
Total Riego	10.788.550	8.376.933	2.411.616	9.180.632	5.077.447	4.103.185
SECANO						
Trigo	165.438	129.470	35.968	165.438	128.867	36.571
Avena	477.312	376.779	100.533	477.312	376.510	100.802
Pradera Natural	371.267	308.015	63.252	371.267	249.813	121.454
Total Secano	1.014.017	814.264	199.753	1.014.017	755.190	258.826
Total Área	11.802.567	9.191.197	2.611.369	10.194.649	5.832.637	4.362.012

Nota: Precios de mercado y social están en \$/ha. Fuente: Elaboración propia.

Tabla 8.4-51 La Vega Márgenes Situación Actual Estrato de Tamaño 1,01 a 3 has

Rubro Productivo	Precio de Mercado (\$)			Precio Sociales (\$)		
	Ingreso	Costo	Margen Bruto	Ingreso	Costo	Margen Bruto
RIEGO						
Cultivos y Hortalizas						
Avena	372.900	287.619	85.281	372.900	275.670	97.230
Huerta Casera	57.662	44.302	13.360	57.662	36.245	21.418
Frutales						
Frambuesa	15.197.160	12.319.294	2.877.866	15.197.160	8.224.014	6.973.146
Huerta Frutal	158.915	106.975	51.940	159.622	67.145	92.477
Otros Frutales	274.050	168.062	105.988	274.050	129.888	144.162
Praderas y Forrajes						
Otras Praderas	75.614	62.732	12.882	75.614	50.878	24.736
Total Riego	16.136.302	12.988.986	3.147.316	16.137.008	8.783.840	7.353.168
SECANO						
Avena	119.328	94.195	25.133	119.328	94.128	25.200
Trébol	15.123	12.546	2.576	15.123	10.176	4.947
Pradera Natural	323.630	268.494	55.136	323.630	217.759	105.870
Total Secano	458.081	375.235	82.846	458.081	322.063	136.018
Total Área	16.594.382	13.364.221	3.230.162	16.595.089	9.105.903	7.489.186

Nota: Precios de mercado y social están en \$/ha. Fuente: Elaboración propia.

Tabla 8.4-52 La Vega Márgenes Situación Actual Estrato de Tamaño 3,01 a 12 has

Rubro Productivo	Precio de Mercado (\$)			Precio Sociales (\$)		
	Ingreso	Costo	Margen Bruto	Ingreso	Costo	Margen Bruto
RIEGO						
Cultivos y Hortalizas						
Huerta Casera	2.403	1.846	557	2.403	1.510	892
Frutales						
Frambuesa	4.764.000	3.861.848	902.152	4.764.000	2.578.061	2.185.939
Praderas y Forrajes						
Alfalfa	75.614	62.732	12.882	75.614	50.878	24.736
Total Riego	4.842.017	3.926.426	915.591	4.842.017	2.630.449	2.211.568
Total Área	4.842.017	3.926.426	915.591	4.842.017	2.630.449	2.211.568

Nota: Precios de mercado y social están en \$/ha. Fuente: Elaboración propia.

Tabla 8.4-53 La Vega Márgenes Situación Actual Estrato Tamaño Mayor de 50 has

Rubro Productivo	Precio de Mercado (\$)			Precio Sociales (\$)		
	Ingreso	Costo	Margen Bruto	Ingreso	Costo	Margen Bruto
SECANO						
Pradera Natural	4.310.021	3.575.736	734.285	4.310.021	2.900.066	1.409.956
Total Secano	4.310.021	3.575.736	734.285	4.310.021	2.900.066	1.409.956
Total Área	4.310.021	3.575.736	734.285	4.310.021	2.900.066	1.409.956

Nota: Precios de mercado y social están en \$/ha. Fuente: Elaboración propia.

Tabla 8.4-54 Total Márgenes Sector La Vega

Rubro Productivo	Precio de Mercado (\$)			Precio Sociales (\$)		
	Ingreso	Costo	Margen Bruto	Ingreso	Costo	Margen Bruto
RIEGO						
Cultivos y Hortalizas						
Avena	447.480	345.143	102.337	447.480	330.804	116.676
Maíz	6.150	4.446	1.704	6.150	4.249	1.901
Papa	1.348.500	1.065.996	282.504	1.348.500	821.727	526.773
Huerta Casera	122.533	94.142	28.390	122.533	77.020	45.512
Otras Chacras	145.000	114.623	30.377	145.000	88.358	56.642
Invernadero	1.634.063	986.939	647.123	26.145	15.791	10.354
Poroto Granado	53.200	39.225	13.975	53.200	29.531	23.669
Tomate	261.250	212.346	48.904	261.250	176.853	84.397
Frutales						
Arándano	222.180	189.773	32.407	224.061	127.955	96.106
Frambuesa	30.156.120	24.445.496	5.710.624	30.156.120	16.319.125	13.836.995
Huerta Frutal	158.915	106.975	51.940	159.622	67.145	92.477
Otros Frutales	274.050	168.062	105.988	274.050	129.888	144.162
Praderas y Forrajes						
Alfalfa	75.614	62.732	12.882	75.614	50.878	24.736
Trébol	22.684	18.820	3.865	22.684	15.264	7.421
Avena	7.561	6.273	1.288	7.561	5.088	2.474
Otras Praderas	75.614	62.732	12.882	75.614	50.878	24.736
Total Riego	35.010.915	27.923.726	7.087.189	33.405.585	18.310.553	15.095.032
SECANO						
Trigo	165.438	129.470	35.968	165.438	128.867	36.571
Avena	596.640	470.974	125.666	596.640	470.638	126.002
Trébol	15.123	12.546	2.576	15.123	10.176	4.947
Pradera Natural	5.137.243	4.262.027	875.217	5.137.243	3.456.675	1.680.568
Total Secano	5.914.444	4.875.017	1.039.427	5.914.444	4.066.356	1.848.088
Total Área	40.925.359	32.798.742	8.126.616	39.320.029	22.376.909	16.943.120

Nota: Precios de mercado y social están en \$/ha. Fuente: Elaboración propia.

Finalmente, en la siguiente tabla se presentan los ingresos, costos y márgenes brutos para el total del área en estudio.

Tabla 8.4-55 Márgenes Total Área de Estudio

Rubro Productivo	Precio de Mercado (\$/ha)			Precio Sociales (\$/ha)		
	Ingreso	Costo	Margen Bruto	Ingreso	Costo	Margen Bruto
RIEGO						
Cultivos y Hortalizas						
Avena	1.678.050	1.294.287	383.763	1.678.050	1.240.516	437.534
Trigo	26.194.350	18.679.409	7.514.941	26.194.350	17.957.806	8.236.544
Maíz	4.249.650	3.072.370	1.177.280	4.249.650	2.935.850	1.313.800
Papa	2.508.500	1.982.982	525.518	2.508.500	1.528.589	979.911
Huerta Casera	5.522.136	4.242.686	1.279.450	5.522.136	3.471.044	2.051.092
Otras Chacras	3.857.000	3.048.978	808.022	3.857.000	2.350.316	1.506.684
Invernadero	18.933.338	11.435.337	7.498.001	302.933	182.965	119.968
Choclo	990.000	689.134	300.866	990.000	549.696	440.304
Poroto Granad	2.372.720	1.749.420	623.300	2.372.720	1.317.068	1.055.652
Tomate	261.250	212.346	48.904	261.250	176.853	84.397
Frutales de Secano						
Arándano	222.180	189.773	32.407	224.061	127.955	96.106
Avellano Europeo	0	14.114.614	-14.114.614	0	12.564.380	-12.564.380
Cerezo	21.315.870	9.842.618	11.473.252	21.506.792	3.294.521	18.212.271
Frambuesa	68.887.440	55.842.319	13.045.121	68.887.440	37.278.759	31.608.681
Manzano	10.440.000	6.402.375	4.037.625	10.440.000	4.948.113	5.491.887
Nogal	37.187.280	15.020.552	22.166.728	37.187.280	12.943.978	24.243.302
Huerta Frutal	13.110.497	8.825.474	4.285.024	13.168.777	5.539.441	7.629.336
Otros Frutales	197.608.320	121.184.154	76.424.166	197.608.320	93.657.887	103.950.433
Praderas y Forrajes						
Alfalfa	4.064.275	3.371.856	692.418	4.064.275	2.734.763	1.329.511
Trébol	5.573.387	4.623.866	949.521	5.573.387	3.750.213	1.823.174
Avena	580.341	481.470	98.871	580.341	390.499	189.842
Otras Praderas	1.715.691	1.423.394	292.297	1.715.691	1.154.452	561.239
Pradera Natural	3.987.148	3.307.870	679.278	3.987.148	2.682.866	1.304.282
Total Riego	431.259.422	291.037.283	140.222.139	412.880.100	212.778.530	200.101.570
SECANO						
Trigo	165.438	129.470	35.968	165.438	128.867	36.571
Avena	9.367.248	7.394.285	1.972.963	9.367.248	7.389.012	1.978.236
Trébol	642.723	533.224	109.499	642.723	432.474	210.248
Otras Praderas	728.923	604.739	124.184	728.923	490.477	238.446
Pradera Natural	83.708.935	69.447.696	14.261.239	83.708.935	56.325.949	27.382.986
Frutales de Secano	240.818	162.109	78.709	241.888	101.750	140.138
Total Secano	94.854.084	78.271.522	16.582.562	94.855.154	64.868.530	29.986.625
Total Área	526.113.506	369.308.805	156.804.701	507.735.255	277.647.060	230.088.195

Fuente: Elaboración propia.

8.5 Entrevista a Organizaciones Gubernamentales

Se tomó contacto a través de reuniones presenciales con profesional de PRODESAL de San Fabián y del Instituto de Investigaciones Agropecuarias, en su sede en Cato.

En el caso de PRODESAL de San Fabián, se entrevistó en dos oportunidades al Coordinador Andrés Muñoz cuyo número de contacto es el 983404068.

El coordinador indica que actualmente se están realizando proyectos en turismo rural, agricultura de subsistencia en huertos familiares (invernaderos) de modo sustentable, con cero agroquímicos.

En el área ganadera, en la zona alta, fuera del área de estudio, principalmente caprinos y la zona centro, correspondiente al área del presente proyecto, principalmente con ovinos y en menor escala bovinos.

El profesional indica que también cuentan con una feria campesina (en la plaza) de 16 usuarios (artesanía, miel, hortalizas, repostería y otros).

En referencia al futuro embalse La Punilla, les preocupa el área de inundación de 17.000 has, y tiene sus dudas respecto a la factibilidad de canalizar el agua hasta San Fabián.

Respecto a los agricultores, cree que es difícil ganarse su confianza y cambiar su sistema de vida tan tradicional.

En cuanto al clima el mayor problema son las heladas, inclusive para los invernaderos. Actualmente, lo que está dando buen resultado es la frambuesa y están comenzando con frutilla, pero este último no en gran escala ya que están muy distantes de agroindustrias.

En cuanto al maqui, no existen plantaciones comerciales, cree que podría implementarse en parcelas demostrativas. La producción es solamente a nivel silvestre, con recolección manual.

El valor del kilo piensa que debe estar cerca de los \$10.000. Con el maqui elaboran mermeladas y café de trigo con maqui en pequeñas cantidades.

En la zona, los agricultores también trabajan el boldo, extrayendo corteza (por Boldina) además de quillay.

Respecto a declarar San Fabián como comuna del maqui no lo tiene tan claro.

En relación a la entrevista con INIA, se habló con Alex Contreras de INIA Santa Rosa. El profesional indica que actualmente INIA no tiene ningún proyecto en San Fabián y tampoco cuentan con expectativas de realizar algo en la zona.

Con respecto al Embalse La Punilla, el profesional comentó lo difícil que fue expropiar los terrenos a las familias que vivían y que todavía viven en el lugar del proyecto, debido al valor sentimental de la tierra.

Desde una visión más macro, el profesional de INIA indica lo conveniente y necesario que es tener un embalse que beneficiaría a las comunas aledañas, sobre todo por los años de sequía que han transcurrido.

En cuanto a cómo define a los agricultores de la zona de San Fabián, los considera reservados y autosustentables, sin gran comercialización de su producción local, debido principalmente a la falta de agua. Quizás, por lo mismo, muchos se han abocado a la veta turística.

La zona es de heladas, por lo que hay que saber muy bien qué cultivos son los que rinden mejor en esas condiciones.

Con respecto al maqui, al igual que el PRODESAL de San Fabián no tiene conocimiento de que se quiera denominar a San Fabián como la "Comuna del Maqui".

Alex Contreras dejó el correo del Jefe de Administración de INIA de Cato el señor Waldo Ortiz: wortiz@inia.cl.

Según lo señalado tanto por PRODESAL como funcionario de INIA, se efectuó un recorrido por el área de inundación del futuro Embalse La Punilla, detectándose que además de instalarse las oficinas de la concesionaria, los únicos avances son la expropiación total de los terrenos de inundación, desde el sector de La Punilla hasta la junta de los ríos Ñuble y Los Sauces.

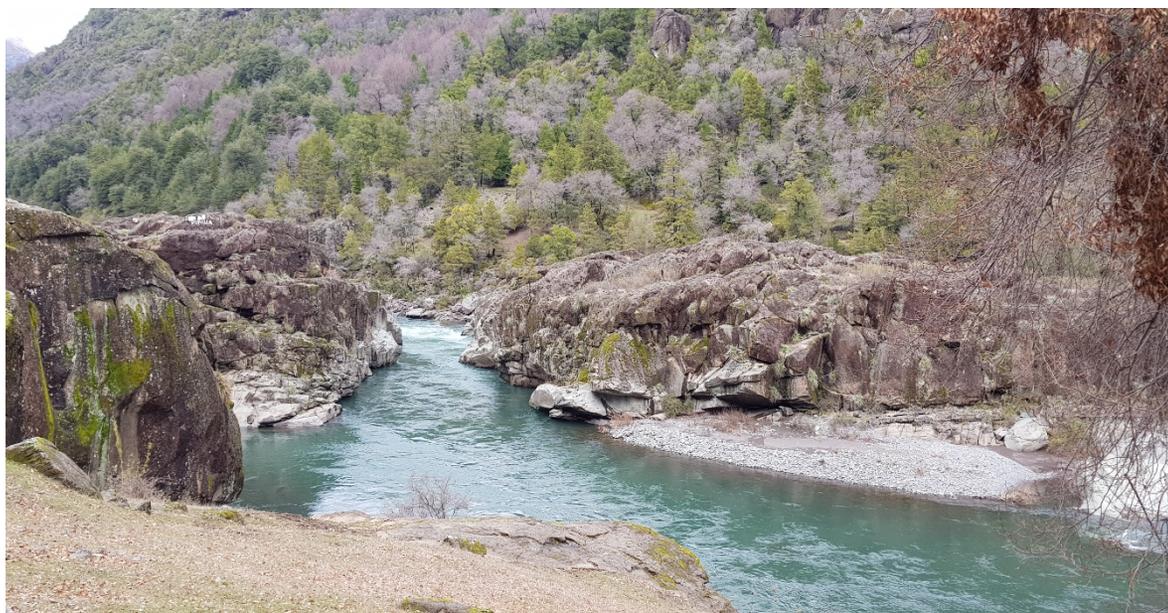
Como se muestra en las siguientes fotografías, no existe avance en los trabajos físicos de esta obra, sólo están las obras de Hidroñuble aguas abajo de la futura represa.



Fotografía 8.5-1 Punto de la Futura Represa del Embalse Punilla (Fotos actuales)



Fotografía 8.5-2 Punto de la Futura Represa del Embalse Punilla (Fotos actuales)



Fotografía 8.5-3 Punto de la Futura Represa del Embalse Punilla (Fotos actuales)

9 DIAGNÓSTICO DEL ESTADO ACTUAL DE LA INFRAESTRUCTURA DE RIEGO

9.1 Introducción

Se desarrolló un catastro y diagnóstico de la infraestructura de riego existente en el área de estudio. Este trabajo contempla tanto la infraestructura de riego, que utiliza como fuente las aguas superficiales, así como también, la que tiene como fuente aguas subterráneas.

9.2 Catastro y Diagnóstico de Infraestructura de Riego Superficial

Para llevar a cabo el catastro y diagnóstico de riego desde captaciones superficiales, se tomó como base la información de infraestructura de bocatomas y canales, descargada como shape del sitio web oficial de la DGA, y se utilizó una ficha de catastro proporcionada por la CNR. En la Figura 9.2-1 se muestra un ejemplo de ficha utilizada para el catastro y diagnóstico superficial.

CNR
Comisión Nacional de Riego
Gobierno de Chile

FICHA DE CATASTRO

Cámara de entrada

Tranque

CROQUIS

Obra: Tranque El Marrón

Km o tramo: 0

Fecha: 09-09-2020

Obra N°: 1

Cantidad de fotos: 2

GEORREFERENCIACIÓN					
Datum	WGS84	Si es un tramo		Si es puntual	
Huso	19	Norte (inicio)	Norte (final)	Norte	5954910
Waypoint		Este (inicio)	Este (ifinal)	Este	271545
Sector		Cota (inicio)	Cota (final)	Cota m.s.n.m	535

SINGULARIDAD					
Bocatoma	<input type="checkbox"/>	Cruce Cauce Natural	<input type="checkbox"/>	Caída	<input type="checkbox"/>
Comp. Entrega	<input type="checkbox"/>	Puente	<input type="checkbox"/>	Cruce Camino o FFCC	<input type="checkbox"/>
Comp. Descarga	<input type="checkbox"/>	Alcantarilla	<input type="checkbox"/>	Tubería	<input type="checkbox"/>
Tierra	<input checked="" type="checkbox"/>	Sifón	<input type="checkbox"/>	Instalaciones o serv.	<input type="checkbox"/>
Revestimiento	<input type="checkbox"/>	Túnel	<input type="checkbox"/>	M. Partidor	<input type="checkbox"/>
Infiltraciones	<input type="checkbox"/>	Canoa	<input type="checkbox"/>	Tranque	<input checked="" type="checkbox"/>

ESTADO (Deficiente, Regular, Buena)									
Factores Técnicos									
	0,00	0,25	0,50	0,75	1,00	N(Pi)			
Funcionamiento Hidráulico				X		0,38	Puntaje F. Técnico:	0,63	REGULAR
Estado Estructural			X			0,25			
Factores de Gestión									
Factores de Riesgo				X		0,45	Puntaje F. de Gestión:	0,75	BUENA
Facilidad de Operación				X		0,30			

GRADO DE MANTENCIÓN		
Bueno	<input type="checkbox"/>	Regular <input checked="" type="checkbox"/>
Malo	<input type="checkbox"/>	

Tipo rehabilitación: _____

CARACTERÍSTICAS DE LA OBRA
Tranque con muros de tierra

OBSERVACIONES
Para el riego del fundo El Marrón, riega nogales, almendros y castaños. Comparte agua con vecinos quienes riegan pequeñas huertas de subsistencia

ANTECEDENTES GENERALES			
Región	ÑUBLE	Nombre de la Iniciativa	DIAG. PARA DESARROLLO RIEGO, SAN FABIAN
Provincia	PUNILLA	Código BIP de la Iniciativa	40011740-0
Comuna	SAN FABIAN		
Cuenca	RIO ITATA		
Subcuenca	ÑUBLE ALTO		

Figura 9.2-1. Ficha Tipo Catastro Superficial

Con estos antecedentes se desarrolló un recorrido de la zona, tomando contacto con agricultores y miembros de la comunidad, quienes aportaron información de gran utilidad para llevar a cabo esta labor.

De acuerdo con la información obtenida de entrevistas con estas personas, la infraestructura de riego en San Fabián, corresponde principalmente a pequeños canales con sus respectivas bocatomas y algunos tranques de regulación de propiedad individual.

De esta forma, se inició el recorrido del terreno el día 9 de septiembre de 2020, terminando de ejecutar el catastro y diagnóstico, el día 6 de octubre del mismo año.

Cabe señalar que según la información recopilada en terreno y aportada por los propios regantes, en la mayoría de los casos desconocían el nombre de la bocatoma o canal registrado en la DGA, y más bien se les asignaba el nombre de la persona que riega o regaba con dicho canal.

Por otro lado, las coordenadas de las bocatomas obtenidas del sitio web de la DGA, no eran las correctas, pues muchas de ellas se ubicaban en sectores sin ningún cauce cercano.

Entonces, teniendo en cuenta estos antecedentes, se realizó el recorrido de las distintas obras, principalmente con la información aportada por miembros de la comunidad.

9.2.1 Catastro y Diagnóstico de Bocatomas y Singularidades

A partir de la información recopilada en terreno, se llegó a que en el área de estudio existen 46 obras de toma, de los cuales 15 encontraban sin uso, ya sea porque habían sido abandonadas o porque el canal fue borrado. Cabe señalar que 2 de estas bocatomas corresponden a captaciones para el agua potable de San Fabián y Los Puquios.

En general las bocatomas que se encuentran en uso, muestran un adecuado estado de mantención y funcionamiento, a pesar que la mayoría corresponde a bocatomas rústicas formadas por bolones, palos y polietileno.

Respecto a otras singularidades, como cruces de camino, tranques o canoas, se catastraron 6 alcantarillas para cruce de caminos, las que fueron construidas con tubos de acero corrugado o cemento comprimido de 600 u 800 mm. El estado de estas obras en bueno, a pesar que en algunos casos se observó un poco de material de embanque.

Por otro lado, se catastraron 2 tranques de regulación, los que son de propiedad individual, cuyos volúmenes estimados alcanzan los 9.000 m³ (Tranque El Marrón) y 1.500 m³ (Tranque Sr. Benavides). El primero de ellos, además de servir para el riego de castaños, almendros y nogales del fundo El Marrón, comparte el agua con algunos vecinos para el riego de sus huertas de subsistencia. El otro es utilizado para el riego de la propiedad del Sr. José Benavides. Ambos tranques se encuentran en buen estado de funcionamiento y, a pesar de observarse vegetación en sus contornos, no presentan problemas estructurales.

Toda la información de las obras catastradas fue vertida en las fichas que se incluyen en el Anexo 9.2-1. En la Tabla 9.2-1 se resume la información contenida en estas fichas, donde se pueden observar el estado actual de la obra y las observaciones surgidas de la inspección visual de las obras. Por otro lado, en la Figura 9.2-2 se muestra la ubicación de las obras catastradas, además se incorporaron los trazados aproximados de los canales que se encuentran en uso.

Tabla 9.2-1. Resumen Catastro Obras Superficial

Obra N°	Tipo	Nombre	UTM N Inicio [m]	UTM E Inicio [m]	Cota Inicio [msnm]	UTM N Fin [m]	UTM E Fin [m]	Cota Fin [msnm]	Fuente	Estado de mantención	Estado actual	Observaciones
1	Tranque	El Marrón	5.954.910	271.545	535	-	-	-	Estero Melozal	Regular	En uso	Riego de frutales Fundo El Marrón. Tranque con vegetación
2	Bocatoma	Canal Tranque El Marrón	5.954.898	271.805	555	-	-	-	Estero Melozal	Regular	En uso	2 Tubos PVC 8", conducen agua a tranque
3	Bocatoma	Canal Sr. Castañeda	5.954.979	271.873	554	-	-	-	Estero Melozal	Malo	Sin uso	Canal a ser entubado PVC 6". Derechos regularizados por 28 l/s según exped. NR-0801-2358
4	Bocatoma	Canal Cerro Alico	5.951.375	272.683	482	-	-	-	Estero Las Piedras	Regular	En uso	Buen funcionamiento, pero bocatoma rústica. Derechos por 45 l/s
5	Bocatoma	AP San Fabián	5.951.552	273.125	517	-	-	-	Estero Las Piedras	Bueno	En uso	Buen funcionamiento
6	Bocatoma	Canal Merino	5.951.557	273.091	522	-	-	-	Estero Las Piedras	Bueno	En uso	Buen funcionamiento cuando estero trae suficiente agua
7	Bocatoma	Canal Villa Luz	5.951.551	273.054	520	-	-	-	Estero Las Piedras	Regular	En uso	Buen funcionamiento cuando estero trae suficiente agua
8	Bocatoma	Toma Mercado	5.953.727	272.032	507	-	-	-	Estero sin nombre	Regular	En uso	Conducción con tubería PVC 3", se retira en invierno
9	Cruce camino	Canal Cerro Alico	5.950.439	272.460	476	5.950.436	272.455	476	-	Bueno	En uso	Alc. Acero corrugado 800 mm, Buen funcionamiento
10	Bocatoma	Canal Aurora	5.953.678	270.788	441	-	-	-	Estero Macal	Regular	En uso	Bocatoma rústica
11	Cruce camino	Canal Aurora	5.953.553	270.432	431	5.953.555	270.430	431	-	Regular	En uso	Alc. Acero corrugado 800 mm con un poco de embanque
12	Bocatoma	Canal Bajo Uno (Olave)	5.951.214	272.566	486	-	-	-	Estero Las Piedras	Malo	Sin uso	Canal borrado, bocatoma no se usa
13	Bocatoma	Canal Buenos Aires	5.950.728	272.052	460	-	-	-	Estero Las Piedras	Malo	Sin uso	Sin uso, bocatoma y canal borrados
14	Bocatoma	Canal del Puente	5.950.802	272.114	464	-	-	-	Estero Las Piedras	Malo	Sin uso	Sin uso, bocatoma colgada
15	Bocatoma	Canal Las Toscas de Piedra	5.950.752	271.826	448	-	-	-	Estero Las Piedras	Malo	Sin uso	Sin uso, bocatoma y canal borrados
16	Cruce camino	Canal Villa Luz	5.951.864	272.160	496	5.951.866	272.159	496	-	Bueno	En uso	Alc. Tubo CC 600 mm, buen funcionamiento
17	Cruce camino	Canal Villa Luz	5.952.117	271.721	474	5.952.120	271.708	474	-	Bueno	En uso	Alc. Tubo CC 600 mm, buen funcionamiento, poco embanque
18	Cruce camino	Canal Bajo Uno (Olave)	5.951.031	271.824	470	5.951.021	271.812	470	-	Regular	Sin uso	Alc. Acero corrugado 800 mm. Canal sin uso, basura en alcantarilla
19	Bocatoma	Canal Benavides (San Luis Macal)	5.953.274	271.867	468	-	-	-	Quebrada s/nombre	Bueno	En uso	Buen funcionamiento
20	Tranque	José Benavides	5.953.383	272.121	480	-	-	-	Quebrada s/nombre	Regular	En uso	Tranque con muros de poca altura
21	Bocatoma	Canal Pichinal	5.954.490	269.416	416	-	-	-	Estero Copihue	Regular	En uso	Zona de derrumbes primer tramo por lado izquierdo del canal
22	Canoa	Canal Pichinal	5.954.608	269.398	415	-	-	-	Estero Copihue	Malo	En uso	Canoa rústica en mal estado
23	Bocatoma	Canal Arévalo Sepúlveda (La Espuma)	5.952.360	272.967	577	-	-	-	Estero Macal	Regular	En uso	Tubos 1,5 y 2", reemplazan canal de tierra
24	Bocatoma	Canal Carlos Ramírez (La Toma)	5.952.431	273.044	597	-	-	-	Estero Macal	Regular	En uso	Tubo 2", reemplazan canal de tierra
25	Bocatoma	Canal Ávila Parada	5.952.405	273.257	620	-	-	-	Estero Macal	Bueno	En uso	2 tubos 4", reemplazan canal de tierra. Derechos por 20 l/s
26	Bocatoma	Canal Juan Pablo Ramírez	5.952.200	272.712	542	-	-	-	Estero Macal	Bueno	En uso	Tubo 4", reemplaza canal de tierra
27	Bocatoma	Canal Ávila Parada N°2 (Manalcura)	5.952.208	272.727	544	-	-	-	Estero Macal	Regular	En uso	Bocatoma rústica
28	Bocatoma	Canal José López Benavides	5.953.678	270.788	441	-	-	-	Estero Macal	Regular	En uso	2 tubos 2", reemplazan canal de tierra
29	Bocatoma	Canal Sucesión Montecinos (Santa Celmira)	5.952.226	272.328	510	-	-	-	Estero Macal	Malo	Sin uso	Sin uso, abandonado
30	Bocatoma	Canal Bullileo	5.947.997	279.595	604	-	-	-	Estero Bullileo	Bueno	En uso	Bocatoma rústica
31	Descarga	Canal Bullileo	5.947.589	279.296	607	-	-	-	Estero Bullileo	Regular	En uso	Descarga rústica de funcionamiento regular
32	Bocatoma	Canal La Mortandad	5.948.130	274.458	470	-	-	-	Estero Mortandad	Bueno	En uso	3 Tubos PVC 2", reemplazan canal de tierra
33	Bocatoma	Canal La Vega	5.955.275	268.166	386	-	-	-	Estero Grande	Bueno	En uso	Bocatoma rústica
34	Cruce camino	Canal La Vega	5.955.375	267.189	384	5.955.363	267.189	384	-	Bueno	En uso	Alcantarilla Ac. Corrugado 800 mm en buen estado
35	Bocatoma	Canal Las Piedras de Bullileo	5.947.070	279.228	550	-	-	-	Estero Bullileo	Bueno	En uso	Bocatoma rústica, compuerta en buen estado de funcionamiento
36	Cruce camino	Canal Las Piedras de Bullileo	5.946.611	279.252	344	5.946.602	279.249	344	-	Bueno	En uso	Alcantarilla Ac. Corrugado 600 mm, buen funcionamiento
37	Bocatoma	Canal Las Pirámides	5.944.192	283.200	652	-	-	-	Estero Lara	Bueno	En uso	Obra de hormigón en buen estado
38	Bocatoma	Canal Los Puquios	5.944.072	282.956	620	-	-	-	Canal Las Pirámides	Bueno	En uso	Obra de hormigón en buen estado
39	Bocatoma	Canal Lara	5.943.951	283.020	601	-	-	-	Estero Lara	Bueno	En uso	Bocatoma rústica
40	Descarga	Canal Lara	5.943.914	282.948	600	-	-	-	Estero Lara	Regular	En uso	Descarga rústica de funcionamiento regular
41	Bocatoma	Canal Las Heras	5.955.049	268.230	407	-	-	-	Estero Grande	Malo	En uso	Bocatoma rústica, canal con vegetación

Obra N°	Tipo	Nombre	UTM N Inicio [m]	UTM E Inicio [m]	Cota Inicio [msnm]	UTM N Fin [m]	UTM E Fin [m]	Cota Fin [msnm]	Fuente	Estado de mantención	Estado actual	Observaciones
42	Bocatoma	Canal La Leonera	5.956.747	271.899	719				Canal La Loma Uno	Regular	Sin uso	Sin uso, recibe aporte desde canal La Loma Uno. Entubado en PVC 8" canal de tierra
43	Bocatoma	Canal El Amargo	5.955.144	268.556	400				Estero sin nombre	Regular	Sin uso	Canal sin uso
44	Cruce camino	Canal El Amargo	5.955.123	268.444	399	5.955.115	268.444	399	-	Malo	Sin uso	Sin uso, canal fuera de servicio
45	Bocatoma	Canal Vásquez Dos	5.953.908	271.344	462	-	-	-	Estero Copihue	Bueno	En uso	Bocatoma rústica
46	Bocatoma	Canal Familia Pino Lara (El Mirador Macal)	5.953.525	272.317	536	-	-	-	Quebrada s/nombre	Regular	En uso	tubo 2" reemplaza canal de tierra
47	Bocatoma	Canal Santa Rosa Uno	5.954.074	271.624	472				Estero sin nombre	Malo	Sin uso	Sin uso, bocatoma y canal borrados
48	Bocatoma	Canal La Poza	5.956.496	269.752	423				Estero Grande	Malo	Sin uso	Sin uso, bocatoma y canal borrados
49	Bocatoma	Canal Familia González N°1	5.951.904	271.224	463	-	-	-	Vertientes	Malo	En uso	Obra de toma y canal difusos
50	Bocatoma	Canal Familia González N°2	5.951.817	271.225	463	-	-	-	Vertientes	Malo	En uso	Obra de toma y canal difusos
51	Bocatoma	Canal Las Ratoneras	5.953.812	270.230	424				Estero Macal	Malo	Sin uso	Sin uso, bocatoma y canal borrados
52	Bocatoma	Canal San Pedro Grande	5.957.406	270.750	497				Estero Grande	Malo	Sin uso	Sin uso desde que dejó de funcionar molino
53	Bocatoma	Canal El Valiente	5.957.502	271.372	562	-	-	-	Estero Grande	Bueno	En uso	Obras de hormigón en buen estado
54	Bocatoma	Canal Loma Angosta o Loma Uno	5.956.637	273.865	900	-	-	-	Quebrada s/nombre	Malo	En uso	Bocatoma rústica, mucha vegetación
55	Canoa	Canal Loma Angosta o Loma Uno	5.956.694	273.776	893				-	Regular	En uso	Cruce de quebrada con 2 tubos PVC 6"
56	Bocatoma	Canal Maitenal	5.955.762	269.851	420				Quebrada s/nombre	Malo	Sin uso	Sin uso, bocatoma y canal borrados
57	Bocatoma	Canal La Vuelta	5.943.824	282.470	569				Estero Lara	Malo	Sin uso	Sin uso, canal fuera de servicio desde 15 años
58	Descarga	Canal La Vuelta	5.943.811	282.357	566				Estero Lara	Malo	Sin uso	Sin uso, canal fuera de servicio desde 15 años
59	Bocatoma	Canal Fundo Las Ratoneras	5.954.674	269.904	424	-	-	-	Quebrada s/nombre	Regular	En uso	Reemplaza antiguo canal Las Ratoneras
60	Bocatoma	Canal Santa Adriana	5.948.805	270.033	470	-	-	-	Estero Cauques	Regular	En uso	Bocatoma rústica
61	Bocatoma	Canal Valle Chico	5.948.370	271.146	467				Quebrada s/nombre	Malo	Sin uso	Sin uso, bocatoma y canal borrados

Coordenadas UTM Datum WGS84 H19S

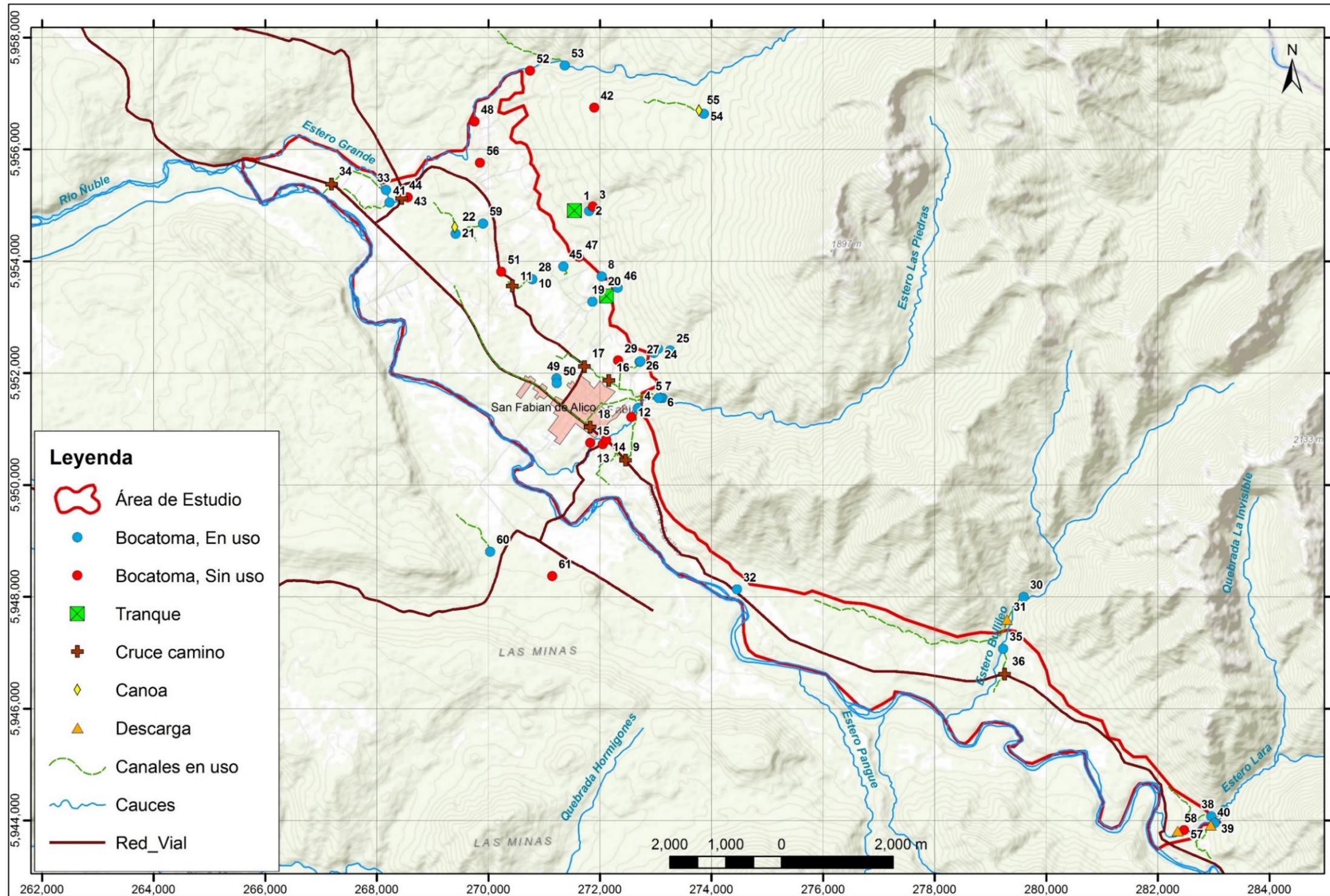


Figura 9.2-2. Ubicación Catastro Superficial

9.2.2 Catastro y Diagnóstico de Canales

Respecto a los canales que forman parte de la infraestructura de riego del área de estudio, estos son en general, canales cortos cuyas longitudes varían de unos pocos cientos de metros hasta cerca de 6 km.

Así como ocurre con algunas de las bocatomas, ciertos canales estaban sin uso a la fecha del catastro, ya sea porque han sido borrados o bien abandonados, puesto que los cauces desde donde captaban el agua se secan en períodos de estiaje.

También se observó que varios canales han sido reemplazados por una o más tuberías de plansa o PVC, de diámetros que van desde 1,5" hasta 8", para evitar las pérdidas por infiltración

En general, los canales son todos de tierra y en algunos se han revestido pequeños tramos con losetas de hormigón, con el objeto de evitar pérdidas. Se pudo observar que los canales que están siendo usados, presentan un buen funcionamiento. El problema principal que se detectó es que en épocas de escasez hídrica, el agua no es suficiente por lo que los canales dejan de ser utilizados.

En la Tabla 9.2-2 se muestra un resumen del estado actual de los canales. Cabe señalar que en esta tabla no se incluyeron los canales que sirven para el abastecimiento de agua potable de San Fabián y Los Puquios.

Tabla 9.2-2. Resumen Catastro Canales de Riego

Nº	Nombre Canal	Fuente	Cant. Usuarios	Nombre Organización Usuarios	L aprox. (m)	UTM N Inicio [m]	UTM E Inicio [m]	Cota Inicio [msnm]	Ribera	Estado Actual	Observaciones	Dimensiones	Revestimiento	Sección
1	El Marrón	Estero Melozal	1	Sin Organización	400	5954898	271805	555	D	En uso		Tubos PVC 8"	PVC	Circular
2	Sr. Castañeda	Estero Melozal	1	Sin Organización	700	5954979	271873	554	D	Sin uso	Canal a ser entubado PVC 6". Derechos regularizados por 28 l/s según expediente NR-0801-2358	0,5x0,3 m	Tierra	Rectangular
3	Cerro Alico	Estero Las Piedras	20	Sin Organización	2700	5951375	272683	482	I	En uso	Derechos por 45 l/s	0,5x0,3 m	Tierra	Rectangular
4	Merino	Estero Las Piedras	4	Sin Organización	5500	5951557	273091	522	D	En uso	Canal atraviesa sector urbano	0,6x0,4 m	Tierra	Rectangular
5	Villa Luz	Estero Las Piedras	1	Sin Organización	2500	5951551	273054	520	D	En uso		0,6x0,4 m	Tierra	Rectangular
6	Aurora	Estero Macal	2	Sin Organización	600	5953678	270788	441	I	En uso		0,7x1 m	Tierra	Rectangular
7	Bajo Uno (Olave)	Estero Las Piedras	0	Sin Organización	1300	5951214	272566	486	D	Sin uso	Canal borrado en tramos	0,5x0,6 m	Tierra/Horm.	Rectangular
8	Buenos Aires	Estero Las Piedras	0	Sin Organización	200	5950728	272052	460	I	Sin uso	Canal borrado			
9	Del Puente	Estero Las Piedras	0	Sin Organización	100	5950802	272114	464	D	Sin uso	Canal sin uso, bocatoma colgada		Tierra	
10	Las Toscas De Piedras	Estero Las Piedras	0	Sin Organización	300	5950752	271826	448	D	Sin uso	Canal borrado			
11	Benavides (San Luis Macal)	Cauce No Identificado	8	Sin Organización	100	5953274	271867	468	D	En uso		0,2x0,2 m	Tierra	Rectangular
12	Pichinal	Estero Copihue	4	Sin Organización	2000	5954490	269416	416	I	En uso	Al inicio zona de derrumbes	0,8x0,9 m	Tierra	Rectangular
13	Arévalo Sepúlveda (La Espuma)	Estero Macal	1	Sin Organización	1100	5952360	272967	577	D	En uso	Tubos PVC 1,5 y 2"		PVC	Circular
14	Carlos Ramírez (La Toma)	Estero Macal	1	Sin Organización	300	5952431	273044	597	D	En uso	Tubos plansa 2"	2"	Plansa	Circular
15	Ávila Parada	Estero Macal	1	Sin Organización	400	5952405	273257	620	I	En uso	2 tubos PVC 4"	4"	PVC	Circular
16	Juan Pablo Ramírez	Estero Macal	1	Sin Organización	500	5952200	272712	542	D	En uso	Tubo PVC 4"	4"	PVC	Circular
17	Ávila Parada N°2 (Manalcura)	Estero Macal	1	Sin Organización	1100	5952208	272727	544	I	En uso		0,4x0,6 m	Tierra	Rectangular
18	José López Benavides	Estero Macal	1	Sin Organización	400	5953678	270788	441	D	En uso	2 tubos plansa 2"	2"	Plansa	Circular
19	Sucesión Montecinos (Santa Celmira)	Estero Macal	0	Sin Organización	900	5952226	272328	510	I	Sin uso	Canal sin uso	0,4x0,6 m	Tierra	Rectangular
20	Bullileo	Estero Bullileo	3	Com. de Aguas C. Bullileo	4500	5947997	279595	604	D	En uso		0,6x1,2 m	Tierra	Rectangular
21	La Mortandad	Estero Mortandad	1	Com. de Aguas C. La Mortandad	1400	5948130	274458	470	I	En uso	3 tubos PVC 2"	2"	PVC	Circular
22	Las Vegas 2	Estero Grande	4	Com. de Aguas C. Las Vegas	1400	5955275	268166	386	I	En uso		1x0,7 m	Tierra	Rectangular
23	Las Piedras De Bullileo	Estero Bullileo	2	Com. de Aguas C. Las Piedras De Bullileo	1000	5947070	279228	550	I	En uso		1x0,8 m	Tierra	Rectangular
24	Las Pirámides	Estero Lara	2	Sin Organización	2000	5944192	283200	652	D	En uso		0,7x0,6 m	Tierra	Rectangular
25	Lara	Estero Lara	3	Sin Organización	1100	5943951	283020	601	I	En uso		1,5x0,8 m	Tierra	Rectangular
26	Las Heras	Estero Grande	1	Sin Organización	1100	5955049	268230	407	I	En uso	Canal con poca mantención	1x1,2 m	Tierra	Rectangular
27	Leonera	Canal La Loma Uno	70	Sin Organización	4300	5956747	271899	719	I	En uso	Tubo PVC 8"	8"	PVC	Circular
28	Vásquez Dos	Estero Copihue	1	Sin Organización	200	5953908	271344	462	I	En uso		0,6x0,5 m	Tierra	Rectangular
29	El Amargo	Cauce No Identificado	0	Sin Organización	1000	5955144	268556	400	I	Sin uso		0,65x2 m	Tierra	Rectangular
30	Familia Pino Lara (El Mirador Macal)	Cauce No Identificado	3	Sin Organización	400	5953525	272317	536	D	En uso	Tubo plansa 4"	4"	Plansa	Circular
31	Sta. Rosa Uno	Cauce No Identificado	0	Sin Organización	500	5954074	271624	472	I	Sin uso	Canal borrado			
32	La Poza	Estero Grande	0	Sin Organización	300	5956496	269752	423	I	Sin uso	Canal borrado desde 1998			
33	Las Ratoneras	Estero Macal	0	Sin Organización	2000	5953812	270230	424	D	Sin uso	Canal borrado desde 1995, reemplazado			
34	San Pedro Grande	Estero Grande	0	Sin Organización	600	5957406	270750	497	I	Sin uso	Canal borrado, sin uso desde que dejó de funcionar molino			
35	Fundo El Valiente	Estero Grande	1	Sin Organización	2600	5957502	271372	562	D	En uso		1,5x1,3 m	Tierra	Rectangular

Nº	Nombre Canal	Fuente	Cant. Usuarios	Nombre Organización Usuarios	L aprox. (m)	UTM N Inicio [m]	UTM E Inicio [m]	Cota Inicio [msnm]	Ribera	Estado Actual	Observaciones	Dimensiones	Revestimiento	Sección
36	La Loma Uno	Cauce No Identificado	0	Sin Organización	3700	5956637	273865	900	I	En uso	Descarga en bocatoma canal leonera	0,6x0,35	Tierra	Rectangular
37	Maitenal	Cauce No Identificado	0	Sin Organización	200	5955762	269851	420	I	Sin uso	Canal borrado, sin uso desde que dejó de funcionar molino			
38	La Vuelta	Estero Lara	0	Sin Organización	200	5943824	282470	569	D	Sin uso	Canal sin uso desde 2005			
39	Sta. Adriana	Estero Cauques	1	Sin Organización	600	5948805	270033	470	I	En uso		1x1 m	Tierra	Rectangular
40	Valle Chico	Cauce No Identificado	0	Sin Organización	700	5948370	271146	467	I	Sin uso	Canal borrado por no uso. Predio forestal			
41	Fundo Las Ratoneras	Cauce No Identificado	1	Sin Organización	650	5954674	269904	424	I	En uso	Reemplaza canal las ratoneras	0,5x0,6 m	Tierra	Rectangular

9.3 Catastro y Diagnóstico de Infraestructura de Riego Subterráneo

El detalle del catastro de captaciones subterráneas, se incluye en el acápite 10.2.1 de este informe. A continuación, en la Tabla 9.3-1 se resume la información del catastro de captaciones subterráneas cuyo uso declarado por los entrevistados, corresponde a riego.

Se observa que en el área de estudio existen 78 captaciones que son utilizadas para el riego, ya sea de manera exclusiva, o bien en combinación con otros usos.

De estas 78 captaciones, 35 corresponden a norias, 18 son pozos profundos, 21 son zanjas y 4 corresponden a punteras. Actualmente, 21 captaciones se encuentran sin uso, principalmente porque han sido abandonadas.

Cabe señalar que en general las captaciones subterráneas no presentan problemas de funcionamiento, incluso durante años secos. Sólo en 6 casos, que corresponden a 5 zanjas y 1 noria, la persona entrevistada señaló que en años secos no pueden usar sus captaciones, debido al descenso en el nivel de la napa. Estas captaciones tienen profundidades entre 2,5 y 6 m.

En la Figura 9.3-1 se puede observar la ubicación de estas captaciones y su estado actual.

Tabla 9.3-1. Catastro Captaciones Subterráneas para Riego

FICHA Nº	Sector	Nombre del Predio	Propietario	UTM E [m]	UTM N [m]	Cota [msnm]	Superficie [ha]	Tipo	Uso	En Uso	Prof. Hab. [m]	N. E. [m]	Información Adicional
1	La Vega	La Vega	Hidroeléctrica Ñuble SPA.	266.669	5.955.681	379	16,5	Pozo	R		36,0	3,93	
2	La Vega	La Vega	Hidroeléctrica Ñuble SPA.	266.622	5.955.503	378	16,5	Pozo	R		36,0	6,19	
3	La Vega	La Vega	Andrés Muñoz Evlampieff	267.481	5.955.342	394	0,25	Puntera	R		15,0	7,46	
4	La Vega	La Vega	María Gema Arriagada Rodríguez	267.937	5.955.327	390	0,5	Noria	R-P		5,5	3,53	
5	La Vega	Parcela	Haydee Mercado Díaz	267.711	5.955.381	392	0,5	Pozo	R		26,0	Sellado	Derechos pendientes
8	La Vega	Parcela	Adrian Muñoz Correa	268.626	5.953.826	402	1,5	Noria	R		8,0	3,80	
9	La Vega	Parcela	Adrian Muñoz Correa	268.718	5.953.798	408	2,5	Zanja	R		8,0	4,80	
10	La Vega	Parcela	Adrian Muñoz Correa	268.704	5.953.788	401	-	Pozo	R	Sin Uso	24,0	4,70	
11	La Vega	Parcela	Adrian Muñoz Correa	268.666	5.953.695	406	-	Noria	R	Sin Uso	8,0	4,90	
12	La Vega	Parcela	Adrian Muñoz Correa	268.540	5.953.745	406	-	Pozo	R	Sin Uso	24,0	Sellado	
13	La Vega	Parcela	Jorge Alberto de Rosario Sepúlveda Fuentes	268.102	5.954.110	400	-	Pozo	R-P		24,0	Sellado	Derechos Pendientes 24,6 l/s
14	La Vega	Parcela	Centro de Ases. y Cap. Técnica y Prof. Nelpa Ltda.	268.020	5.953.210	400	-	Pozo	R-P		30,0	Sellado	Coord. del portón. No se pudo acceder al pozo
15	La Vega	Parcela	Karen Andrea Stella Concha	268.739	5.953.438	406	-	Noria	R-P	Sin Uso	12,0	6,20	Derechos pendientes 0,88 l/s
16	Pichinal	Parcela	Carlos Henríquez Gonzales Troncoso	269.102	5.953.141	440	1,5	Zanja	R		5,0	0,85	Superficie de riego corresponde al total regado con pozo Nº17, en años secos se seca
17	Pichinal	Parcela	Carlos Henríquez Gonzales Troncoso	269.344	5.953.296	437	1,5	Pozo	R		46,0	28,10	Superficie de riego corresponde al total regado con zanja Nº16
21	Pichinal	Parcela don Misa	s/i	269.220	5.952.264	445	-	Pozo	R-P				Coord. Aproximada No se pudo acceder al pozo
22	Pichinal	Parcela don Misa	s/i	269.390	5.952.494	441	-	Puntera	R-P				Coord. del portón No se pudo acceder a noria
23	Pichinal	Parcela	Loreto López	270.704	5.952.112	449	0,5	Puntera	R		18	6,05	
24	Pichinal	Parcela	Luis Parada Méndez	270.468	5.951.969	448	0,5	Noria	R		3,5	0,5	
25	Pichinal	Parcela	Luis Parada Méndez	270.460	5.952.028	446	3	Zanja	R		5	0,45	
26	Pichinal	Parcela	Luis Parada Méndez	270.705	5.952.280	451	3	Zanja	R		7	0,95	Pozón construido proyecto Prodesal
27	Macal	Parcela	Giuseppe di Lallo di Biase	270.843	5.952.752	447	-	Noria	R	Sin Uso			Pozo en caseta con llave
28	Macal	Parcela	Giuseppe di Lallo di Biase	270.698	5.952.693	446	-	Noria	R	Sin Uso			Abandonada
29	Macal	Parcela	Giuseppe di Lallo di Biase	270.427	5.952.589	446	-	Noria	R	Sin Uso	6,5	1,3	
30	La Vega	Parcela	Jorge Antonio Vergara Escobar y Otros	267.326	5.955.642	389	0,5	Noria	R-P		8	4,3	Abastece a 6 casas
31	Pichinal	Parcela los Hualles	Néstor Hugo Strube Benavente	269.714	5.952.161	444	-	Pozo	R-P		40,0	25,07	Solicitud en trámite 2,2 L/s
32	Pichinal	Parcela los Hualles	Rodolfo Rojas	269.502	5.951.902	434	0,5	Pozo	R-P		40,0	23,60	
33	Pichinal	Parcela los Hualles	Cristian Zúñiga Riquelme	269.664	5.951.853	442	-	Pozo	R-P	Sin Uso	40,0	15,20	Derechos pendientes 2,5 l/s Sitio sin casa
34	Pichinal	Parcela los Hualles	Nelson Tapia Silva	270.259	5.952.192	449	0,5	Noria	R	Sin Uso	4,0	1,35	Se agota con el bombeo
35	Pichinal	Sitio	Onan Almendra Contreras	270.764	5.951.905	448	-	Zanja	R	Sin Uso			Zanja borrada, tiene derechos
36	Pichinal	Quinta Aromo	Ramón Labrin Ramírez	270.853	5.951.937	452	0,5	Zanja	R		6,0	0,55	
37	Pichinal	Quinta los Acacios	Gladis Vásquez Suazo	270.875	5.951.734	454	0,5	Noria	R		4,0	1,20	
38	Pichinal	Parcela	José Fernando Correa Landaeta	271.072	5.951.928	458	0,5	Noria	R		4,0	0,60	En años secos, se seca en enero
39	Pichinal	Parcela	Congregación de Jesús	271.258	5.951.404	460	-	Pozo	R	Sin Uso		Sellado	Se usó pero arrendador se llevo la bomba
40	Pichinal	Parcela	Patricia Gonzales Rosales	270.385	5.951.983	452	-	Noria	R				Dueña no le interesa el proyecto, no autoriza el ingreso

FICHA N°	Sector	Nombre del Predio	Propietario	UTM E [m]	UTM N [m]	Cota [msnm]	Superficie [ha]	Tipo	Uso	En Uso	Prof. Hab. [m]	N. E. [m]	Información Adicional
41	Pichinal	Parcela	Jorge Castro Muñoz	271.280	5.951.528	463	-	Noria	R	Sin Uso	6,0	2,30	Sin uso desde 2019
42	Pichinal	Parcela	Nolfa Almuna Olave	271.312	5.951.504	462	-	Noria	R	Sin Uso	8,0	2,80	Sin uso desde 2019
43	San Fabián	Carlos Montane S/n	Juan Alvarado Pino	271.640	5.951.686	472	0,3	Noria	R	Sin Uso	11,7	7,10	
44	San Fabián	Estadio Municipal	Munic. de San Fabián	271.886	5.951.869	479	-	Pozo	R	Sin Uso	80,0		Pozo abandonado con basura en su interior. Abandonado el año 2010
45	San Fabián	Estadio Municipal	Munic. de San Fabián	271.885	5.951.868	479	-	Pozo	R	Sin Uso	30,0		Pozo abandonado con basura en su interior
46	San Fabián	Estadio Municipal	Munic. de San Fabián	271.707	5.952.006	472	1,5	Pozo	R		30,0	Sellado	
47	San Fabián	Parcela	Juan Pablo Ramírez López	272.071	5.952.045	488	1,5	Noria	R		10,0	1,40	Se riega superficie total en conjunto con noria 48
48	San Fabián	Parcela	Juan Pablo Ramírez López	272.098	5.952.089	486	1,5	Noria	R		10,0	1,40	Se riega superficie total en conjunto con noria 47
49	San Fabián	Parcela	Héctor Strada Castro	272.011	5.952.020	482	0,5	Noria	R-P		7,0	1,50	
50	San Fabián	Parcela	José Sepúlveda Roch	272.152	5.951.941	496	0,5	Noria	R-P-O		12	4,7	
51	Macal Alto	Parcela el Naranjo	José Gonzales Fuentes	272.469	5.952.445	507	0,5	Zanja	R		5	0,5	En años secos se seca
52	Macal	Parcela	Fernando Mercado Muñoz	271.436	5.953.638	449	1	Zanja	R		4	0,3	
53	Macal	Los Aromos	Enrique Sandoval Rodríguez	271.556	5.953.930	459	0,5	Noria	R		5	0,4	
54	Macal	Los Aromos	Francisco Vistoso Fuentes	270.368	5.953.239	436	0,5	Noria	R		5	1,3	
55	Macal	Los Aromos	Francisco Vistoso Fuentes	270.379	5.953.254	436	0,5	Zanja	R		8	1,1	
56	Macal	Parcela	Ceferino Albornoz Ocaranza	270.382	5.953.376	436	0,3	Pozo	R		20,0	14	
57	Macal	Parcela	Yolanda Cuadros Mercado	270.317	5.953.021	430	-	Zanja	R		7	0,3	
58	Macal	Parcela	David Vistoso Fuentes	270.713	5.953.138	437	0,3	Zanja	R		8	0,7	
59	Macal	Parcela	Pedro Fuentes Montecinos	270.951	5.952.905	444	1	Noria	R		5	0,45	
60	Macal	Parcela	Pedro Fuentes Montecinos	270.947	5.952.914	444	1	Noria	R		3,5	0,4	
61	Macal	Parcela	Suc. González Troncoso	270.171	5.953.445	429	-	Zanja	R		6,0	0,65	
62	Macal	Parcela	Lautaro Campos Montecinos	270.990	5.952.986	447	2	Zanja	R		10,0	0,35	Superficie de 2 ha se riega en conjunto con zanja 63
63	Macal	Parcela	Lautaro Campos Montecinos	271.038	5.953.100	447	2	Zanja	R		10,0	0,65	Superficie de 2 ha se riega en conjunto con zanja 62
64	Macal	Parcela	Alicia López Cádiz	271.109	5.952.608	456	0,5	Noria	R		7,0	1,20	
65	Macal	Parcela	José Aurelio López Mercado	271.078	5.952.643	452	0,5	Noria	R		6,0	1,00	
66	Macal	Parcela	Carlos López Cádiz	271.225	5.952.750	452	0,5	Noria	R		6,0	0,90	
67	Macal	Parcela	María Nelly Olave Jiménez	271.373	5.953.826	454	2	Zanja	R		6,0	0,40	En años secos se seca
68	Macal	Parcela	Juan Carlos Tapia	270.823	5.952.912	449	0,25	Noria	R		3,9	0,90	
69	Macal	Parcela	Mario Vistoso Fuentes	270.528	5.953.601	436	0,3	Noria	R		7,0	2,15	
70	Macal	Parcela	Nicolás Villalobos Valenzuela	269.797	5.956.413	436	0,5	Noria	R-P		5,0	2,90	
71	Maitenal	Parcela	Rosa Ester Constanzo	270.163	5.955.359	432	4	Zanja	R		4,0	0,30	En años secos se seca
72	Maitenal	Parcela	Adriana Migo Rubio	269.861	5.955.772	421	-	Zanja	R		4,0	0,30	
73	Maitenal	Parcela	Adriana Migo Rubio	269.975	5.956.046	439	-	Zanja	R		2,5	0,50	
75	Macal	Parcela	Juan Luis Fuentes Lagos	271.757	5.952.909	463	3	Noria	R	Sin Uso	7,0	0,50	
76	La Vega	Parcela	Arturo Gonzales Valenzuela	268.266	5.954.982	395	-	Zanja	R	Sin Uso	5,0	0,90	
77	La Vega	Parcela	Suc. Fuentes Rodríguez	268.156	5.954.883	395	-	Puntera	R	Sin Uso	13,0	6,30	
78	Buenos Aires	San Alfonso	José Patricio Gonzales Fuentes	272.527	5.950.149	476	0,5	Noria	R		10,0	2,85	
80	Barrio Luis Cruz Martínez	Parcela N°6	José Ricardo Pino Sepúlveda	272.926	5.949.775	499	0,5	Pozo	R		40,0	25,15	

FICHA N°	Sector	Nombre del Predio	Propietario	UTM E [m]	UTM N [m]	Cota [msnm]	Superficie [ha]	Tipo	Uso	En Uso	Prof. Hab. [m]	N. E. [m]	Información Adicional
81	Los Puquios	Las Palomas	José Leonias Constanzo Correa	280.346	5.945.462	556	2	Noria	R		5,0	0,55	
83	Macal	Parcela	s/i	271.432	5.952.896	458	0,5	Noria	R-P		8,0	0,95	
84	Macal	Sitio	s/i	271.468	5.952.893	458	-	Zanja	R-P	Sin Uso	4,0	0,45	
85	Pichinal	Parcela	Juan Figueroa	271.001	5.951.870	457	0,5	Zanja	R		2,5	0,5	En años secos se seca
86	San Fabián	Sitio	José María Ávila Parada	272.715	5.951.578	504	-	Noria	R	Sin Uso	-	-	Noria borrada el año 2019, va a ser reconstruida

Coordenadas UTM Datum WGS84 H19S

Uso: P=Potable, R=Riego, O=Otro uso

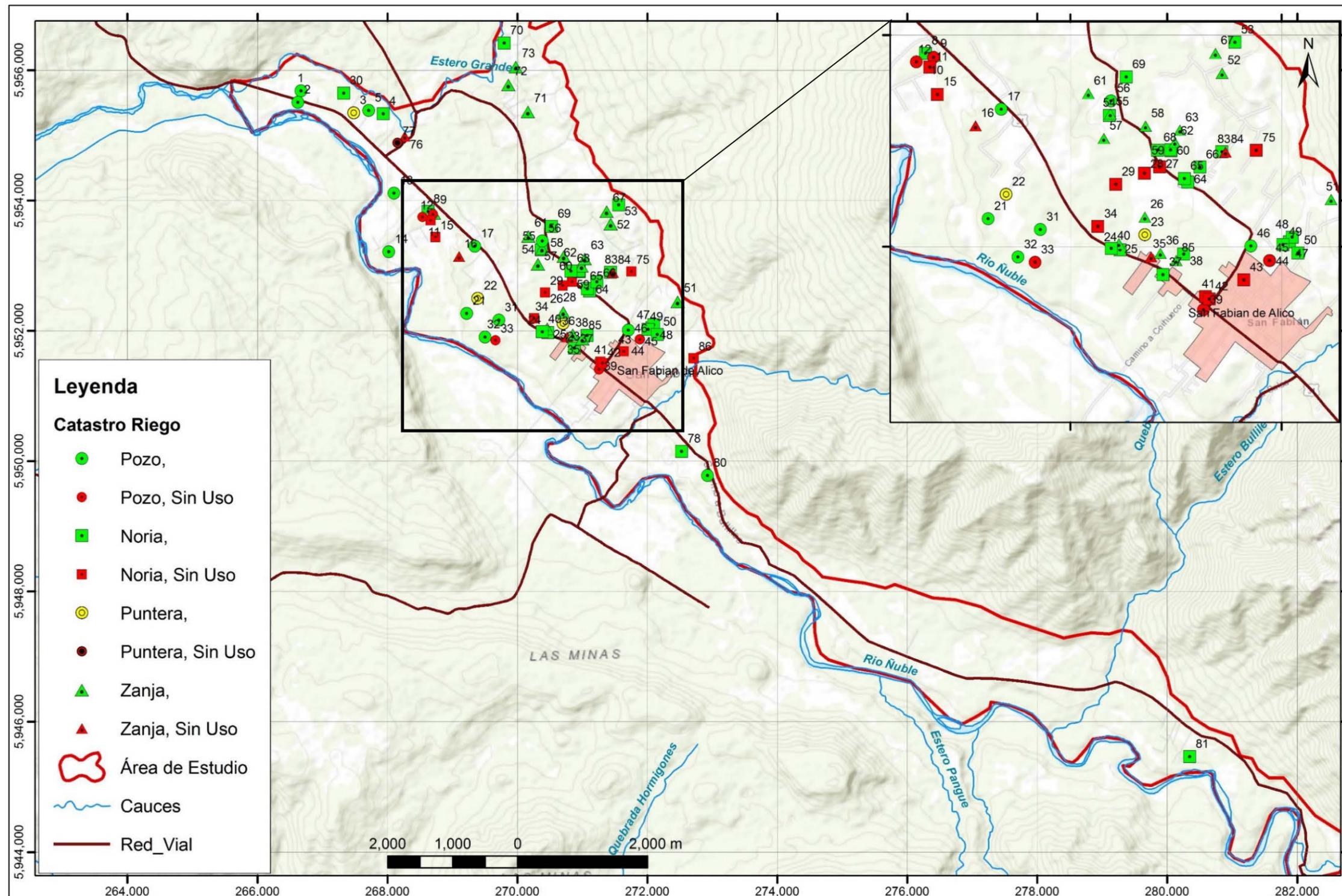


Figura 9.3-1. Ubicación y Estado Captaciones Subterráneas para Riego

10 ESTUDIO DE RECURSOS HÍDRICOS

10.1 Hidrología Superficial

10.1.1 Pluviometría

El objetivo de esta parte del estudio es determinar los valores de precipitación en el área de interés para su caracterización, a través de los resultados de precipitaciones mensuales y anuales; esa información se utilizó en la estimación de caudales en cuencas no controladas. En el caso de las precipitaciones máximas, las correspondientes a un período de retorno de 10 años y una duración de 24 horas, P_{10}^{24} .

En el área de estudio en torno al proyecto, se consideraron las 21 estaciones meteorológicas de la DGA indicadas en el capítulo 3.4

10.1.1.1 Series de Precipitaciones Diarias

Para las 21 estaciones pluviométricas de estudio se realizó el relleno y extensión de las series de precipitación diaria para el período de análisis, desde el año hidrológico 1960/61 a 2019/20. En el Anexo 10.1-1 se muestra la estadística completa, destacándose allí los datos que fueron rellenos.

Para el relleno de las precipitaciones diarias, se utilizó una metodología de correlaciones lineales entre estaciones cercanas, pues hay varias de ellas que presentan una estadística completa con buena correlación diaria entre sí. Para el relleno y extensión de la estadística se fijó una correlación mínima de $R^2=0,7$ como válida entre los pares de estaciones.

Se optó por esta metodología por sobre una del tipo modelo estocástico multivariado de relleno, por las características propias del sector del estudio, en donde se tiene que en algunos sectores se tienen precipitaciones locales que no se reflejan en estaciones más lejanas.

De esta forma se generaron las series completas de precipitaciones diarias para el período de estudio. Para analizar y corroborar la similitud entre datos medidos y datos rellenados, y así validar el método de relleno, se presentan los gráficos de las series de precipitaciones mensuales por estación, verificándose así las tendencias en cada una de ellas. Este análisis se presenta en el Anexo 10.1-2.

10.1.1.2 Precipitaciones Mensuales y Anuales

Luego de realizar el análisis, relleno, extensión, y consistencia de la información pluviométrica diaria, se generaron las series de precipitaciones mensuales completas para el período de 60 años hidrológicos comprendidos entre 1960/61 y 2019/20.

La información de las estaciones utilizadas para la zona de estudio, en términos de precipitación media mensual y anual, se presenta en la Tabla 10.1-1. Por su parte, el detalle mes a mes de la precipitación en las estaciones se muestra en el Anexo 10.1-3. De la Tabla 10.1-1 se desprende que casi un 70% de las precipitaciones anuales, en promedio, se desarrolla entre los meses de mayo y agosto, mientras que si se extiende el período a los meses entre abril y septiembre se supera el 80% de las precipitaciones, en promedio, lo que muestra que la zona de estudio posee un régimen hidrológico principalmente pluvial. Las precipitaciones anuales, por su parte, varían entre 800 y sobre 2.200 mm/año para las estaciones de estudio, con un promedio de 1.520,2 mm/año.

Tabla 10.1 - 1 Precipitación Media Mensual y Anual (mm), Estaciones de Estudio Período 1960/61 - 2019/20

Estación	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	Anual
La Sexta de Longaví	181,3	226,1	197,8	145,4	97,9	70,9	28,1	23,5	10,1	18,8	20,4	63,0	1.083,3
Parral	156,0	199,6	171,3	119,6	76,6	55,7	25,1	17,3	8,2	15,9	18,9	52,0	916,1
Río Longaví en la Quiriquina	242,5	312,3	271,1	200,1	132,5	98,1	38,2	33,4	14,0	20,9	26,3	84,4	1.473,7
Digua Embalse	232,1	297,8	255,8	188,2	126,6	93,7	37,1	32,1	13,8	22,0	25,4	80,3	1.404,7
Bullileo Embalse	326,5	420,7	382,4	288,5	181,8	134,9	57,5	44,4	21,0	26,1	35,0	114,0	2.033,0
Millauquén	142,7	181,7	156,7	107,2	66,9	50,7	23,1	16,6	7,7	13,8	15,8	45,8	828,8
San Manuel en Perquillauquén	229,1	300,8	251,2	187,0	126,0	89,7	41,4	30,6	16,5	22,6	28,1	83,1	1.405,9
Canal de La Luz en Chillán	127,9	163,3	137,0	105,9	68,0	52,9	28,3	18,5	10,9	16,0	17,9	50,5	797,0
Chillán Viejo	169,2	205,6	173,8	134,5	83,3	64,4	33,1	23,1	13,0	18,6	21,7	60,7	1.000,9
Coihuco Embalse	221,9	277,3	233,4	180,1	117,1	90,1	48,1	32,9	18,8	26,2	30,6	88,1	1.364,5
Río Ñuble en San Fabián N 2	207,9	260,8	241,0	189,8	115,3	88,2	41,4	33,9	15,2	22,5	25,6	80,9	1.322,7
Caracol	350,3	457,5	407,6	318,4	201,6	154,5	71,4	55,3	25,8	35,2	41,9	132,7	2.252,2
Caman	313,8	414,1	368,8	272,3	174,4	126,6	57,3	44,0	20,5	30,6	35,2	103,9	1.961,7
San Fabián	286,1	354,7	321,4	236,4	155,2	101,7	60,1	43,5	22,3	28,3	35,5	101,9	1.747,2
Mayultermo	220,3	272,5	228,2	179,4	115,0	89,7	48,1	32,4	18,7	24,2	30,3	87,0	1.345,9
Río Chillán en Esperanza N 2	268,9	339,3	282,1	221,8	142,9	108,3	57,9	41,3	22,7	31,6	36,9	103,8	1.657,6
Diguillín	320,1	403,6	356,9	285,9	177,0	139,5	73,8	57,7	27,1	42,7	45,8	121,8	2.051,9
Fundo Atacalco	349,7	447,6	384,3	310,6	191,1	155,1	80,8	69,1	29,3	46,0	50,1	133,6	2.247,3
Las Trancas	346,2	405,5	341,0	253,3	171,1	143,9	81,6	68,5	29,8	45,8	50,6	131,9	2.069,2
Río Diguillín en San Lorenzo (Atacalco)	288,4	367,7	321,8	261,6	159,1	125,4	66,7	51,2	24,1	38,8	41,0	109,4	1.855,0
Pemuco	183,3	222,6	185,6	150,5	94,3	74,5	38,0	26,2	17,2	19,7	23,5	70,2	1.105,7

Fuente: Elaboración propia.

La información de precipitaciones se usó junto con la de caudales en cauces, para los efectos de este trabajo. Dado que la información de caudales se definió como confiable para el período entre 1989 y 2020 (que fue el que se consideró para las simulaciones de la operación del embalse La Punilla, con el modelo escorrentía superficial WEAP), se construyó la serie de precipitaciones mensuales de ese período para las estaciones consideradas.

El resumen con la precipitación media mensual y anual de cada estación, se presenta en la Tabla 10.1-2. Las precipitaciones anuales, por su parte, presentan un promedio de 1.484,2 mm para las estaciones de estudio, algo menor al que resulta si se considera la totalidad de la estadística, desde 1960. De hecho, las precipitaciones para este último período representan en promedio un 97,6% de los valores del período entre 1960/61 - 2019/20.

A objeto de validar estos resultados, se compararon en la Figura 10.1-1 las precipitaciones anuales con las curvas de isoyetas presentadas por la DGA en el informe de Actualización del Balance Hídrico de Chile (2017). En esa figura se incluyeron los resultados de isoyetas obtenidos a partir de las precipitaciones medias anuales de las estaciones pluviométricas utilizadas y sus altitudes asociadas, según lo cual, se obtiene que, en la zona del área de estudio, las diferencias son menores a 100 mm.

Del análisis anterior, se obtuvieron las precipitaciones anuales medias del área de estudio, tanto desde los resultados obtenidos en el presente estudio como con los valores presentados en el Balance Hídrico de Chile de la DGA, obteniéndose que con los resultados obtenidos, el área de estudio presenta una precipitación media anual de 1.825 mm, mientras que bajo los valores de isoyetas anuales presentados por la DGA el valor es de 1.815 mm, es decir se tiene una diferencia de solo 10 mm en el sector específico de interés.

Las diferencias obtenidas, menores en el área específica del proyecto y un poco más altas en sectores alejados, se explican principalmente entendiendo que las curvas presentadas por la DGA son de carácter nacional, lo que implica un análisis global, mientras que las generadas para el presente estudio son específicas para la zona de interés, con relleno de estadística entre estaciones de alta correlación; además en el presente estudio se trabaja con una estadística más actualizada, lo cual también podría generar diferencias.

Tabla 10.1-2 Precipitación Mensual y Anual (mm), Estaciones de Estudio Período 1989/90 – 2019/20

Estación	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	Anual
La Sexta de Longaví	168,1	215,0	168,7	145,2	91,4	59,6	21,0	18,9	7,7	23,3	19,9	67,7	1.006,6
Parral	144,7	195,5	144,8	119,0	71,5	50,4	20,7	16,2	5,9	20,2	19,9	55,3	864,0
Río Longaví en la Quiriquina	223,1	304,7	236,5	203,9	124,4	85,3	29,1	28,9	11,2	23,0	24,5	90,3	1.384,8
Digua Embalse	213,7	289,7	219,3	188,7	118,6	81,3	28,9	27,9	11,5	25,8	23,8	85,5	1.314,8
Bullileo Embalse	298,0	423,3	338,8	293,7	171,5	115,3	44,7	40,6	17,9	26,5	33,3	119,9	1.923,4
Millaquén	145,1	192,5	147,6	113,7	65,6	50,2	21,6	17,7	6,5	18,0	16,8	50,8	845,9
San Manuel en Perquilauquén	215,3	311,2	222,5	196,4	126,2	85,7	34,8	26,9	13,8	27,4	28,5	92,2	1.381,1
Canal de La Luz en Chillán	124,1	176,0	132,3	112,3	66,9	51,7	23,8	16,2	8,1	19,5	18,3	58,4	807,6
Chillán Viejo	168,4	215,6	161,2	134,3	78,3	58,4	25,5	19,8	8,6	20,9	21,1	67,1	979,2
Coihueco Embalse	217,7	296,8	223,8	189,5	115,7	87,3	40,1	30,0	14,1	31,0	31,5	103,2	1.380,8
Río Ñuble en San Fabián Nº2	209,0	279,2	229,7	207,9	118,0	84,6	40,7	38,6	16,3	29,4	29,6	98,1	1.381,2
Caracol	343,2	495,2	378,9	340,4	208,0	149,9	70,0	60,2	27,1	43,7	46,5	155,5	2.318,6
Camán	309,4	452,7	355,8	290,9	176,7	114,8	51,5	44,7	19,3	37,7	37,4	111,2	2.002,1
San Fabián	237,3	323,2	240,0	214,7	138,8	92,3	44,1	38,7	18,1	28,1	30,1	100,9	1.506,5
Mayulermo	229,5	304,4	229,8	199,4	119,5	92,7	43,9	31,3	15,5	28,7	32,7	105,8	1.433,2
Río Chillán en Esperanza Nº2	268,2	371,0	274,6	239,9	144,5	105,9	49,0	40,0	17,4	37,8	38,4	120,7	1.707,5
Diguillín	303,6	423,8	326,3	289,9	170,2	121,6	60,3	55,9	20,5	44,9	46,7	134,9	1.998,5
Fundo Atacalco	316,2	463,5	344,6	303,6	180,2	137,6	67,1	62,9	20,6	47,3	49,2	142,1	2.135,0
Las Trancas	288,8	389,0	284,1	235,7	160,9	118,7	57,7	55,3	23,5	43,6	48,7	132,7	1.838,8
Río Diguillín en San Lorenzo (Atacalco)	277,1	393,6	298,7	271,8	154,6	110,8	55,8	49,5	18,2	41,4	42,0	122,0	1.835,5
Pemuco	183,6	246,2	181,2	158,0	90,9	66,6	30,6	23,7	10,9	22,6	25,8	82,4	1.122,4

Fuente: Elaboración propia.

10.1.1.3 Precipitaciones Máximas en 24 horas

A partir de las series de precipitaciones diarias generadas, según lo indicado previamente para las 21 estaciones de estudio, se obtuvieron las series de precipitaciones máximas diarias anuales para el período de 31 años desde 1989/90 a 2019/20.

Las precipitaciones máximas diarias anuales se transformaron en precipitaciones máximas en 24 horas mediante el factor de conversión 1,1 recomendado en el Manual de Carreteras del MOP. En la Tabla 10.1-3 se muestran las precipitaciones máximas en 24 horas anuales de las 21 estaciones.

A cada una de las series de precipitaciones máximas anuales en 24 horas se les sometió a análisis de frecuencia con el objeto de determinar valores de precipitaciones máximas en 24 horas para distintos períodos de retorno. Los resultados de los análisis de frecuencia se presentan en la Tabla 10.1-4, para los períodos de retorno de 10, 50, 100 y 200 años, asociados a los posibles distintos diseños de las obras.

Tabla 10.1-3 Series de Precipitaciones Máximas en 24 Horas (mm)

Año	La Sexta de Longaví	Parral	Río Longaví en la Quiriqui	Digua Embalse	Bullileo Embalse	Millauquén	San Manuel en Perquila	Canal de La Luz en Chillán	Chillán Viejo	Coihueco Embalse	Río Ñuble en San Fabián	Caracol	Caman	San Fabián	Mayulermo	Río Chillán en Esperanza N 2	Diguillín	Fundo Atacalco	Las Trancas	Río Diguillín en San Lorenzo	Pemuco
1989/90	58,1	64,4	78,2	74,8	110,2	53,7	69,9	39,8	67,4	68,3	64,2	111,1	98,3	154,6	63,5	81,4	90,4	88,0	95,7	80,4	77,0
1990/91	54,7	87,5	73,6	70,4	80,2	72,9	83,1	59,0	73,7	101,2	66,6	115,3	71,5	100,1	94,1	120,5	132,0	127,2	127,6	117,4	79,2
1991/92	110,0	80,3	148,1	141,7	176,0	67,0	112,2	61,9	83,1	106,2	133,8	231,6	157,0	129,8	98,7	126,4	154,9	164,3	173,8	137,8	90,2
1992/93	94,0	118,8	170,2	162,8	133,0	120,5	115,5	82,1	187,6	140,8	101,7	176,0	118,7	176,0	167,2	167,7	152,4	166,4	131,5	135,5	156,3
1993/94	77,6	55,0	85,1	81,4	146,7	61,6	93,0	57,6	84,5	98,8	59,7	103,4	130,9	89,1	121,0	117,6	162,5	146,5	96,8	144,5	84,8
1994/95	57,2	54,5	105,8	101,2	182,2	46,2	82,5	47,8	79,8	82,0	85,5	148,0	172,7	147,4	89,1	97,6	171,7	189,6	104,5	152,7	89,1
1995/96	84,7	67,7	113,8	108,9	133,9	117,7	121,0	50,7	77,0	86,9	97,2	168,3	124,3	99,0	119,9	103,5	110,6	148,8	165,0	98,3	77,6
1996/97	61,6	56,1	90,3	86,4	104,8	75,9	103,4	55,3	71,5	94,8	114,4	198,0	169,4	109,1	90,6	112,9	139,2	143,6	110,0	123,8	105,1
1997/98	122,7	99,0	105,8	101,2	182,1	100,1	137,5	79,9	161,7	137,0	112,9	195,4	187,0	136,4	196,4	163,1	146,3	153,3	110,0	130,1	82,5
1998/99	64,9	44,6	61,9	59,2	83,8	48,4	62,7	45,2	48,4	77,6	52,1	90,2	79,2	71,5	76,5	92,4	89,1	99,4	85,8	79,3	45,7
1999/00	74,3	68,8	98,0	93,7	106,2	59,4	99,0	68,0	94,6	116,6	60,1	104,0	108,9	99,0	103,8	138,9	157,3	188,4	88,0	139,9	91,0
2000/01	194,2	99,0	126,5	121,0	203,5	78,1	128,7	73,5	57,2	126,0	94,0	162,8	192,5	121,0	121,6	150,0	127,6	140,0	147,4	113,5	99,0
2001/02	156,2	95,7	207,4	172,5	217,8	71,5	115,5	74,7	95,7	128,2	142,3	228,8	168,3	137,5	100,5	152,6	161,4	182,6	161,7	143,5	117,2
2002/03	134,2	105,6	148,3	119,4	195,8	170,5	132,0	162,3	149,6	278,3	147,2	196,9	181,5	193,6	159,9	331,4	303,1	256,3	182,6	269,6	101,2
2003/04	55,0	49,7	76,3	59,2	115,0	63,8	73,7	58,4	63,8	100,1	90,2	157,3	172,7	111,1	100,5	119,2	133,1	126,5	127,6	118,4	90,2
2004/05	82,5	52,8	153,2	113,9	210,1	45,1	148,5	68,7	90,2	117,7	127,6	220,9	162,8	165,0	155,3	140,2	163,9	196,9	198,0	145,8	108,9
2005/06	117,4	97,9	120,0	112,5	157,0	100,7	148,5	80,2	127,6	137,5	114,8	156,2	172,7	154,0	113,5	163,7	131,1	134,2	192,5	116,6	115,5
2006/07	120,5	79,2	144,7	117,7	178,2	78,7	143,0	67,4	112,2	115,5	101,1	156,2	159,0	101,2	98,1	137,5	162,8	138,6	176,0	144,8	102,3
2007/08	90,8	52,8	91,6	101,2	103,4	59,4	101,2	34,7	57,2	59,5	103,8	122,7	93,5	53,9	77,2	70,9	102,3	112,2	118,8	91,0	60,5
2008/09	124,9	105,1	166,4	155,1	203,0	132,0	152,4	69,3	106,7	118,8	121,6	183,7	182,6	126,7	117,9	141,5	165,0	148,5	135,3	146,8	150,7
2009/10	94,6	80,7	124,6	118,3	178,2	89,1	107,8	102,1	123,2	71,0	137,3	168,6	186,2	176,0	124,9	149,4	117,7	154,0	93,5	140,1	90,2
2010/11	55,6	47,3	71,3	71,0	92,2	49,5	65,5	58,1	51,7	55,6	50,8	88,0	81,4	60,5	57,6	71,5	76,5	68,2	59,4	64,6	69,3
2011/12	72,1	58,3	93,8	74,8	132,6	59,4	94,6	42,4	63,8	73,0	71,9	163,9	136,4	62,2	90,6	112,2	115,0	110,0	77,0	113,9	68,2
2012/13	87,5	157,1	70,4	100,7	118,8	55,0	136,4	56,4	66,3	68,2	95,7	140,8	127,2	90,2	57,6	99,8	116,7	121,0	63,8	108,6	92,4

Año	La Sexta de Longaví	Parral	Río Longaví en la Quíngu	Diga Embalse	Bullileo Embalse	Millauquén	San Manuel en Perquía	Canal de Luz en Chillán	Chillán Viejo	Coihueco Embalse	Río Nuble en San Fabián	Caracol	Camán	San Fabián	Mayulermo	Río Chillán en Esperanza N 2	Diguillín	Fundo Atacalco	Las Trancas	Río Diguillín en San Lorenzo	Pemuco
2013/14	53,4	48,2	83,1	60,0	101,2	49,5	105,6	53,9	70,2	70,6	86,7	106,7	104,1	79,8	85,3	102,4	116,1	115,5	71,0	98,9	63,8
2014/15	65,9	71,8	87,2	78,1	138,6	42,9	95,7	59,3	70,4	112,2	96,6	123,2	111,1	77,0	93,7	110,2	91,5	98,0	66,0	101,1	92,4
2015/16	102,3	83,2	109,7	95,5	140,8	127,6	108,9	70,0	69,3	105,1	115,2	132,0	107,8	110,0	89,5	94,9	91,9	125,4	69,1	137,0	71,5
2016/17	75,9	90,5	61,4	43,5	94,1	46,2	50,3	48,7	52,3	49,5	61,1	95,7	61,6	52,9	57,6	82,6	77,6	82,5	77,9	71,0	46,2
2017/18	75,0	57,2	113,3	86,9	119,9	100,1	82,5	53,9	53,9	69,9	43,2	146,3	107,0	105,7	90,6	100,5	117,3	88,0	60,5	96,4	44,0
2018/19	54,3	41,6	89,1	65,5	85,5	50,6	81,9	51,6	59,4	77,0	84,5	97,9	76,3	104,5	86,4	86,9	73,8	178,2	82,5	155,3	63,8
2019/20	39,6	54,5	54,9	50,5	83,6	49,5	93,5	114,8	110,0	94,6	52,8	89,1	71,1	64,9	163,5	103,1	93,5	96,8	73,7	85,8	143,0
Promedio	87,5	75,0	107,2	96,7	139,0	75,6	104,7	66,1	86,5	101,2	93,1	147,7	131,4	111,6	105,2	124,0	130,5	138,4	113,6	122,7	89,3
Desv. Est.	34,5	26,3	36,7	32,4	42,9	31,6	27,4	24,7	34,2	41,7	29,5	42,8	41,3	38,4	34,1	47,3	43,9	40,4	42,8	37,5	27,8
Min	39,6	41,6	54,9	43,5	80,2	42,9	50,3	34,7	48,4	49,5	43,2	88,0	61,6	52,9	57,6	70,9	73,8	68,2	59,4	64,6	44,0
Max	194,2	157,1	207,4	172,5	217,8	170,5	152,4	162,3	187,6	278,3	147,2	231,6	192,5	193,6	196,4	331,4	303,1	256,3	198,0	269,6	156,3

Fuente: Elaboración propia

Tabla 10.1-4 Resultados Análisis de Frecuencia Precipitaciones Máximas 24 horas (mm)

Estación	Altitud (msnm)	Período de retorno (Años)				Distribución Mejor Ajuste
		10	50	100	200	
La Sexta de Longaví	229	141,4	193,3	215,2	237,1	Gumbel
Parral	175	108,7	129,0	136,1	142,7	Normal
Río Longaví en la Quiriquina	449	155,3	200,5	219,5	238,4	LogNormal
Digua Embalse	390	138,3	163,3	172,2	180,3	Normal
Bullileo Embalse	600	206,0	270,5	297,8	324,9	Gumbel
Millauquén	152	113,6	151,8	168,1	184,6	LogNormal
San Manuel en Perquilauquén	270	147,5	188,6	206,0	223,4	Gumbel
Canal de La Luz en Chillán	136	95,2	137,6	159,4	184,1	LogPearson III
Chillán Viejo	115	132,4	204,2	241,3	282,6	LogNormal III
Coihueco Embalse	314	148,1	193,4	212,5	231,7	LogNormal
Río Ñuble en San Fabián N 2	450	130,9	153,6	161,6	169,0	Normal
Caracol	610	202,5	235,5	247,2	257,8	Normal
Camán	670	193,0	251,2	275,7	300,3	LogNormal
San Fabián	465	160,8	190,4	200,9	210,4	Normal
Mayulermo	371	149,9	190,9	207,9	224,8	LogNormal
Río Chillán en Esperanza N 2	586	174,6	221,3	240,6	259,8	LogNormal
Diguillín	670	183,5	231,8	251,7	271,5	LogNormal
Fundo Atacalco	740	190,1	221,4	232,4	242,5	Normal
Las Trancas	1.242	180,6	244,9	272,1	299,2	Gumbel
Río Diguillín en San Lorenzo (Atacalco)	727	169,5	210,9	227,9	244,5	LogNormal
Pemuco	200	127,8	163,2	177,9	192,6	LogNormal

Fuente: Elaboración propia.

Para las estaciones de estudio, se analizó la relación entre la altitud en que éstas se ubican y las precipitaciones máximas anuales en 24 horas resultantes del análisis de frecuencia para un período de retorno de 10 años. Al proyectar la precipitación máxima en 24 horas anual para período de retorno 10 años versus la elevación, se logra un ajuste del tipo logarítmico para la zona de estudio, el cual se muestra en la Figura 10.1-2.

Con los resultados obtenidos en la Tabla 10.1-4, se calcularon los coeficientes de frecuencia en el área de estudio, para los períodos de retorno de 50, 100 y 200 años. En la Tabla 10.1-5 se muestran los resultados para los coeficientes de frecuencia.

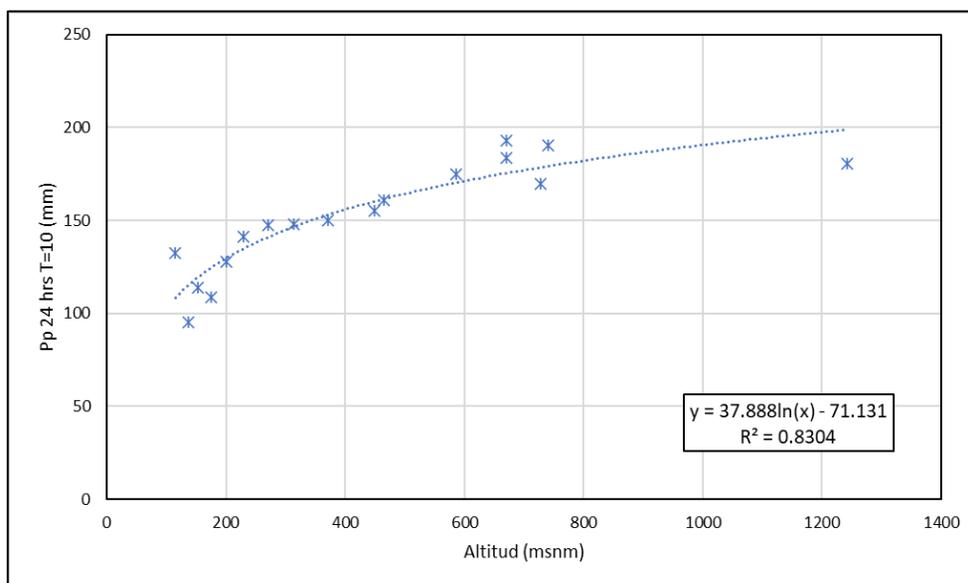


Figura 10.1-2. Relación Pp Máx 24 Horas, T=10 años/Altura Estaciones área de estudio

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 10.1-5 Resultados Coeficientes de Frecuencia

Estación	C(T)/C(T=10)		
	T=50 años	T=100 años	T=200 años
La Sexta de Longaví	1,37	1,52	1,68
Parral	1,19	1,25	1,31
Río Longaví en la Quiriquina	1,29	1,41	1,53
Digua Embalse	1,18	1,24	1,30
Bullileo Embalse	1,31	1,45	1,58
Millauquén	1,34	1,48	1,62
San Manuel en Perquilauquén	1,28	1,40	1,51
Canal de La Luz en Chillán	1,45	1,68	1,93
Chillán Viejo	1,54	1,82	2,13
Coihueco Embalse	1,31	1,44	1,56
Río Ñuble en San Fabián N°2	1,17	1,24	1,29
Caracol	1,16	1,22	1,27
Caman	1,30	1,43	1,56
San Fabián	1,18	1,25	1,31
Mayulermo	1,27	1,39	1,50
Río Chillán en Esperanza N°2	1,27	1,38	1,49
Diguillín	1,26	1,37	1,48

Estación	C(T)/C(T=10)		
	T=50 años	T=100 años	T=200 años
Fundo Atacalco	1,16	1,22	1,28
Las Trancas	1,36	1,51	1,66
Río Diguillín en San Lorenzo (Atacalco)	1,24	1,34	1,44
Pemuco	1,28	1,39	1,51
Promedio	1,28	1,40	1,52

Fuente: Elaboración propia.

10.1.2 Fluviometría

10.1.2.1 Estaciones Fluviométricas

De acuerdo con los antecedentes disponibles (ver capítulo 3.4), se recopilaron las series caudales medios diarios en el período de 60 años entre 1960/61 y 2019/20 en un total de 9 estaciones fluviométricas del río Ñuble y sus afluentes, de las cuales se descartaron 3 por la poca información disponible, menor a 3 años. Además, se descartó la utilización de la estación Río Ñuble en Longitudinal, ya que los registros de esta estación son hasta el año 1971, siendo retirada de la red fluviométrica, debido a la gran influencia de riego que existe aguas arriba de ella, lo cual imposibilita asegurar un proceso confiable de relleno y extensión de la estadística. Finalmente, la información de las estaciones Río Ñuble en San Fabián y Río Ñuble en San Fabián N°2, se complementan y se consideran como estación única.

En la Tabla 10.1-6 se muestra información de las estaciones fluviométricas utilizadas en este trabajo y la superficie de su cuenca aportante.

Tabla 10.1-6 Estaciones Fluviométricas Utilizadas

Nº	Nombre Estación	Código BNA	Coord. Este (m)	Coord. Norte (m)	Huso	Altitud (msnm)	Área aportante (km ²)
1	Río Cato en Puente Cato	08114001-4	227.516	5.949.890	19S	123	969,5
2	Río Sauces antes junta con Ñuble	08104001-K	296.587	5.939.407	19S	620	606,7
3	Río Ñuble en La Punilla	08105001-5	292.079	5.940.025	19S	635	1.254,3
4	Río Ñuble en San Fabián	08106001-0	271.204	5.949.316	19S	410	1.657,9
5	Río Ñuble en San Fabián N°2	08106002-9	274.060	5.948.117	19S	450	1.645,6

Fuente: Elaboración propia.

Un hecho importante respecto a la estadística fluviométrica de la estación Río Ñuble en La Punilla, que define los caudales afluentes al embalse La Punilla, es que la corrección hecha a los registros erróneos fue para el período desde 1989 en adelante. Dada la importancia de la estación Río Ñuble en La Punilla en el contexto del presente estudio, fue utilizada para la caracterización fluviométrica en este trabajo, considerando el período entre 1989 y 2020.

10.1.2.2 Series de Caudales Medios Diarios

Para las estaciones fluviométricas de estudio, exceptuando Río Ñuble en La Punilla, se realizó el relleno y extensión de las series de caudales medios diarios para el período de análisis, desde el año hidrológico 1960/61 a 2019/20. En el Anexo 10.1-4 se muestra la estadística completa, destacándose allí los datos que fueron rellenos.

Para el relleno se consideró la correlación lineal mensual entre las estaciones, para el período 1960/61 - 2019/20, también se utilizó correlación anual, y se considera la estación con información y mejor correlación para el relleno. Para el relleno y extensión de la estadística se fijó una correlación mínima de $R^2=0,7$ entre los pares de estaciones.

Posteriormente, se graficaron la series mensuales y anuales, para analizar y corroborar la similitud entre datos medidos y datos rellenos y así validar el método de relleno. Para los meses de marzo y abril de 1962 fue necesario disponer de información de otras estaciones cercanas, aguas abajo de la zona en estudio, ya que no se tenía información para realizar el relleno, se utilizaron las estaciones Río Itata en Cerro Negro y Río Itata en Balsa Nueva Aldea.

Para analizar y corroborar la similitud entre datos medidos y datos rellenos, y así validar el método de relleno, se presentan los gráficos de las series de caudales medios mensuales por estación, verificando así las tendencias en cada una de ellas. Este análisis se presenta en el Anexo 10.1-5.

10.1.2.3 Caudales Medios Mensuales y Anuales

Luego de realizar el análisis, relleno, extensión, y consistencia de la información fluviométrica diaria disponible, se generaron las series de caudales medios mensuales completas para el período de 60 años comprendidos entre 1960/61 y 2019/20.

Del período antes mencionado, se determinó la utilización del período de 31 años hidrológicos desde 1989/90 a 2019/20, por las razones ya expuestas respecto a la estación Río Ñuble en La Punilla.

Además de lo anterior, en un análisis de la estadística completa desarrollada para caudales medios mensuales, es decir para el período 1960/61 - 2019/20, se tiene que los caudales del período entre 1989/90 y 2019/20 corresponden, en promedio para las estaciones de estudio, a un 85% del caudal medio del período previo desde 1960/61 a 1988/89. Por lo que la consideración del período 1989/90 - 2019/20 como el de estudio, supone una situación más conservadora para el sector analizado. En la tabla siguiente se presentan los valores de caudales medios para ambos períodos, en las estaciones de estudio.

A los datos de caudales medios mensuales de la estación Río Ñuble en La Punilla previamente rellenos, se les realizó un proceso de corrección y validación por efectos de balance para evitar la presencia de valores anómalos. Lo anterior, se refiere a una serie de valores inconsistentes, que se detectan al comparar los registros Ñuble en La Punilla y los de Ñuble en San Fabián, ya que, dada la posición geográfica de ambas, los caudales de San Fabián deben ser mayores a los de Ñuble en La Punilla. Esto no se cumple en algunos meses del período común de ambas estaciones (11 de 372 meses), para los cuales se realizó una corrección del caudal en la estación Río Ñuble en La Punilla en el mes con inconsistencia, definido en función de la razón entre el caudal mensual de Ñuble en San Fabián y Ñuble en La Punilla en los meses inmediatamente contiguos, es decir el mes anterior y posterior al que presenta inconsistencia en su valor.

Tabla 10.1-7 Caudales Medios por Períodos (m³/s), Estaciones de Estudio

Estación	Período	
	1960/61 a 1988/89	1989/90 y 2019/20
Río Cato en Puente Cato	41,1	35,8
Río Sauces antes junta con Ñuble	33,1	29,6
Río Ñuble en La Punilla	-	66,5
Río Ñuble en San Fabián	113,0	91,5

Fuente: Elaboración propia.

Cabe destacar que, según la climatología, que define al clima de una región como el estado medio de la atmósfera a lo largo de un período de tiempo suficientemente largo, como término medio, es usual considerar que este período corresponde a los últimos 30 años incluidos en los registros disponibles, por lo que el período seleccionado cumple con este criterio.

La información de las estaciones utilizadas para la zona de estudio, en términos de caudal medio mensual y anual, se presenta en la Tabla 10.1-8. Por su parte, el detalle mes a mes de los caudales medios en las estaciones se muestra en el Anexo 10.1-6. De la Tabla 10.1-8 se desprende que los caudales de mayor magnitud se desarrollan entre los meses de junio y octubre, lo cual confirma lo visto en el análisis de precipitaciones sobre que la zona de estudio posee un régimen hidrológico predominantemente pluvial. Sin embargo, para las estaciones ubicadas en los ríos Sauces y Ñuble, a mayor elevación, se tiene además un segundo peak en época de deshielos, lo que muestra que el régimen hidrológico en estos ríos es de tipo mixto, correspondiendo a pluvio-nival. Lo anterior, además se muestra en la Figura 10.1-3 de variación de caudales medios mensuales en las estaciones de estudio.

Finalmente, en revisión de un estudio desarrollado para la DOH, orientado a la operación del embalse La Punilla, aún en revisión, se pudo verificar valores semejantes, lo que permite asegurar concordancia entre lo que se estará usando para el proyecto mismo y los resultados del presente estudio. El mencionado trabajo se utiliza de manera referencial por ser un borrador del informe aún no aprobado por la Autoridad.

Como se mencionó, las diferencias encontradas entre el presente estudio y los resultados del informe referencial son pequeñas. En particular, para la estación Río Ñuble en La Punilla (luego de haber realizado la metodología de verificación por balance), la diferencia de caudal medio en el período coincidente, entre mayo de 1989 y abril de 2019, es menor a un 0,7%. Del total de meses de ese período, menos del 8% de ellos muestra una diferencia mayor o igual a un 10% entre valores de Qmm; de éstos, la mayor cantidad de meses con diferencia de valor superior a 10%, corresponden a meses en que en el análisis realizado hubo que rellenar la estadística, pues el dato ya corregido de la DGA no era para el mes completo. Por su parte, para Río Ñuble en San Fabián, la diferencia entre el presente estudio y el informe de referencia en el período coincidente es aún menor, de sólo un 0,3%.

Finalmente, con los datos obtenidos de los caudales medios mensuales para las estaciones Río Ñuble en La Punilla y Río Ñuble en San Fabián, por ser las de mayor relevancia en el estudio, se realizó un análisis de frecuencia para las distribuciones de probabilidades Normal, Log-Normal, Pearson III, Log-Pearson III, Gumbel y Gamma, asociado a las probabilidades de excedencia de 10, 20, 50, 70, 85 y 90%.

Los resultados de los análisis de frecuencia, para la distribución de probabilidades Log-Normal, por ser la de mejor ajuste, se presentan en las Tabla 10.1-9 y Tabla 10.1-10, mientras que las curvas de variación estacional asociadas se muestran en las Figura 10.1-4 y Figura 10.1-5, respectivamente, para las estaciones Río Ñuble en La Punilla y Río Ñuble en San Fabián.

Tabla 10.1-8 Caudal medio mensual y anual (m³/s), estaciones de estudio período 1989/90 - 2019/20

Estación	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	Anual
Río Cato en Puente Cato	38,28	76,72	82,46	79,38	59,73	38,58	21,29	9,09	3,99	3,27	4,31	11,92	35,75
Río Sauces antes junta con Ñuble	25,09	44,62	41,48	43,53	47,35	49,54	43,06	25,21	12,16	7,74	6,55	8,95	29,61
Río Ñuble en La Punilla	57,79	95,46	87,59	88,89	95,80	104,93	99,74	66,43	36,38	22,94	17,95	22,18	66,34
Río Ñuble en San Fabián	83,49	148,53	135,26	133,75	136,91	138,18	123,13	79,17	42,58	27,04	21,59	28,74	91,53

Fuente: Elaboración propia.

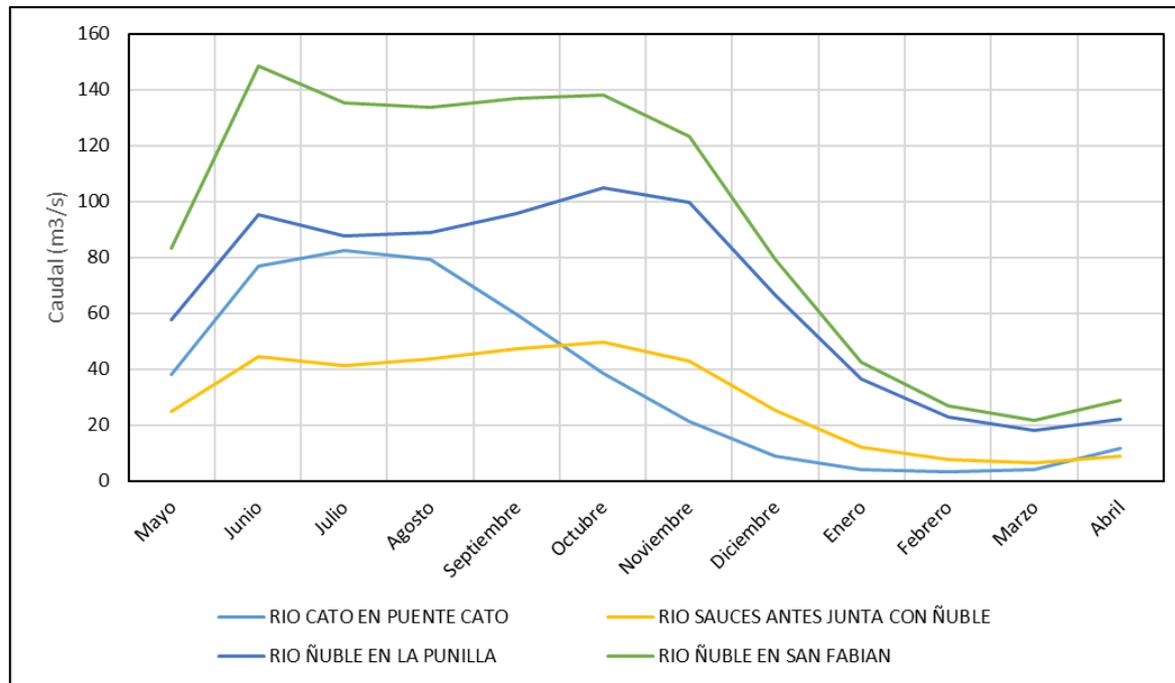


Figura 10.1-3. Caudales Medios Mensuales por Estación

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 10.1-9 Análisis de Frecuencia Caudales medios mensuales (m³/s), estación Río Ñuble en La Punilla, 1989/90 - 2019/20

Pexc (%)	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr
10	116,75	190,98	151,49	148,75	141,38	158,25	197,93	123,88	60,06	35,17	26,91	37,15
20	79,73	138,39	119,69	119,51	121,41	134,63	148,66	94,85	48,61	29,62	22,86	29,81
50	38,43	74,74	76,26	78,63	90,72	98,83	85,97	56,90	32,44	21,32	16,74	19,56
70	24,39	50,91	57,59	60,57	75,66	81,51	61,11	41,39	25,21	17,37	13,78	15,05
85	15,64	35,00	43,77	46,95	63,37	67,53	43,79	30,33	19,71	14,22	11,40	11,65
90	12,65	29,25	38,39	41,56	58,21	61,72	37,34	26,14	17,52	12,92	10,41	10,30

Fuente: Elaboración propia.

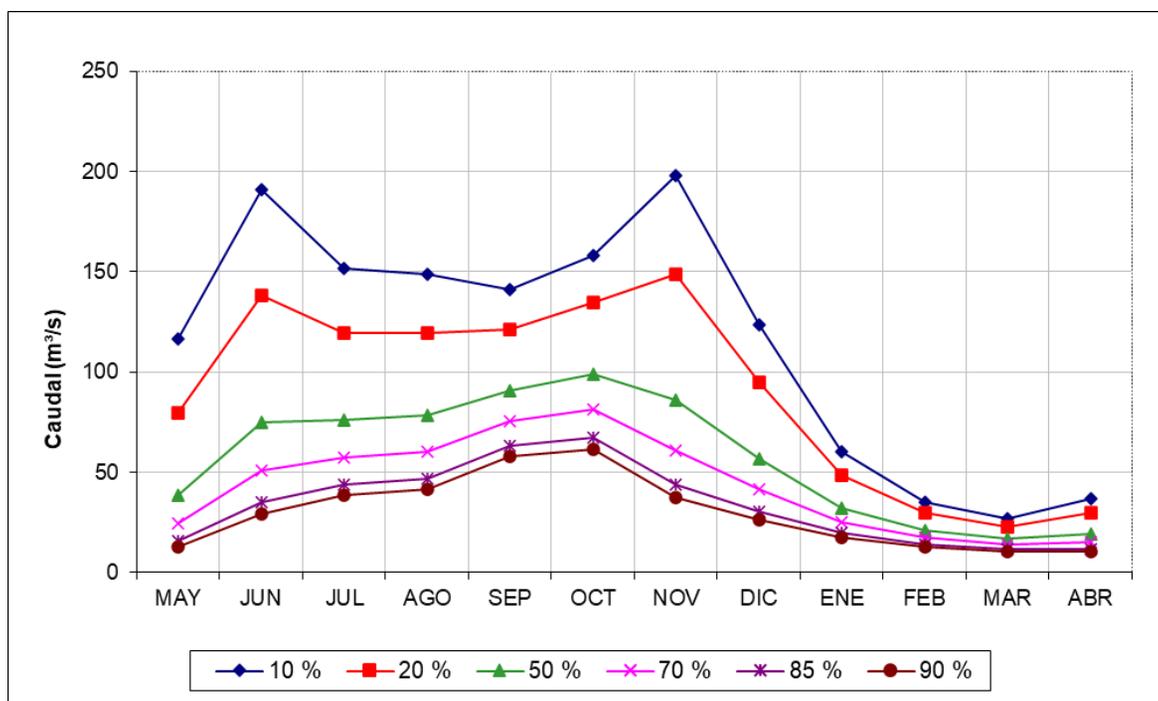


Figura 10.1-4. Curvas Variación Estacional Caudales medios mensuales, estación Río Ñuble en La Punilla, 1989/90 - 2019/20

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 10.1-10 Análisis de Frecuencia Caudales medios mensuales (m³/s), estación Río Ñuble en San Fabián, 1989/90 - 2019/20

Pexc (%)	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr
10	170,65	297,82	233,28	227,99	207,03	210,30	240,95	143,28	67,90	39,59	31,52	49,26
20	115,19	216,07	184,66	181,69	176,05	178,27	182,46	111,62	56,06	34,07	27,04	38,99
50	54,31	116,94	118,09	117,68	129,11	129,96	107,19	69,23	38,86	25,57	20,16	24,93
70	34,00	79,77	89,37	89,78	106,43	106,72	76,95	51,41	30,92	21,39	16,79	18,87
85	21,52	54,91	68,09	68,93	88,13	88,05	55,67	38,44	24,74	17,96	14,05	14,37
90	17,29	45,92	59,77	60,74	80,52	80,31	47,68	33,45	22,24	16,52	12,90	12,62

Fuente: Elaboración propia.

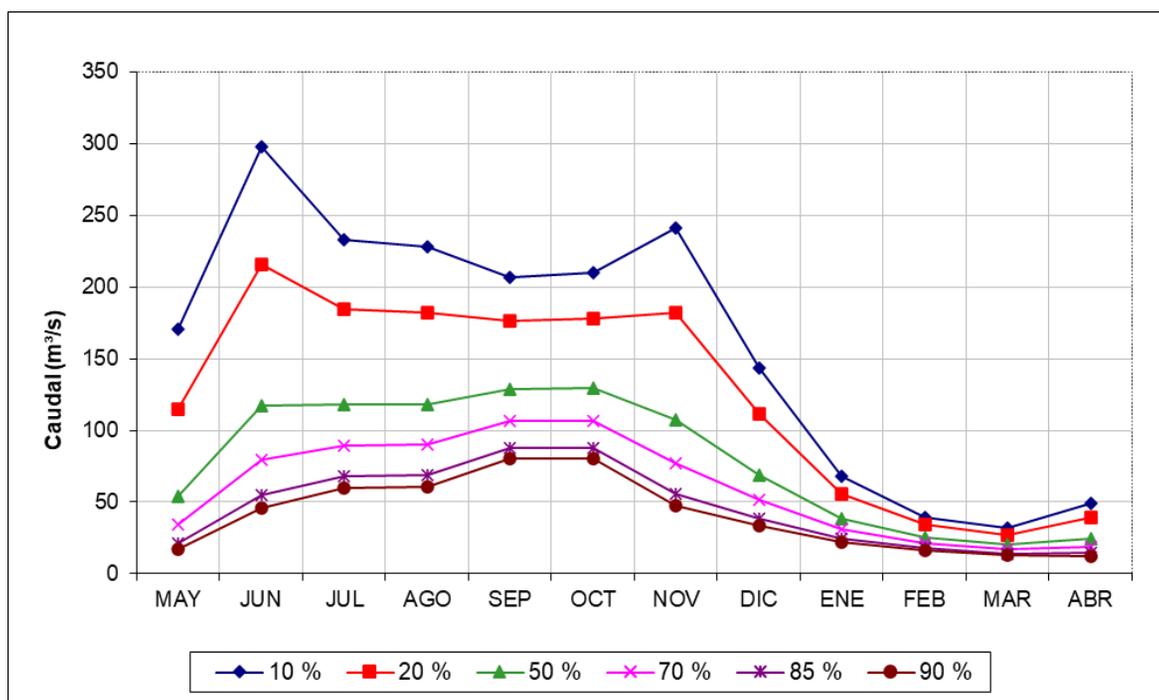


Figura 10.1-5. Curvas Variación Estacional Caudales medios mensuales, estación Río Ñuble en San Fabián, 1989/90 - 2019/20

Fuente: Elaboración propia.

10.1.2.4 Caudales Medios en Cuencas Intermedias

Para efectos de la caracterización del sector de estudio y la modelación del mismo, en el presente acápite se presenta una estimación de los caudales medios mensuales en las tres principales cuencas intermedias, en términos del sistema de riego, que existen entre las estaciones Ñuble en La Punilla y Ñuble en San Fabián, específicamente entre el embalse y la ubicación de la primera bocatoma de riego. En la Figura 10.1-6 se presenta un esquema del sistema de cuencas intermedias.

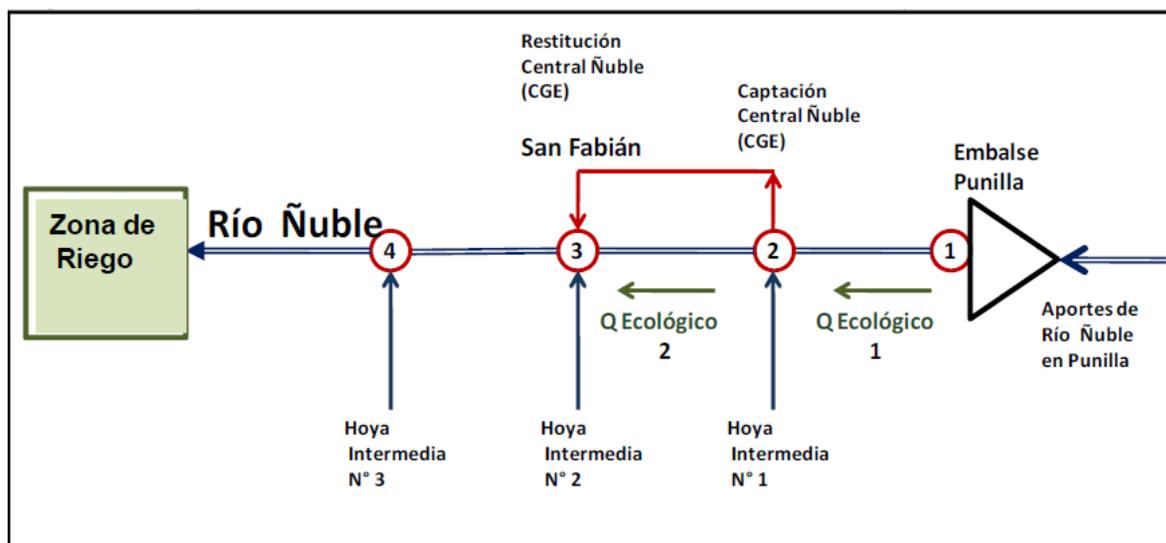


Figura 10.1-6. Esquema del Sistema de Recursos Hídricos del río Ñuble - Proyecto Embalse La Punilla

Fuente: Estudio de Arrau Ingeniería, 2014.

Para la elaboración de las series de caudales medios mensuales de estas tres cuencas intermedias, se procedió a aplicar la misma metodología utilizada en el estudio hidrológico de EDIC 2001, citado por el estudio de referencia de la DOH, antes mencionado, de tal forma que la actualización de estas series sea homogénea con relación a las determinaciones realizadas en estudios anteriores.

La base de este análisis supone calcular un rendimiento de la cuenca existente entre las estaciones de Ñuble en La Punilla y Ñuble en San Fabián. Este rendimiento (RE) se calcula mediante la siguiente expresión:

$$R_E = \frac{Q_{mm}^{SF} - Q_{mm}^{LP}}{A_{SF} - A_{LP}} \left(\frac{m^3/s}{km^2} \right)$$

Así, los caudales medios mensuales de cada una de las cuencas intermedias se determinaron con la siguiente expresión:

$$Q_{mm}^{CI} = A_i * R_E \left(m^3/s \right)$$

En estas dos expresiones se tiene que:

R_E : Rend. específico cca. intermedia entre Ñuble en Punilla y Ñuble en San Fabián ($m^3/s/km^2$)

Q_{mm}^{SF} : Caudal medio mensual Ñuble en San Fabián (m^3/s)

Q_{mm}^{LP} : Caudal medio mensual Ñuble en La Punilla (m^3/s)

A_{SF} : Área cuenca estación Ñuble en San Fabián (km^2)

A_{LP} : Área cuenca estación Ñuble en La Punilla (km^2)

Q_{mm}^{CI} : Caudales medios mensuales de cuencas intermedias 1, 2 y 3 (m^3/s)

A_i : Áreas cuencas intermedias 1, 2 y 3 (km^2)

Luego, en la tabla siguiente se presentan las principales características de las cuencas intermedias, para el cálculo de los caudales aportantes de cada una de ellas, destacándose que por su ubicación entre los puntos de captación y restitución de la central Ñuble, el estero Lara se ubica en la cuenca intermedia 2. Por su parte, en la Figura 10.1-7 se presenta la delimitación de las cuencas intermedias y los puntos característicos que las separan.

Tabla 10.1-11 Características Cuencas Intermedias Aportantes

Punto	Coord. Este (m)	Coord. Norte (m)	Área aportante (km ²)	Comentario
Muro embalse-Ñuble en Punilla	293.181	5.940.730	1.253,6	Inicio de cuenca intermedia 1
Captación central Ñuble	285.900	5.941.530	1.476,6	Inicio de cuenca intermedia 2
Restitución central Ñuble	273.371	5.948.940	1.653,2	Inicio de cuenca intermedia 3
Primera bocatoma regantes San Carlos	260.501	5.954.500	1.837,0	Fin cuenca intermedia 3

Fuente: Elaboración propia.

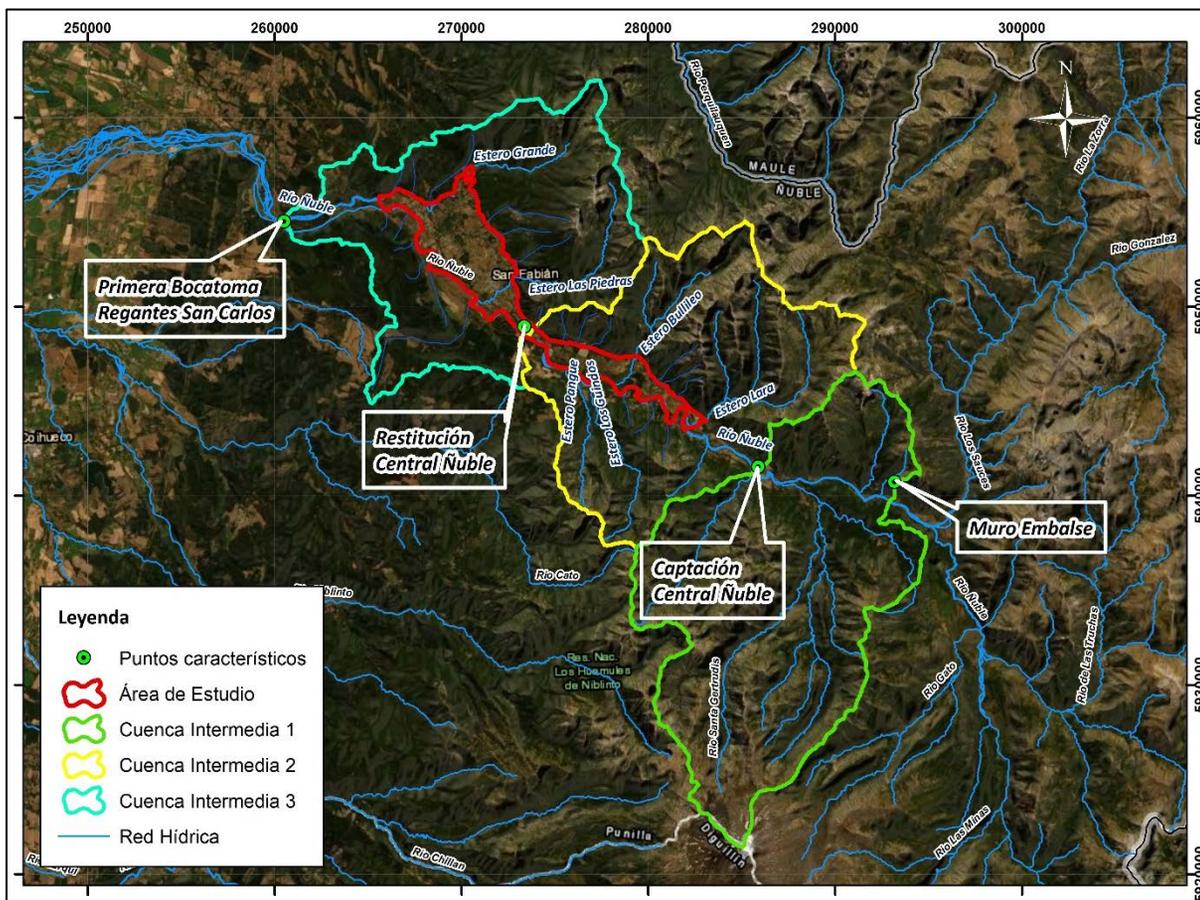


Figura 10.1-7. Cuencas intermedias del Sistema de Recursos Hídricos del río Ñuble - Proyecto Embalse Punilla

Fuente: Elaboración propia

Finalmente, la información de los caudales medios aportantes de las cuencas intermedias para la zona entre Río Ñuble en La Punilla y Río Ñuble en San Fabián, en términos de caudal medio mensual y anual, se presenta en la Tabla 10.1-12. Por su parte, el detalle mes a mes de los caudales medios en las cuencas intermedias se muestra en el Anexo 10.1-6.

Tabla 10.1-12 Caudal medio mensual y anual (m³/s), cuencas intermedias período 1989/90 - 2019/20

Estación	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	Anual
Cuenca Intermedia 1	14,6	30,2	27,2	25,6	23,4	18,9	13,3	7,3	3,5	2,3	2,1	3,7	14,4
Cuenca Intermedia 2	11,6	23,9	21,5	20,2	18,6	15,0	10,6	5,7	2,8	1,9	1,6	3,0	11,4
Cuenca Intermedia 3	12,1	24,9	22,4	21,1	19,3	15,6	11,0	6,0	2,9	1,9	1,7	3,1	11,8

Fuente: Elaboración propia.

10.1.2.5 Caudales Máximos Diarios

A partir de las series de caudales medios diarios generadas, según lo indicado previamente para las estaciones fluviométricas de estudio, se obtuvieron las series de caudales medios diarios máximos anuales para el período de 31 años hidrológicos desde 1989/90 a 2019/20.

Los caudales medios diarios máximos se transformaron en caudales máximos instantáneos mediante el factor de conversión 1,45 recomendado por la DGA en el Manual de Cálculo de Crecidas y Caudales Mínimos en Cuencas sin Información Fluviométrica (DGA, 1995), para la cuenca del río Maule. En la Tabla 10.1-13 se muestran los caudales máximos instantáneos anuales de las estaciones fluviométricas de estudio.

A cada una de las series de caudales máximos instantáneos anuales se les sometió a análisis de frecuencia con el objeto de determinar valores de caudales máximos para distintos períodos de retorno. Los resultados de los análisis de frecuencia se presentan en la Tabla 10.1-14, para los períodos de retorno de 10, 50, 100 y 200 años.

Tabla 10.1-13 Series de Caudales Máximo instantáneos anuales (m³/s)

Año	Río Cato en Puente Cato	Río Sauces antes junta con Ñuble	Río Ñuble en La Punilla	Río Ñuble en San Fabián
1989/90	413,3	112,2	278,4	582,9
1990/91	221,9	210,3	578,6	823,6
1991/92	1.213,7	809,1	2.500,0	3.594,6
1992/93	1.083,2	343,7	877,4	1.261,5
1993/94	1.254,3	781,6	2.318,6	2.985,6
1994/95	1.247,0	526,4	1.843,0	2.112,7
1995/96	710,5	262,5	626,4	1.016,5
1996/97	303,1	311,8	727,9	997,6
1997/98	833,8	369,8	1.028,1	1.611,0
1998/99	127,2	61,5	115,3	139,8
1999/00	543,8	179,8	343,7	472,7
2000/01	1.234,0	532,2	1.255,7	2.159,4
2001/02	1.181,8	668,5	1.684,9	2.112,7
2002/03	967,2	674,3	1.467,4	1.886,5
2003/04	504,6	577,1	1.628,4	1.959,0
2004/05	326,3	266,8	553,9	704,7
2005/06	810,6	526,4	1.055,6	1.428,3
2006/07	2.673,8	800,4	1.924,2	2.599,9
2007/08	301,6	158,1	329,2	645,3
2008/09	1.032,4	800,4	1.854,6	2.307,0
2009/10	552,5	361,1	545,2	920,8
2010/11	271,2	102,5	190,0	310,3
2011/12	735,2	272,6	474,2	849,7
2012/13	448,1	461,1	917,9	1.274,6
2013/14	446,6	313,2	593,1	823,6
2014/15	778,7	432,0	947,7	1.362,6
2015/16	587,3	485,8	833,8	1.238,3
2016/17	166,8	135,4	227,7	387,2
2017/18	520,6	144,4	285,7	452,4
2018/19	291,5	194,3	330,6	524,9
2019/20	449,5	136,3	285,4	410,4
Promedio	717,1	387,4	923,3	1.288,9
Desv. Est.	506,3	232,3	669,6	856,2
Min	127,2	61,5	115,3	139,8
Max	2.673,8	809,1	2.500,0	3.594,6

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 10.1–14 Resultados Análisis de Frecuencia Caudales máximos instantáneos (m³/s)

Estación	Altitud (msnm)	Período de retorno (Años)				Distribución Mejor Ajuste
		10	50	100	200	
Río Cato en Puente Cato	123	1.393,7	2.089,3	2.377,1	2.660,3	Gamma
Río Sauces antes junta con Ñuble	620	750.6	1.100,0	1247.6	1394.8	Gumbel
Río Ñuble en La Punilla	635	1970.2	2.977,1	3402.8	3826.9	Gumbel
Río Ñuble en San Fabián	450	2627.5	3.915,0	4459.2	5001.6	Gumbel

Fuente: Elaboración propia.

10.1.3 Temperatura

El objetivo del estudio de temperaturas es caracterizar el área de a través de los resultados de temperaturas medias mensuales y anuales, para ser utilizados en los balances hídricos a realizar en cada sector en el área de estudio.

En el área cercana a San Fabián, zona sur de la Región del Maule y Región del Ñuble, existen registros de temperaturas en 5 estaciones meteorológicas de la DGA (ver acápite 3.4), para las que se obtuvo las temperaturas medias mensuales en el período hidrológico de 31 años entre 1989/90 y 2019/20, coincidente con los estudios de pluviometría y fluviometría.

De las estaciones con información de temperaturas, Diguillín es la única que presenta un período completo de estadística, por lo que fue utilizada como estación patrón para el relleno de las demás estaciones.

10.1.3.1 Temperaturas Medias Mensuales y Anuales

La información de las estaciones utilizadas para la zona de estudio, en términos de temperatura media mensual y anual, se presenta en la Tabla 10.1–15. Por su parte, el detalle mes a mes de las temperaturas medias en las estaciones se muestra en el Anexo 10.1–7. De la Tabla 10.1–15 se desprende que las temperaturas son máximas en los meses entre noviembre y febrero y mínimas entre mayo y agosto. En la Figura 10.1–8 se presenta la variación de temperaturas medias mensuales en las estaciones de estudio.

Con un objetivo de validación, los valores de temperaturas medias anuales encontrados, se compararon con los de las líneas de isotermas obtenidas en la actualización del Balance Hídrico Nacional de la DGA (2017), las cuales se presentan en la Figura 10.1-9 junto con los resultados de las estaciones de estudio. En la figura se observa que, en el sector desde el límite del área de estudio hacia aguas abajo, los valores encontrados son similares a los entregados por el Balance Hídrico Nacional, mientras que en la zona hacia aguas arriba del área de estudio los resultados son mayores a los del Balance. Esto último, muy probablemente debido a la acción del cambio climático que, estos últimos años, se ha hecho sentir en la zona precordillerana del valle de Ñuble.

Tabla 10.1 - 15 Temperatura media mensual y anual (°C), estaciones de estudio período 1989/90 - 2019/20

Estación	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	Anual
Parral	10,8	9,0	8,2	9,5	11,4	13,6	16,6	19,1	21,4	20,7	18,3	14,2	14,4
Digua Embalse	9,3	7,3	6,6	8,1	10,2	12,3	15,2	18,0	20,0	19,4	16,9	12,5	13,0
Coihueco Embalse	9,6	8,4	7,7	9,2	11,1	12,8	15,2	18,2	20,2	19,2	16,8	12,4	13,4
Caracol	9,9	7,6	7,1	8,5	10,5	12,3	14,4	16,9	19,2	18,7	16,7	12,7	12,9
Diguilín	9,6	7,6	6,8	7,7	9,1	10,7	13,4	16,0	18,5	18,2	16,2	12,5	12,2

Fuente: Elaboración propia.

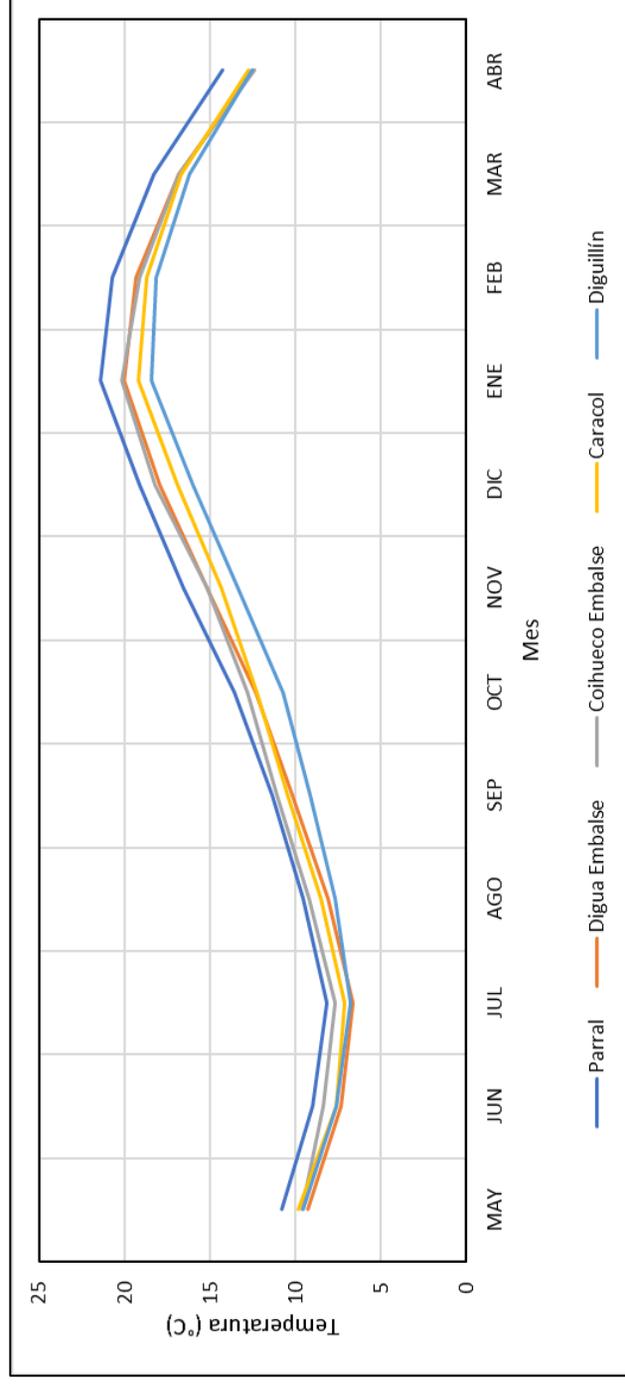


Figura 10.1 - 8. Temperaturas medias mensuales por estación

Fuente: Elaboración propia.

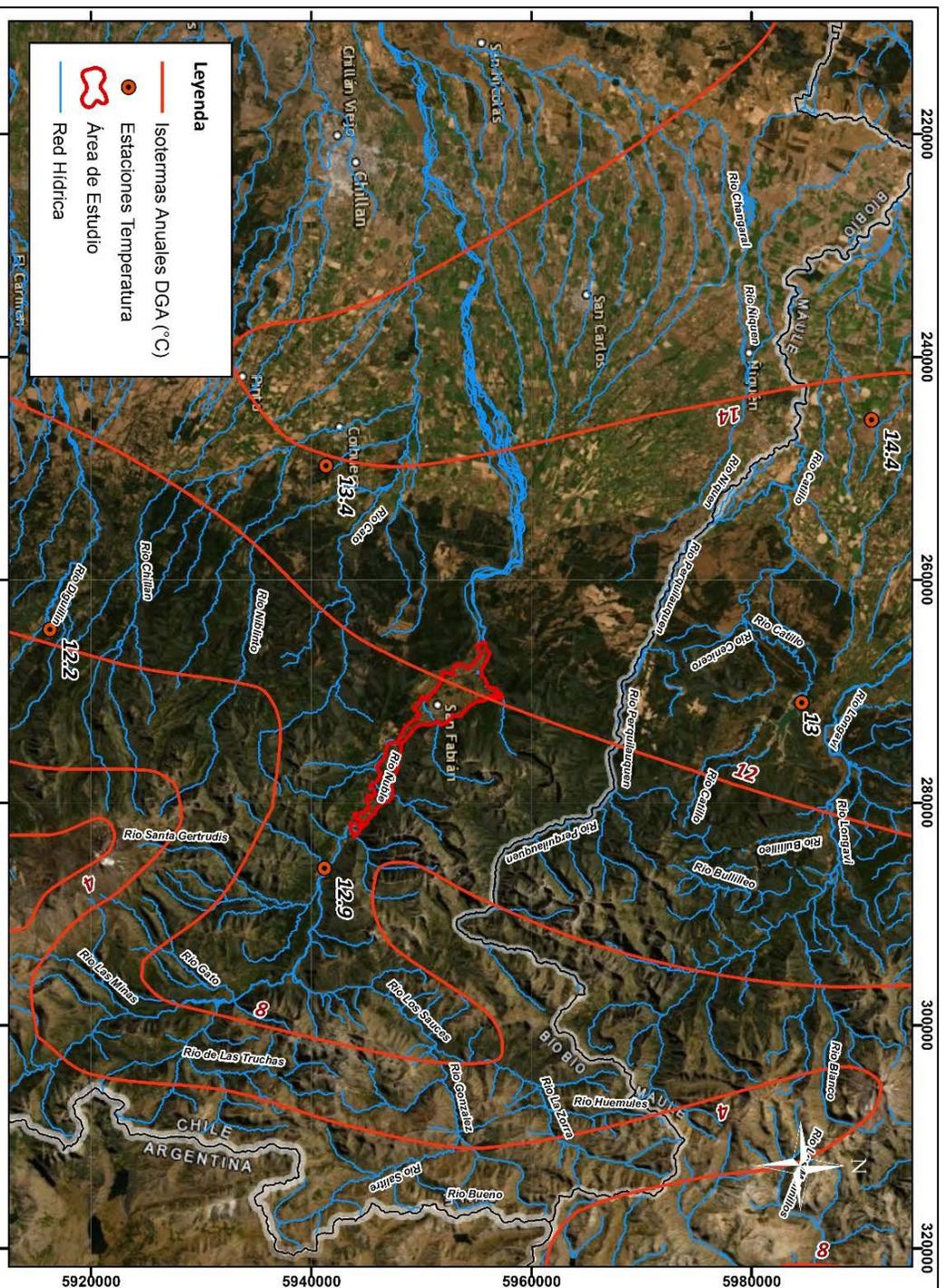


Figura 10.1-9. Isotermas de temperatura anual, Actualización Balance Hídrico Nacional (DGA, 2017)

Fuente: Elaboración propia

10.1.4 Evaporación

El objetivo de esta parte del estudio es caracterizar el área de a través de los resultados de evaporación media mensual y anual, para ser utilizados en los balances hídricos realizados en cada sector en que se requiera.

En el área en torno a San Fabián, zona sur de la Región del Maule y Región del Ñuble, existen registros de evaporación en 6 estaciones meteorológicas de la DGA (ver capítulo 3.4).

De las estaciones con información de evaporación, Diguillín es la que presenta un período mayor de estadística.

10.1.4.1 Evaporación media mensual y anual

La información de las estaciones utilizadas para la zona de estudio, en términos de evaporación media mensual y anual, se presenta en la Tabla 10.1-16. Por su parte, el detalle por mes en las estaciones se muestra en el Anexo 10.1-8. De la Tabla 10.1-16 se desprende que la evaporación es máxima en los meses entre noviembre y febrero y mínimas entre mayo y agosto, por efectos de la variación en la temperatura. En la Figura 10.1-10 se muestra la variación de la evaporación media mensual en las estaciones de estudio. Cabe mencionar que los valores encontrados de evaporación anual se encuentran por debajo de los presentados por la Actualización del Balance Hídrico Nacional (2017), en sus isolíneas de Evaporación de Tanque, como se aprecia en la Figura 10.1-11.

Tabla 10.1 - 16 Evaporación media mensual y anual (mm), estaciones de estudio

Estación	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	Annual
Parral	27,0	17,3	18,7	31,1	60,7	99,2	155,5	215,8	244,5	179,6	136,7	63,8	1249,8
Digua Embalse	21,9	17,1	16,3	26,2	49,8	86,4	126,0	180,0	202,7	160,7	108,6	45,2	1040,8
Bullileo Embalse	36,7	27,1	29,1	37,9	52,0	69,9	100,3	137,1	156,1	130,4	107,4	61,0	944,9
Coinhuco Embalse	21,0	11,1	13,6	26,7	50,0	75,9	115,4	168,1	193,8	156,5	117,1	54,5	1003,7
Caracol	51,4	39,6	47,0	52,8	62,7	75,0	103,2	129,6	147,4	125,1	114,5	73,4	1021,5
Diguillín	18,4	11,1	12,5	22,4	44,1	67,3	97,1	137,5	174,3	147,2	103,8	46,1	881,8

Fuente: Elaboración propia.

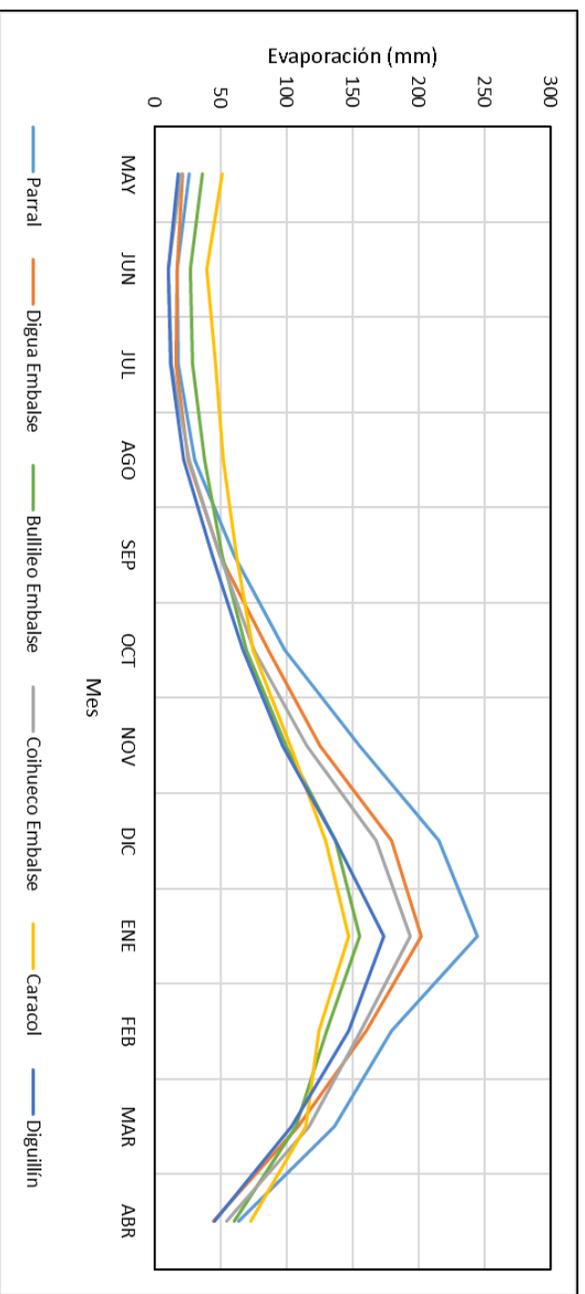


Figura 10.1 - 10. Evaporación media mensual por estación

Fuente: Elaboración propia.

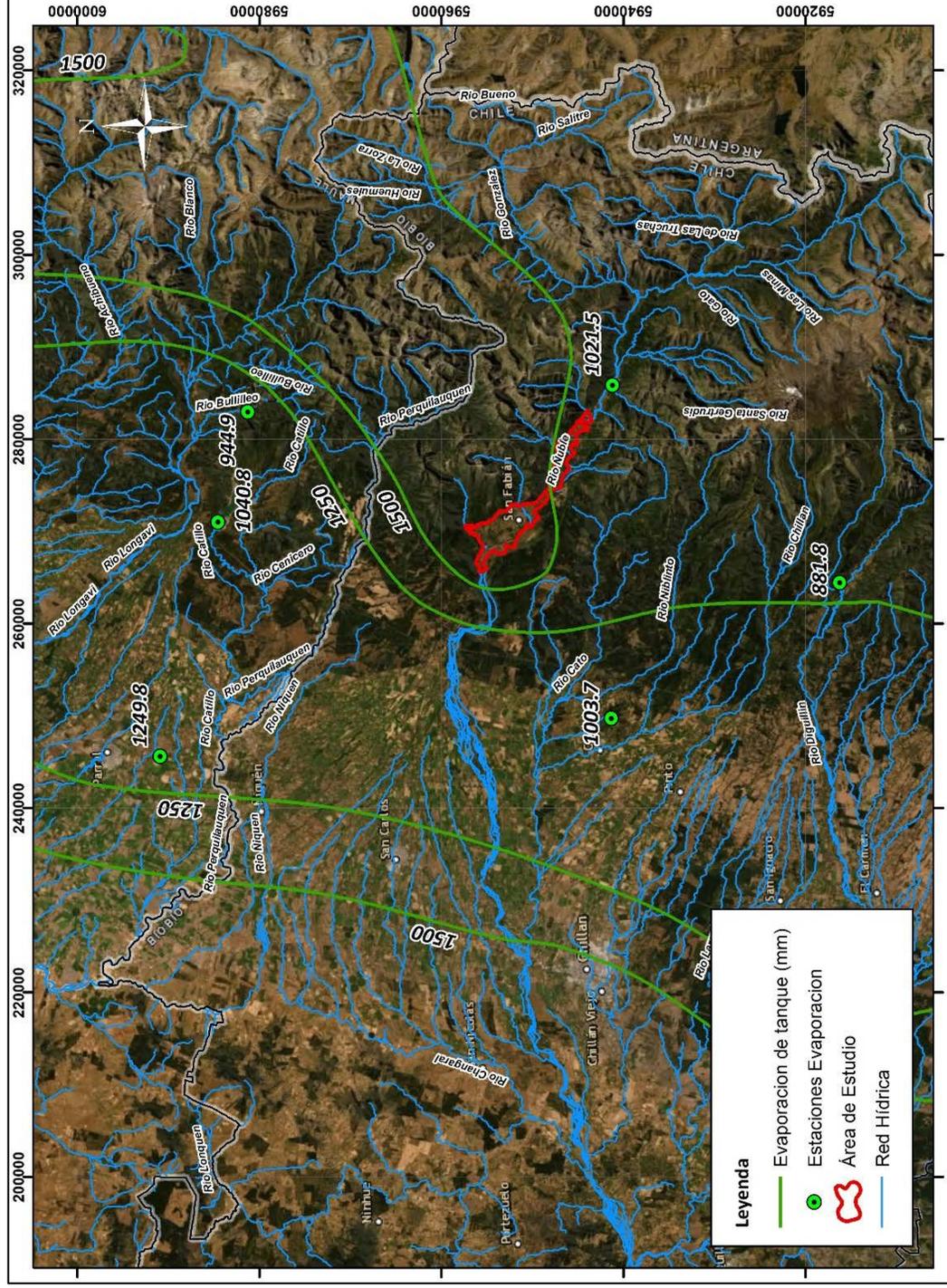


Figura 10.1-11. Isolíneas de evaporación de tanque anual, Actualización Balance Hídrico Nacional (DGA, 2017)

Fuente: Elaboración propia

10.1.5 Caracterización Cuencas Aportantes al Área de Estudio

Se realizó una caracterización de las cuencas y subcuencas aportantes al área del proyecto, con el objetivo de generar la información de cada una de ellas que permita evaluar los caudales que pudieran aportar al área de estudio, para ser consideradas como posibles fuentes de agua para algunos proyectos de riego. En particular, las cuencas de los esteros Bullileo y Las Piedras, como fuentes de agua adicionales al estero Grande para el embalse San Fabián, resultan particularmente importantes, al igual que el estero Lara.

En primer término, se efectuó una revisión referencial de la cobertura de suelo en el sector de las cuencas de estudio. Para ello, se utilizó la información de la plataforma CAMELS-CL, desarrollada por el Centro de Ciencia del Clima y Resiliencia, (CR)2, de la Universidad de Chile, desde la cual se obtiene que en el sector de las cuencas aportantes al área de estudio, la cobertura de suelo es predominantemente de matorrales, siendo esta cobertura de aproximadamente un 50%, seguida de la presencia de bosque nativo en poco más de un 20%, luego se tiene una cobertura de tipo suelo estéril en poco menos de 20%, mientras el suelo restante está catalogado como "otro".

Luego, se realizó una caracterización década una de las cuencas y subcuencas, las que alcanzan un total de 29.

10.1.5.1 Parámetros de las Cuencas de Estudio

Para cada cuenca de estudio se procesó la topografía del área de interés, obtenida a partir de Modelos Digitales de Elevación (DEM) de alta resolución. Específicamente se utilizó la información del ALOS PALSAR DEM, el cual es un DEM de libre acceso a través de una plataforma de la NASA, y que cuenta con una resolución espacial de 12,5 m por celda, lo que corresponde a una buena aproximación de la topografía de los sectores de interés.

Se delimitó la cuenca de aporte a cada punto de evaluación definido, a través del software WMS, a partir del cual se calcularon los principales parámetros de las cuencas, correspondientes al área aportante, elevaciones características, pendiente y largo del cauce principal.

En la Tabla 3.4-9 del acápite 3.4 se muestran los principales parámetros para las cuencas aportantes al área del proyecto. Por su parte, en la Figura 3.4-6 del mismo capítulo se presenta la ubicación de las cuencas.

10.1.5.2 Caudales Medios Mensuales de Subcuencas Aportantes

A objeto de estimar los recursos hídricos disponibles para la evaluación de alternativas de obras para el abastecimiento de riego en el sector 6 (según subdivisión del proyecto embalse La Punilla), se desarrolló un modelo hidrológico en la plataforma WEAP. En lo que sigue, se presentan los resultados finales de caudales medios mensuales y curvas de variación estacional para las subcuencas aportantes, obtenidos de la modelación mediante WEAP de estas cuencas, mientras que el detalle del modelo (elaboración del modelo hídrico y su calibración para el período histórico) se presenta en el acápite 10.5, específico del Modelo Hídrico. Por su parte, las series completas de caudales medios mensuales para las subcuencas aportantes se presentan en el Anexo 10.1-9.

Para efectos de la modelación hídrica se definieron 31 cuencas aportantes (29 subcuencas más dos mayores por el río Ñuble aguas arriba de San Fabián), cuyo comportamiento influye en el análisis de la disponibilidad de aguas en el sector. Sus ubicaciones se muestran en la Figura 10.1-12.

Así, en la zona alta se definieron: la subcuenca del río Ñuble que aporta directamente al embalse La Punilla, delimitada por la estación fluviométrica Río Ñuble en La Punilla (subcuenca C_01), la subcuenca cuyo inicio es la subcuenca anterior y su punto de salida coincide con la captación del derecho de la Central de Hidroñuble (subcuenca C_01a), mientras que la subcuenca C_02a corresponde a la definida entre la captación mencionada y el inicio del área de estudio, por el río Ñuble. Las subcuencas de la C_02 a la C_29 corresponden a las definidas anteriormente.

Con los datos obtenidos de los caudales medios mensuales para las subcuencas aportantes, se realizó un análisis de frecuencia con las distribuciones de probabilidades Normal, Log-

Normal, Pearson III, Log-Pearson III, Gumbel y Gamma, asociado a las probabilidades de excedencia de 10, 20, 50, 70, 85 y 90%.

Los resultados de los análisis de frecuencia realizados, para la distribución de probabilidad Log-Normal, la de mejor ajuste, se presentan en el Anexo 10.1-10, al igual que las figuras con las curvas de variación estacional resultantes. Como ejemplo, la Tabla 10.1-17 a Tabla 10.1-22 y Figura 10.1-13 a Figura 10.1-18, muestran los resultados para las subcuencas más importantes, que corresponden a la cuenca intermedia del río Ñuble entre la captación de la central de Hidroñuble hasta San Fabián (C_01a), estero Lara (C_02), estero Bullileo (C_06), estero Las Piedras (C_11), estero Melozal (C_14) y estero Grande (C-15). Debe recordarse que la misma información, de la cuenca C_01, asociada a la estación Río Ñuble en La Punilla, se presentó en el acápite 10.1.2 de Fluvimetría).

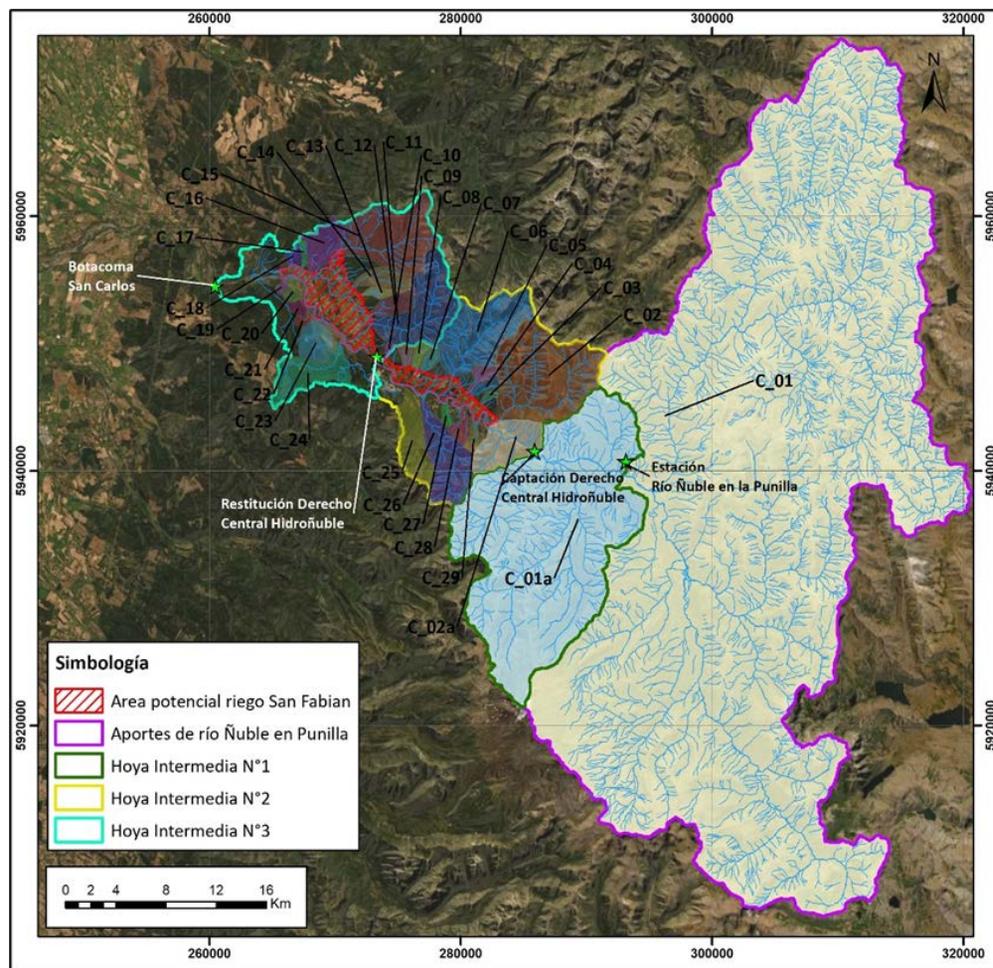


Figura 10.1-12. Subcuencas aportantes al modelo hídrico

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 10.1-17 Análisis de Frecuencia Caudales Medios Mensuales (m³/s), Subcuenca C_01a

Pexc (%)	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr
10	62,234	93,001	62,814	62,053	43,506	24,393	11,379	8,393	3,343	2,988	2,720	9,167
20	31,640	63,159	47,842	48,199	32,545	18,813	9,080	6,289	2,729	2,359	2,000	5,768
50	8,674	30,126	28,419	29,726	18,677	11,446	5,896	3,621	1,851	1,501	1,110	2,378
70	3,873	18,994	20,543	21,996	13,214	8,399	4,505	2,567	1,453	1,132	0,770	1,369
85	1,762	12,106	14,964	16,392	9,425	6,207	3,464	1,835	1,147	0,860	0,538	0,799
90	1,209	9,758	12,858	14,239	8,018	5,371	3,055	1,562	1,024	0,754	0,453	0,617

Fuente: Elaboración propia.

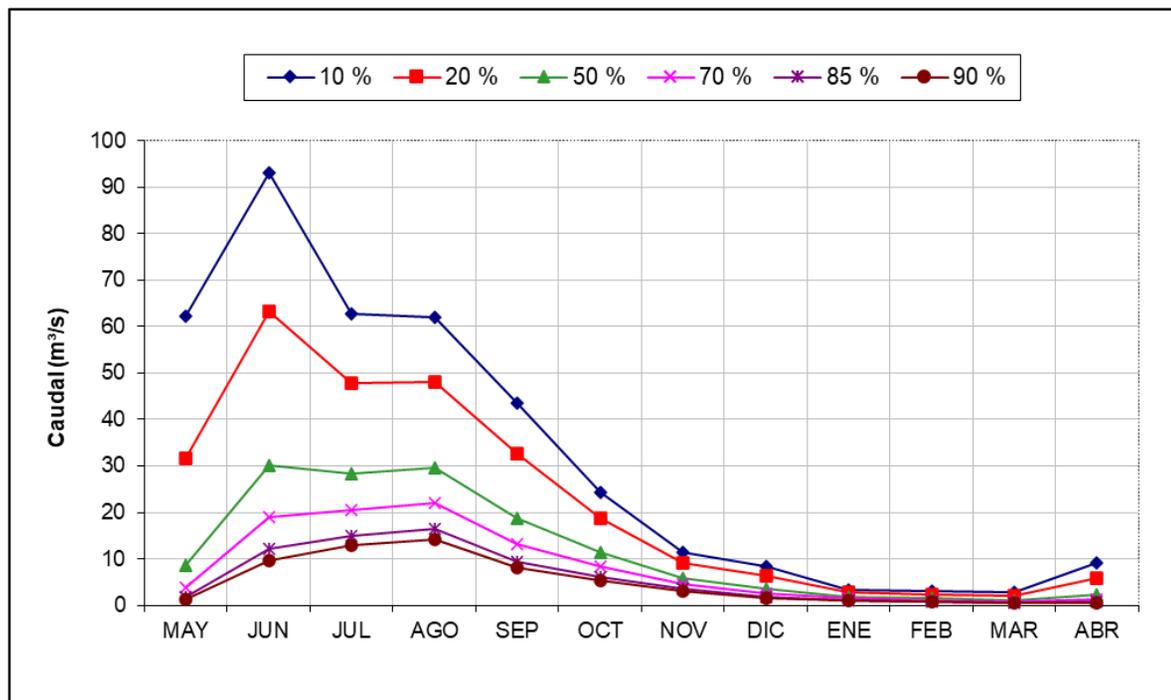


Figura 10.1-13. Curvas Variación Estacional Caudales medios mensuales, Subcuenca C_01a

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 10.1-18 Análisis de Frecuencia Caudales medios mensuales (m³/s), Subcuenca C_02 (estero Lara)

Pexc (%)	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr
10	16,691	22,263	14,885	15,206	10,622	6,024	2,880	2,214	0,907	0,866	0,799	2,642
20	8,555	15,379	11,384	11,762	7,939	4,644	2,299	1,661	0,746	0,687	0,593	1,691
50	2,382	7,578	6,817	7,196	4,549	2,824	1,493	0,958	0,513	0,442	0,336	0,721
70	1,074	4,876	4,952	5,298	3,215	2,071	1,141	0,680	0,406	0,335	0,236	0,424
85	0,493	3,170	3,625	3,929	2,291	1,530	0,878	0,486	0,323	0,256	0,167	0,252
90	0,340	2,580	3,122	3,405	1,948	1,324	0,774	0,414	0,290	0,225	0,141	0,197

Fuente: Elaboración propia.

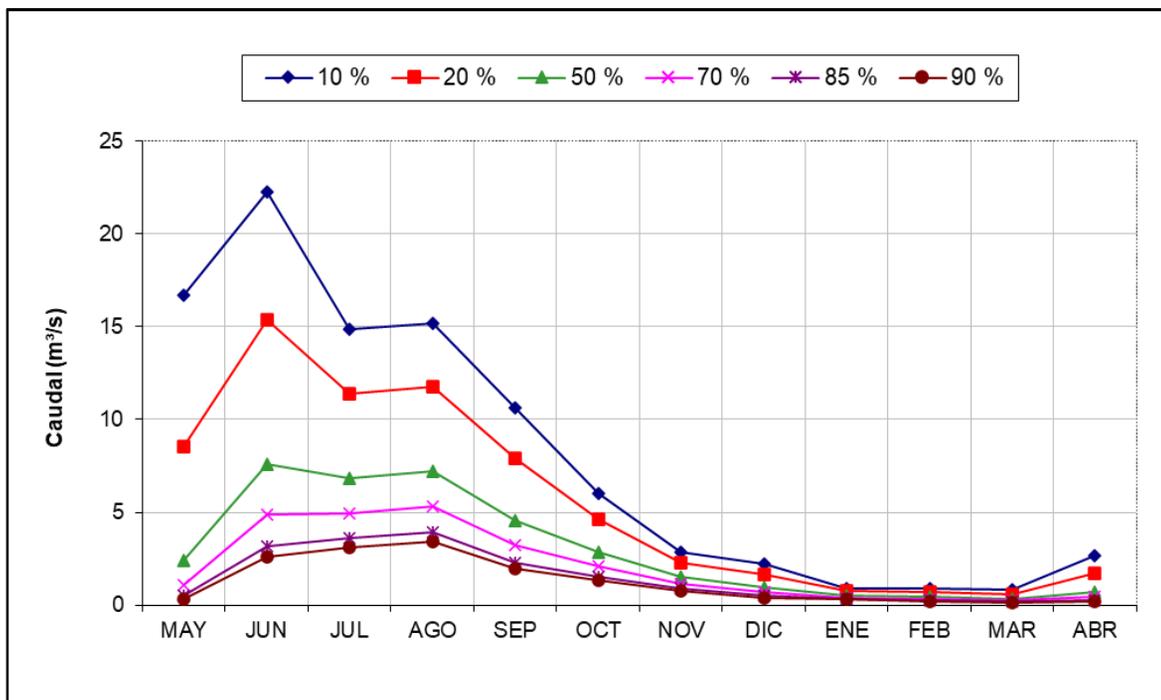


Figura 10.1-14. Curvas Variación Estacional Caudales medios mensuales, Subcuenca C_02 (estero Lara)

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 10.1-19 Análisis de Frecuencia Caudales medios mensuales (m³/s), Subcuenca C_06 (estero Bullileo)

Pexc (%)	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr
10	8,875	12,634	8,652	8,335	5,921	3,387	1,624	1,226	0,510	0,472	0,430	1,359
20	4,542	8,627	6,615	6,506	4,445	2,624	1,303	0,928	0,421	0,377	0,322	0,879
50	1,261	4,159	3,959	4,051	2,569	1,611	0,856	0,545	0,292	0,245	0,185	0,382
70	0,567	2,640	2,875	3,015	1,825	1,189	0,658	0,391	0,232	0,188	0,131	0,227
85	0,260	1,693	2,104	2,260	1,307	0,884	0,510	0,283	0,186	0,145	0,093	0,137
90	0,179	1,369	1,812	1,969	1,114	0,767	0,451	0,242	0,167	0,128	0,079	0,107

Fuente: Elaboración propia.

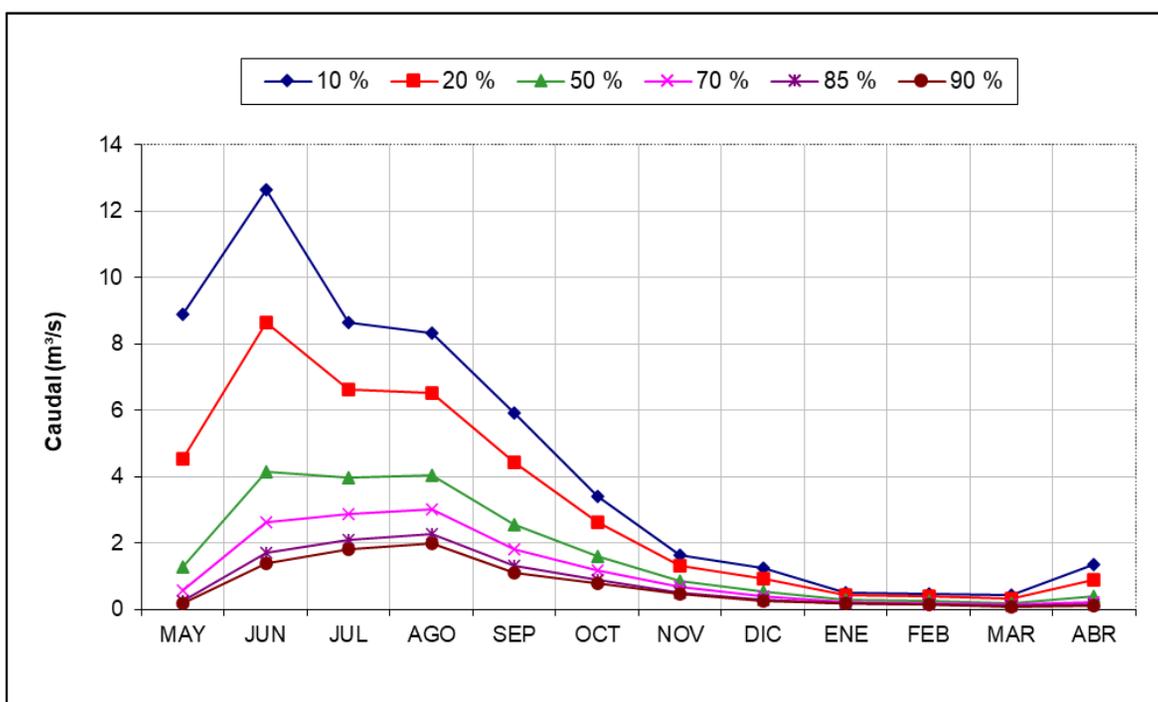


Figura 10.1-15. Curvas Variación Estacional Caudales medios mensuales, Subcuenca C_06 (estero Bullileo)

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 10.1-20 Análisis de Frecuencia Caudales medios mensuales (m³/s), Subcuenca C_11 (estero Las Piedras)

Pexc (%)	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr
10	7,021	10,219	7,103	6,728	4,810	2,754	1,324	0,992	0,416	0,380	0,344	1,061
20	3,593	6,950	5,424	5,267	3,617	2,140	1,066	0,754	0,344	0,305	0,259	0,690
50	0,997	3,324	3,237	3,297	2,096	1,320	0,704	0,447	0,240	0,200	0,150	0,303
70	0,449	2,100	2,347	2,463	1,493	0,977	0,544	0,323	0,191	0,154	0,107	0,182
85	0,206	1,341	1,715	1,852	1,071	0,728	0,422	0,235	0,154	0,119	0,077	0,110
90	0,142	1,081	1,475	1,616	0,914	0,633	0,374	0,201	0,138	0,105	0,065	0,087

Fuente: Elaboración propia.

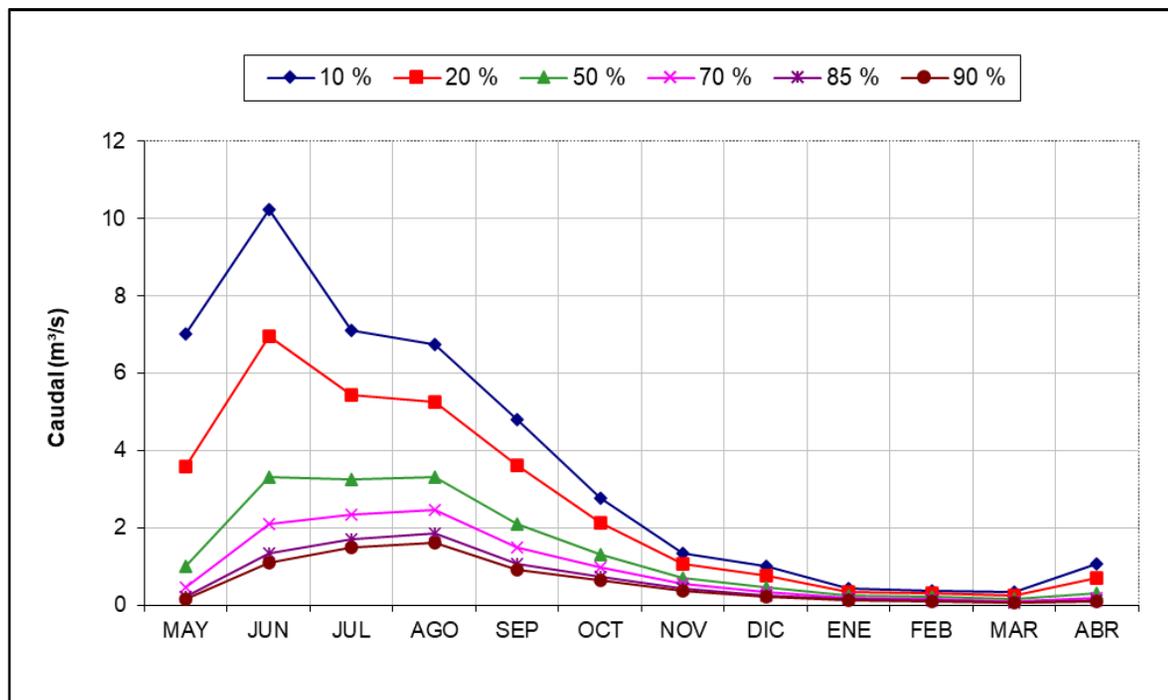


Figura 10.1-16. Curvas Variación Estacional Caudales medios mensuales, Subcuenca C_11 (estero Las Piedras)

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 10.1-21 Análisis de Frecuencia Caudales medios mensuales (m³/s), Subcuenca C_14 (estero Melozal)

Pexc (%)	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr
10	1,121	1,827	1,345	1,246	0,901	0,516	0,251	0,180	0,079	0,068	0,059	0,162
20	0,575	1,218	1,018	0,980	0,682	0,406	0,205	0,140	0,066	0,055	0,045	0,108
50	0,160	0,561	0,597	0,619	0,401	0,256	0,139	0,087	0,047	0,037	0,027	0,050
70	0,072	0,346	0,429	0,465	0,288	0,192	0,109	0,064	0,038	0,029	0,020	0,031
85	0,033	0,216	0,310	0,351	0,208	0,145	0,086	0,048	0,031	0,023	0,015	0,020
90	0,023	0,172	0,265	0,307	0,178	0,127	0,077	0,042	0,028	0,021	0,013	0,016

Fuente: Elaboración propia.

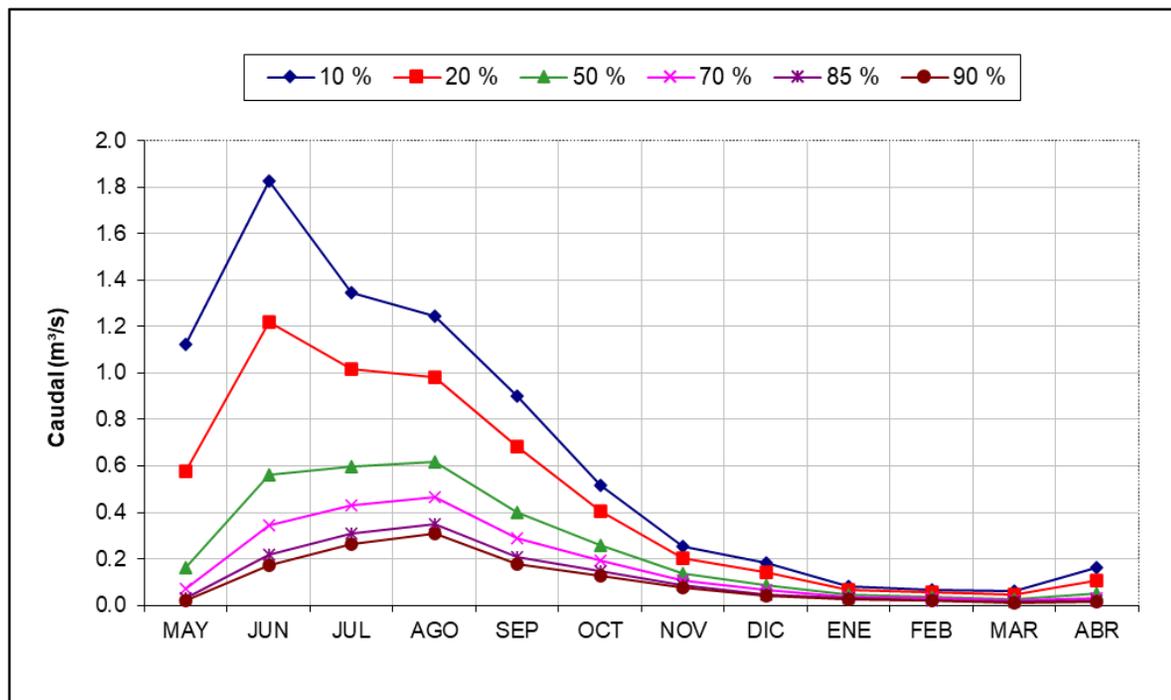


Figura 10.1-17. Curvas Variación Estacional Caudales medios mensuales, Subcuenca C_14 (estero Melozal)

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 10.1-22 Análisis de Frecuencia Caudales medios mensuales (m³/s), Subcuenca C_15 (estero Grande)

Pexc (%)	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr
10	6,884	10,524	7,525	6,945	5,025	2,878	1,389	1,022	0,436	0,388	0,346	1,016
20	3,523	7,096	5,720	5,466	3,789	2,247	1,125	0,785	0,362	0,313	0,262	0,669
50	0,978	3,339	3,384	3,457	2,208	1,399	0,752	0,473	0,254	0,208	0,154	0,300
70	0,440	2,087	2,440	2,598	1,577	1,042	0,584	0,346	0,204	0,161	0,111	0,182
85	0,202	1,319	1,773	1,966	1,136	0,781	0,457	0,254	0,164	0,126	0,080	0,112
90	0,139	1,059	1,522	1,721	0,970	0,681	0,407	0,219	0,148	0,112	0,069	0,089

Fuente: Elaboración propia.

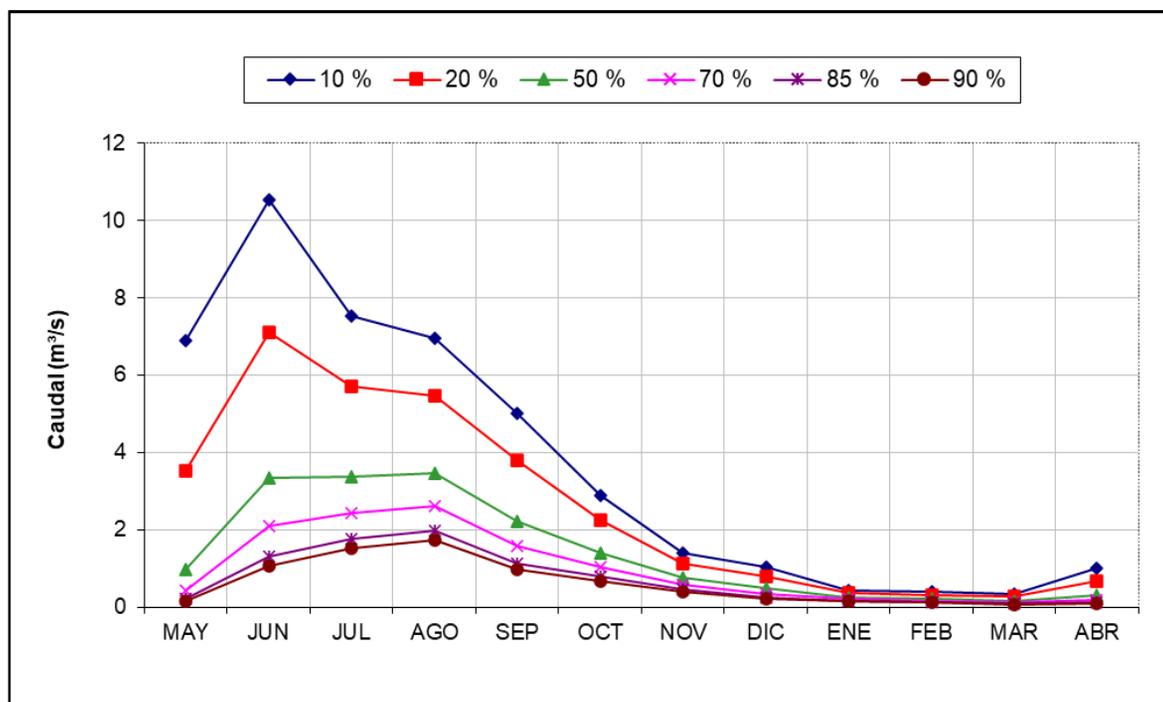


Figura 10.1-18. Curvas Variación Estacional Caudales medios mensuales, Subcuenca C_15 (estero Grande)

Fuente: Elaboración propia.

10.1.6 Efectos del Cambio Climático

Para la incorporación del efecto del cambio climático, se desarrolló una metodología en función de la revisión de la información sobre modelaciones disponible en la Plataforma de Simulaciones Climáticas del (CR)2 (Centro de Ciencia del Clima y Resiliencia). Esta Plataforma

de Simulaciones Climáticas es una herramienta en línea que permite visualizar datos climáticos, desarrollada por el Centro de Ciencia del Clima y Resiliencia (CR)2 y el Ministerio de Medio Ambiente (MMA).

Este análisis contempla la aplicación de una metodología basada en el escalamiento temporal y espacial de Modelos de Circulación Global (GCM, por sus siglas en inglés), los cuales contienen proyecciones meteorológicas a largo plazo a partir de distintos criterios denominados Trayectorias de Concentración Representativas (RCP, por sus siglas en inglés).

El cambio climático es un fenómeno global, que afecta de distintas maneras a los países y sectores geográficos, y hace referencia a una variación estadísticamente significativa tanto en el estado medio del clima como en su variabilidad, lo que se atribuye a la actividad humana. Para explicar el comportamiento de las variables atmosféricas y realizar proyecciones climáticas, diversas instituciones de investigación internacionales han desarrollado modelos climáticos de gran escala o GCMs (celdas de ~100-250 km de longitud), considerando distintos escenarios climáticos, los que se basan en la emisión de gases de efecto invernadero. Para utilizar dichas proyecciones climáticas en una escala local o regional, se realiza un proceso de reducción de escala (denominado escalamiento), con el fin de representar de mejor manera la climatología de una determinada región. Esto se realiza mediante el ajuste de la información del GCM con observaciones de las variables a analizar, en este caso, precipitación, caudal y temperatura, en un período de tiempo común, denominado línea base o período histórico.

Para lo anterior, se utiliza como base la metodología de selección de modelos GCM y de escalamiento propuesta en el proyecto Actualización del balance hídrico nacional (DGA, 2017), en el cual se consideran los principales fenómenos climáticos que influyen a la climatología de Chile.

En la Figura 10.1-19 se presenta un esquema conceptual con los pasos a seguir para obtener la estimación de cambio climático a escala local o regional.



Figura 10.1-19. Esquema conceptual metodología de cambio climático

Las estimaciones de cambio climático corresponden a las presentadas en el último reporte (AR5, 2013), del IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change), y siguen el protocolo CMIP (Coupled Model Intercomparison Project), el cual es una plataforma de cooperación internacional para generar experimentos coordinados con modelos globales de clima acoplados, que actualmente corresponde al CMIP5.

En este último reporte, AR5, se definieron 4 escenarios denominados “Trayectorias Representativas de Concentración” (RCP), que son caracterizadas como vías o trayectorias, ya que permiten obtener proyecciones de las concentraciones de emisión de gases de efecto invernadero siguiendo su trayectoria a través del tiempo. En la Tabla 10.1-23 se presentan los distintos escenarios RCP, los que se caracterizan por la magnitud de la variación en la forzante radiativa para el año 2100.

Tabla 10.1-23 Trayectorias Representativas de Concentración para Cambio Climático

Escenario	Forzante de Radiación [Wm ²]	Concentración [ppm]	Comportamiento
RCP 8.5	>8.5 en el año 2100	>1370 CO ₂ equivalente en 2100	En aumento
RCP 6.0	~6 una vez estabilizado después del año 2100	~850 CO ₂ equiv. (estabilización posterior al año 2100)	Estabilización sin aumentos radicales
RCP 4.5	~ 4.5 una vez estabilizado después del año 2100	~650 CO ₂ equiv. (estabilización posterior al año 2100)	Estabilización sin aumentos radicales
RCP 2.6	Radiación máxima de ~3 antes del año 2100 con descenso posterior	Concentración máxima de ~490 de CO ₂ equiv. Antes del año 2100, con descenso posterior	Valor máximo a mediados de siglo y posterior descenso

Fuente: Modificada de Moss et al., 2010.

Las distintas proyecciones de cambio climático global se realizan utilizando los escenarios de emisión de gases de efecto invernadero como información de entrada a los GCMs, los que entregan resultados de proyección respecto a variables climáticas. El primer punto que se debe analizar es la selección de modelos GCM, buscando que ellos logren representar de forma correcta la climatología del sector. Para esto, en el proyecto Actualización del balance hídrico nacional¹, se analizó la influencia en la climatología de las precipitaciones (observadas y estimadas mediante GCM), de la oscilación ENSO SST3.4 (fenómeno del niño, relacionado con el calentamiento de las aguas del océano Pacífico en las costas de Sudamérica) y de SAM (modulo anular del sur, que es una variabilidad atmosférica de baja frecuencia, definido por un cinturón de vientos del oeste, de baja presión, circundante a la Antártida), ya que el primero presenta altas correlaciones en la zona centro de Chile y el segundo en las zonas australes.

En el mismo trabajo, posteriormente, fue analizada la sensibilidad climática de cada uno de los modelos, definida como el cambio en la temperatura de equilibrio de un sistema en respuesta a emisiones de CO₂. De esta forma, un GCM con baja sensibilidad, experimenta bajas variaciones de temperatura frente a modificaciones en gases de efecto invernadero. En dicho trabajo fueron seleccionados 4 GCM, los que serán utilizados en el presente trabajo, como el promedio de sus resultados, los cuales se presentan a continuación:

- Sensibilidad baja extrema: CSIRO-Mk3-6-0
- Sensibilidad baja moderada: CCSM4
- Sensibilidad alta moderada: MIROC-ESM
- Sensibilidad alta extrema: IPSL-CM5A-LR

En base a las proyecciones realizadas, el escenario RCP 8.5 es el que más se asemeja al comportamiento observado de las emisiones de CO₂, por lo que se supone la “más realista”, además de ser el caso más desfavorable en cuanto a las emisiones de gases de efecto invernadero. De esta forma, el presente estudio utiliza el escenario RCP 8.5.

¹ DGA 2017, Actualización del Balance Hídrico Nacional, SIT N° 417, Ministerio de Obras Públicas, Dirección General de Aguas, División de Estudios y Planificación, Santiago, Chile, Realizado por: Universidad de Chile & Pontificia Universidad Católica de Chile.

De esta manera, para las variables hidrometeorológicas observadas en la zona de estudio, se generan series proyectadas asociadas a distintos períodos futuros para precipitación, caudal y temperatura, bajo Cambio Climático, para de esta forma estudiar los cambios en los recursos hídricos en el sector de estudio. El período futuro a estudiar corresponde específicamente a 50 años, el cual se dividió en 2 períodos de 25 años, correspondientes al Futuro Cercano, desde 2020/21 a 2044/45, y al Futuro Intermedio, desde 2045/46 a 2069/70.

10.1.6.1 Variación por Efectos del Cambio Climático en la Precipitación

Siguiendo la metodología para la incorporación del Cambio Climático antes detallada, se generan las variaciones en las series de precipitaciones mensuales futuras bajo efectos del cambio climático, para los períodos de futuro cercano (2020/21 - 2044/45) y futuro intermedio (2045/46 - 2069/70).

En la Tabla 10.1-24 y Tabla 10.1-25 se presentan los valores encontrados, en términos de precipitación media mensual y anual, para los períodos futuros. Por su parte, el detalle mes a mes de la precipitación futura en las estaciones se muestra en el Anexo 10.1-11.

De los resultados obtenidos se tiene que la distribución mensual de las precipitaciones se mantiene, respetando el régimen hidrológico principalmente pluvial existente en la zona. Por su parte, la precipitación anual promedio del total de las estaciones, corresponde a 1.399,7 mm/año, para el Futuro Cercano, y a 1.288,0 mm/año para el Futuro Intermedio. Lo anterior supone una disminución al 94,3% de la precipitación promedio del período estadístico observado para el presente estudio, para el Futuro Cercano, mientras que para el Futuro Intermedio la precipitación anual promedio disminuye a un 86,8% de la observada en el período 1989/90 - 2019/20.

En la Tabla 10.1-26 se presenta una comparación entre los resultados de precipitación media anual del período histórico estudiado y los períodos futuros con efectos del cambio climático generados, para cada estación. Con los resultados generados en los períodos futuros bajo efectos del cambio climático, se generaron las curvas isoyetas de precipitación anual para el sector de estudio, presentadas en la Figura 10.1-20, las que al compararlas con las isoyetas encontradas para la precipitación media anual del período histórico muestran que curvas de

un determinado valor de precipitación van desplazándose hacia el oriente, a alturas mayores, conforme se avanza en el período futuro.

Es decir, para los períodos futuros generados bajo efectos del cambio climático se tendrán precipitaciones menores en el área de estudio. Estas disminuciones, para el sector del área de interés, corresponden a una precipitación media anual del orden de 100 mm menor para el período del Futuro Cercano, y de 200 mm menos para el Futuro Intermedio, respecto del período histórico estudiado.

Tabla 10.1 - 24 Precipitación media mensual y anual (mm), estaciones de estudio período Futuro Cercano 2020/21 - 2044/45

Estación	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	Annual
La Sexta de Longaví	142,5	204,8	166,1	164,2	79,2	56,9	19,4	14,8	8,2	25,4	17,9	55,1	954,5
Parral	121,1	176,8	142,3	134,2	60,6	48,3	18,9	12,2	5,9	21,2	17,0	45,0	803,3
Río Longaví en la Quiriquina	186,5	275,0	233,3	230,6	107,6	79,3	26,4	23,0	12,1	24,4	21,3	74,4	1294,0
Digua Embalse	178,7	261,1	214,9	212,5	102,3	75,5	26,8	22,3	12,4	27,6	20,8	70,1	1225,1
Bullileo Embalse	253,8	388,3	335,3	335,7	149,7	107,9	39,4	32,3	19,4	27,4	28,1	101,5	1818,7
Millaquén	126,6	180,8	149,6	129,6	56,7	49,6	20,5	16,3	6,1	19,6	13,9	43,9	813,1
San Manuel en Perquillauquén	194,0	289,8	230,6	223,5	108,4	84,0	31,7	22,6	14,8	29,4	24,0	76,3	1329,1
Canal de La Luz en Chillán	107,9	161,7	132,8	124,9	58,5	49,8	21,7	12,6	8,5	20,8	16,0	47,5	762,6
Chillán Viejo	141,4	198,2	161,2	149,0	67,9	56,3	24,0	15,8	8,9	21,3	18,4	57,2	919,7
Coihueco Embalse	190,8	271,6	224,0	210,3	101,3	83,8	36,5	24,1	14,8	33,1	27,5	85,0	1302,8
Río Ñuble en San Fabián N 2	180,5	262,2	230,4	236,6	103,1	81,5	37,1	30,4	17,6	30,7	28,1	81,1	1319,0
Caracol	290,2	465,9	376,1	384,7	181,6	144,6	63,5	45,0	29,2	44,8	43,2	123,4	2192,2
Caman	278,6	432,4	360,6	333,1	156,4	111,0	47,8	37,9	21,6	39,8	33,4	92,6	1945,1
San Fabián	204,5	299,4	237,4	239,5	121,0	87,7	40,3	31,2	18,6	30,1	27,6	81,7	1419,1
Mayulermo	198,9	281,3	230,2	223,3	106,8	89,8	39,7	26,7	15,3	30,8	28,2	89,1	1359,9
Río Chillán en Esperanza N 2	237,7	343,1	276,5	268,8	127,8	102,0	44,7	33,5	18,3	40,3	33,8	98,7	1625,1
Diguillín	264,3	385,4	320,5	326,5	148,0	114,9	54,2	46,6	21,1	46,2	40,4	110,9	1879,1
Fundo Atacalco	268,5	425,7	337,5	336,6	155,3	130,5	59,0	51,2	20,8	49,0	42,1	116,1	1992,4
Las Trancas	220,8	362,6	270,1	257,6	139,7	113,1	50,8	40,2	23,3	45,0	36,6	99,8	1659,4
Río Diguillín en San Lorenzo (Atacalco)	243,5	361,1	295,2	308,8	134,9	105,1	50,3	41,2	18,8	42,7	36,4	100,9	1738,8
Pemuco	156,9	227,1	176,5	172,9	79,0	63,8	27,1	19,1	11,3	22,1	22,3	63,2	1041,1

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 10.1 - 25 Precipitación media mensual y anual (mm), estaciones de estudio período Futuro Intermedio 2045/46 - 2069/70

Estación	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	Anual
La Sexta de Longaví	138,5	184,2	154,2	155,8	66,4	52,2	15,3	12,8	7,0	21,3	16,1	52,9	876,7
Parral	117,9	159,0	132,0	127,1	50,6	44,3	14,8	10,5	5,1	18,1	15,2	43,2	737,8
Río Longaví en la Quiriquina	181,2	247,4	216,6	218,9	90,0	72,8	21,0	19,9	10,4	20,5	19,1	71,5	1189,3
Digua Embalse	173,7	234,8	199,4	201,7	85,6	69,3	21,1	19,3	10,7	23,3	18,7	67,4	1125,1
Bullileo Embalse	247,0	349,0	311,2	317,9	125,2	99,0	31,0	27,9	16,7	23,4	25,2	97,5	1671,1
Millauquén	123,1	162,5	138,8	122,6	47,4	45,5	16,2	14,1	5,2	16,6	12,5	42,2	746,8
San Manuel en Perquillauquén	188,6	261,4	214,0	211,9	90,7	77,1	25,0	19,6	12,7	25,0	21,6	73,3	1220,8
Canal de La Luz en Chillán	104,6	146,6	124,7	118,2	49,4	45,7	17,3	10,7	7,4	17,7	14,4	45,3	702,1
Chillán Viejo	137,1	179,8	151,5	141,9	57,3	51,6	19,3	13,4	7,7	18,1	16,6	54,6	848,8
Coihueco Embalse	185,0	246,1	210,5	199,3	85,6	77,0	29,1	20,5	12,8	28,2	24,8	81,1	1200,0
Río Ñuble en San Fabián N 2	174,9	236,4	216,6	225,3	86,8	74,7	29,2	25,8	15,3	26,2	25,3	77,4	1213,9
Caracol	281,1	421,4	353,6	365,6	153,2	132,7	50,1	38,2	25,4	38,4	38,9	117,7	2016,3
Camán	270,1	390,9	339,0	318,2	131,8	101,8	37,8	32,1	18,8	34,1	30,1	88,3	1793,1
San Fabián	198,3	270,9	223,1	227,6	102,0	80,6	32,2	26,5	16,2	25,7	24,8	78,1	1306,0
Mayulermo	192,9	255,4	216,3	212,4	90,2	82,4	31,8	22,7	13,2	26,3	25,4	85,0	1254,1
Río Chillán en Esperanza N 2	230,7	311,4	259,7	254,3	108,1	93,7	35,7	28,4	15,8	34,4	30,4	94,1	1496,8
Diguillín	256,3	349,0	301,3	310,9	124,9	105,4	43,0	39,6	18,3	39,6	36,4	105,8	1730,3
Fundo Atacalco	260,4	385,6	317,3	320,5	131,0	119,8	46,8	43,6	18,0	41,6	37,9	110,8	1833,2
Las Trancas	213,9	326,5	254,1	247,7	117,4	103,7	40,0	34,2	20,3	38,5	32,9	95,1	1524,2
Río Diguillín en San Lorenzo (Atacalco)	236,3	327,7	277,4	292,7	113,9	96,5	40,0	35,0	16,2	36,6	32,8	96,3	1601,5
Pemuco	152,0	205,7	165,8	164,8	66,6	58,6	21,6	16,3	9,8	18,7	20,1	60,2	960,1

Fuente: Elaboración propia

Tabla 10.1-26 Comparación entre período histórico y escenarios futuros con cambio climático de la Precipitación media anual

Estación	Precipitación media anual (mm) Período Histórico (1)	Futuro Cercano		Futuro Intermedio	
		Precipitación media anual (mm) (2)	Razón (2)/(1)	Precipitación media anual (mm) (3)	Razón (3)/(1)
La Sexta de Longaví	1.006,6	954,5	94,8%	876,7	87,1%
Parral	864,0	803,3	93,0%	737,8	85,4%
Río Longaví en la Quiriquina	1.384,8	1294,0	93,4%	1189,3	85,9%
Digua Embalse	1.314,8	1225,1	93,2%	1125,1	85,6%
Bullileo Embalse	1.923,4	1818,7	94,6%	1671,1	86,9%
Millauquén	845,9	813,1	96,1%	746,8	88,3%
San Manuel en Perquillauquén	1.381,1	1329,1	96,2%	1220,8	88,4%
Canal de La Luz en Chillán	807,6	762,6	94,4%	702,1	86,9%
Chillán Viejo	979,2	919,7	93,9%	848,8	86,7%
Coihueco Embalse	1.380,8	1302,8	94,4%	1200,0	86,9%
Río Ñuble en San Fabián N 2	1.381,2	1319,0	95,5%	1213,9	87,9%
Caracol	2.318,6	2192,2	94,5%	2016,3	87,0%
Camán	2.002,1	1945,1	97,2%	1793,1	89,6%
San Fabián	1.506,5	1419,1	94,2%	1306,0	86,7%
Mayulermo	1.433,2	1359,9	94,9%	1254,1	87,5%
Río Chillán en Esperanza N 2	1.707,5	1625,1	95,2%	1496,8	87,7%
Diguillín	1.998,5	1879,1	94,0%	1730,3	86,6%
Fundo Atacalco	2.135,0	1992,4	93,3%	1833,2	85,9%
Las Trancas	1.838,8	1659,4	90,2%	1524,2	82,9%
Río Diguillín en San Lorenzo (Atacalco)	1.835,5	1738,8	94,7%	1601,5	87,2%
Pemuco	1.122,4	1041,1	92,8%	960,1	85,5%
Promedio	1.484,2	1.399,7	94,3%	1.288,0	86,8%

Fuente: Elaboración propia.

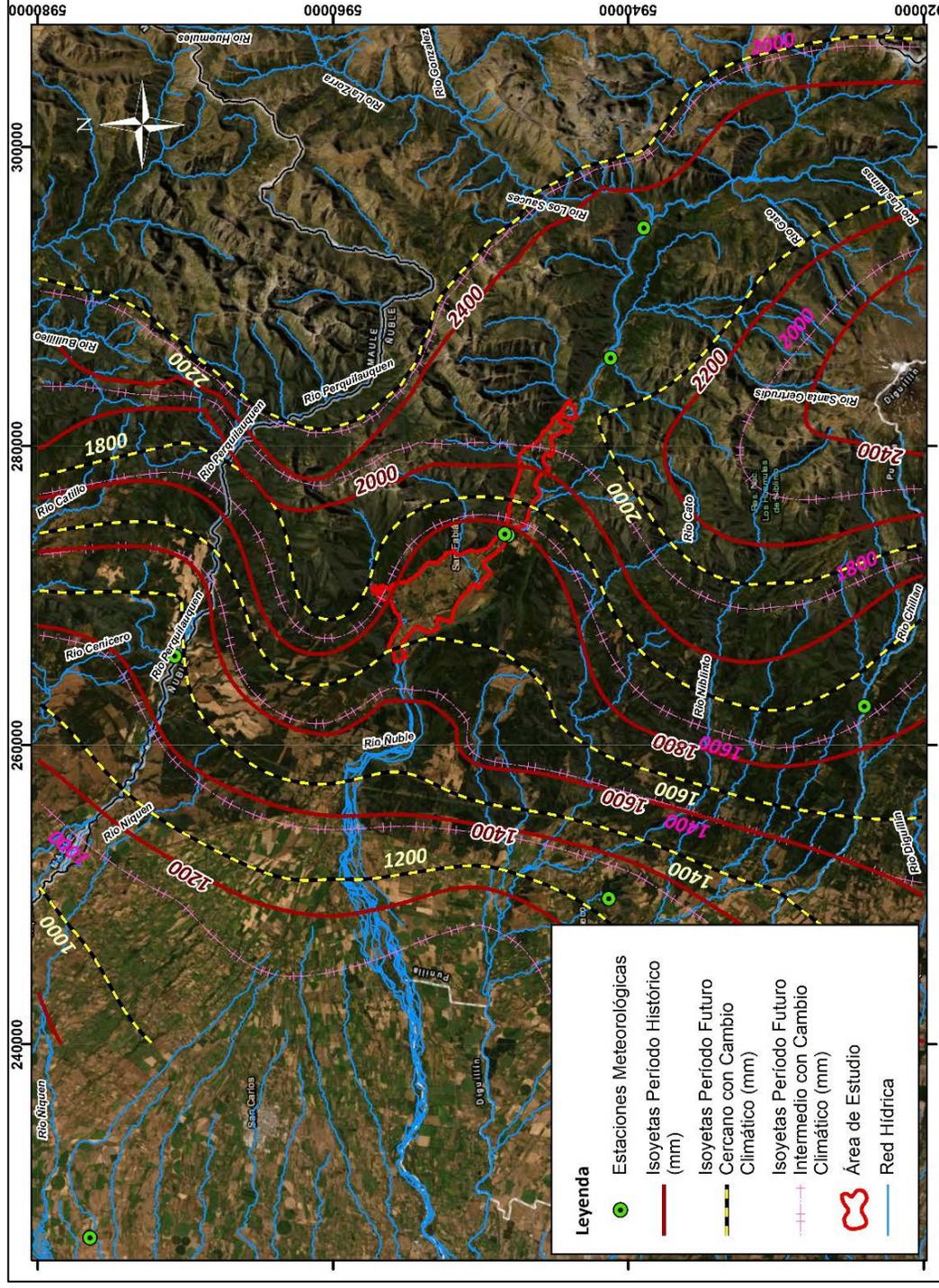


Figura 10.1-20. Isoyetas de precipitación anual, Escenarios actual y futuros con cambio climático

Fuente: Elaboración propia.

10.1.6.2 Variación por Efectos del Cambio Climático en el Caudal

Siguiendo la metodología para la incorporación del Cambio Climático, se generan las variaciones en las series de caudales medios mensuales futuros bajo efectos del cambio climático, para los períodos de futuro cercano (2020/21 - 2044/45) y futuro intermedio (2045/46 - 2069/70).

Los resultados en las estaciones utilizadas para la zona de estudio, en términos de caudal medio mensual y anual, se presenta en la Tabla 10.1-27 y Tabla 10.1-28, para Futuro Cercano y Futuro Intermedio respectivamente. Por su parte, el detalle mes a mes de los caudales medios futuros en las estaciones se muestra en el Anexo 10.1-11.

De los resultados se obtiene que las series de caudales medios futuros bajo efectos del cambio climático presentan una disminución en sus valores respecto del período histórico estudiado. Así, los caudales medios promedio para el horizonte del Futuro Cercano corresponden a un 87,6% del período histórico, mientras que para el Futuro Intermedio este valor equivale a un 72,3%.

En la Tabla 10.1-29 se presenta una comparación entre los resultados de caudal medio anual del período histórico estudiado y los períodos futuros con efectos del cambio climático generados, para cada estación.

Tabla 10.1 -27 Caudal medio mensual y anual (m3/s), estaciones de estudio período Futuro Cercano 2020/21 - 2044/45

Estación	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	Anual
Río Cato en Puente Cato	28,92	58,65	77,64	72,14	53,14	36,55	19,60	8,21	3,91	3,40	4,19	11,26	31,47
Río Sauces antes junta con Ñuble	19,65	36,48	39,81	41,61	41,22	45,61	37,73	22,16	11,20	7,23	5,73	7,93	26,36
Río Ñuble en La Punilla	42,66	74,52	81,57	83,76	81,25	94,01	84,55	56,82	32,87	21,03	15,44	19,24	57,31
Río Ñuble en San Fabián	60,75	116,04	126,19	126,80	117,35	126,04	106,51	69,02	38,73	24,93	18,57	24,93	79,66

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 10.1 -28 Caudal medio mensual y anual (m3/s), estaciones de estudio período Futuro Intermedio 2045/46 - 2069/70

Estación	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	Anual
Río Cato en Puente Cato	25,67	44,39	62,75	57,71	42,40	31,47	16,29	7,32	3,63	3,16	3,55	10,47	25,73
Río Sauces antes junta con Ñuble	17,44	27,42	32,10	33,30	32,89	39,14	30,84	19,21	10,25	6,68	4,92	7,38	21,80
Río Ñuble en La Punilla	37,88	55,69	65,84	67,04	64,84	80,75	69,25	49,35	30,06	19,36	13,12	17,90	47,59
Río Ñuble en San Fabián	53,91	87,20	101,84	101,48	93,70	108,34	87,44	60,06	35,47	22,98	15,83	23,20	65,96

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 10.1 -29 Comparación entre período histórico y escenarios futuros con cambio climático del Caudal medio anual

Estación	Caudal medio anual (m ³ /s) Período Histórico (1)	Futuro Cercano		Futuro Intermedio	
		Caudal medio anual (m ³ /s) (2)	Razón (2)/(1)	Caudal medio anual (m ³ /s) (3)	Razón (3)/(1)
Río Cato en Puente Cato	35,75	31,47	88,0%	25,73	72,0%
Río Sauces antes junta con Ñuble	29,61	26,36	89,0%	21,80	73,6%
Río Ñuble en La Punilla	66,34	57,31	86,4%	47,59	71,7%
Río Ñuble en San Fabián	91,53	79,66	87,0%	65,96	72,1%
Promedio	-	-	87,6%	-	72,3%

Fuente: Elaboración propia

10.1.6.3 Variación por Efectos del Cambio Climático en la Temperatura

Siguiendo la metodología para la incorporación del Cambio Climático, se generan las variaciones en las series de temperaturas mensuales futuras bajo efectos del cambio climático, para los períodos de futuro cercano (2020/21 - 2044/45) y futuro intermedio (2045/46 - 2069/70).

Los resultados en las estaciones utilizadas para la zona de estudio, en términos de temperatura media mensual y anual, se presenta en las tablas siguientes, para Futuro Cercano y Futuro Intermedio respectivamente. Por su parte, el detalle mes a mes de las temperaturas medias futuras en las estaciones se muestra en el Anexo 10.1-11.

De los resultados se obtiene que las series de temperaturas medias futuras bajo efectos del cambio climático presentan un aumento en sus valores respecto del período histórico estudiado. Así, las temperaturas medias promedio para el horizonte del Futuro Cercano muestran un aumento de 0,47 °C respecto al período histórico, mientras que para el Futuro Intermedio este valor equivale a 0,98 °C.

En la Tabla 10.1-32 se presenta una comparación entre los resultados de temperatura media anual del período histórico estudiado y los períodos futuros con efectos del cambio climático generados, para cada estación.

Tabla 10.1-30 Temperatura media mensual y anual (°C), estaciones de estudio período Futuro Cercano 2020/21 - 2044/45

Estación	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	Anual
Parral	11,3	9,4	8,6	9,9	11,6	14,2	17,2	19,9	22,3	21,5	19,0	14,8	15,0
Digua Embalse	9,6	7,4	6,7	8,2	10,3	12,8	15,6	18,6	20,7	20,0	17,3	12,8	13,3
Coihueco Embalse	10,0	8,7	8,0	9,4	11,3	13,4	15,7	19,0	20,9	19,8	17,3	12,8	13,9
Caracol	10,4	7,9	7,4	8,6	10,7	12,7	14,8	17,6	20,0	19,4	17,2	13,2	13,3
Diguillín	10,1	7,9	7,1	7,8	9,3	11,2	13,9	16,8	19,2	18,9	16,8	13,1	12,7

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 10.1-31 Temperatura media mensual y anual (°C), estaciones de estudio período Futuro Intermedio 2045/46 - 2069/70

Estación	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	Anual
Parral	11,8	9,7	9,0	10,3	12,0	14,7	17,6	20,5	23,0	22,3	19,6	15,3	15,5
Digua Embalse	10,1	7,8	7,2	8,6	10,6	13,3	16,0	19,2	21,4	20,7	17,9	13,2	13,8
Coihueco Embalse	10,5	9,1	8,4	9,8	11,6	13,9	16,1	19,7	21,5	20,6	17,9	13,3	14,4
Caracol	10,9	8,2	7,9	8,9	11,0	13,2	15,2	18,3	20,7	20,2	17,8	13,7	13,8
Diguillín	10,6	8,3	7,6	8,2	9,6	11,7	14,3	17,4	19,9	19,7	17,3	13,6	13,2

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 10.1-32 Comparación entre período histórico y escenarios futuros con cambio climático de la Temperatura media anual

Estación	Temperatura media anual (°C) Período Histórico (1)	Futuro Cercano		Futuro Intermedio	
		Temperatura media anual (°C) (2)	Diferencia [(2)-(1)] (°C)	Temperatura media anual (°C) (3)	Diferencia [(3)-(1)] (°C)
Parral	14,4	15,0	0,57	15,5	1,08
Digua Embalse	13,0	13,3	0,36	13,8	0,86
Coihueco Embalse	13,3	13,9	0,51	14,4	1,02
Caracol	12,9	13,3	0,45	13,8	0,95
Diguillín	12,2	12,7	0,49	13,2	1,00
Promedio	13,2	13,6	0,47	14,1	0,98

Fuente: Elaboración propia.

10.2 Hidrogeología

En el capítulo 3.5 del informe, se desarrolló una completa caracterización hidrogeológica de la zona de interés, en base a los antecedentes recopilados y analizados. La caracterización hidrogeológica incluyó la descripción de la geología y geomorfología regional y local, una descripción de las formaciones acuíferas, se determinaron los parámetros hidráulicos del acuífero y se analizó la evolución histórica de los niveles de la napa, en base a la información de la estación de monitoreo de la DGA San Fabián camino a Puente Nahueltoro (Cód. BNA 08106004-5).

En ese capítulo se incluyó además un catastro de captaciones subterráneas, realizado en el marco del estudio “Catastro de Pozos Explotados de Constituciones, Provincia de Ñuble” del año 2005. Dicha información se usó como base para la ejecución del catastro actualizado de captaciones subterráneas dentro del área de estudio, que se incluye en este capítulo.

10.2.1 Catastro de Captaciones Subterráneas

Entre los días 3 y 17 de septiembre de 2020, se realizó el catastro de captaciones subterráneas del área de estudio. Para la ejecución del catastro se utilizó una ficha, la cual permite recabar una gran cantidad de información útil para el desarrollo del estudio. En la Figura 10.2-1 se muestra un ejemplo de la ficha utilizada, mientras que en la Tabla 10.2-1 se consigna la información resumida del catastro realizado.

En la Figura 10.2-2 se puede observar la ubicación de cada una de las captaciones catastradas.

Tipo de captación		FICHA N° 3		Si la captación se usa para riego:		Información adicional			
<input type="checkbox"/> Pozo	<input type="checkbox"/> Noria	<input type="checkbox"/> Puntera	<input checked="" type="checkbox"/> Dren	<input type="checkbox"/> Otro (qué otro)	Método de riego Surco <input type="checkbox"/> Aspersión <input type="checkbox"/> Goteo <input checked="" type="checkbox"/> Otro (especificar qué otro) <input type="checkbox"/> Cultivos Cultivo 1 <input type="checkbox"/> Frutillas <input type="checkbox"/> Cultivo 3 <input type="checkbox"/> Superficie [ha] <input type="checkbox"/> 0,25 <input type="checkbox"/> Superficie [ha] <input type="checkbox"/> Cultivo 2 <input type="checkbox"/> Frambuezas <input type="checkbox"/> Superficie [ha] <input type="checkbox"/> 0,25 <input type="checkbox"/>				
Ubicación, propietario y coordenadas UTM (WGS84 Huso 19S) Localidad <input type="checkbox"/> La Vega <input type="checkbox"/> UTM E [m] <input type="checkbox"/> 267481,00 Comuna <input type="checkbox"/> San Fabián <input type="checkbox"/> UTM N [m] <input type="checkbox"/> 5955342,00 Nombre del Predio <input type="checkbox"/> La Vega <input type="checkbox"/> Cota [msnm] <input type="checkbox"/> 394,00 Entrevistado <input type="checkbox"/> Andres Muñoz <input type="checkbox"/> Propietario <input type="checkbox"/> Andres Muñoz <input type="checkbox"/> RUT del Propietario <input type="checkbox"/>				Si la captación se usa para riego: Surco <input type="checkbox"/> Aspersión <input type="checkbox"/> Goteo <input checked="" type="checkbox"/> Otro (especificar qué otro) <input type="checkbox"/> Cultivos <input type="checkbox"/> Frutillas <input type="checkbox"/> Cultivo 3 <input type="checkbox"/> Superficie [ha] <input type="checkbox"/> 0,25 <input type="checkbox"/> Superficie [ha] <input type="checkbox"/> Cultivo 2 <input type="checkbox"/> Frambuezas <input type="checkbox"/> Superficie [ha] <input type="checkbox"/> 0,25 <input type="checkbox"/>				Información adicional _____ _____ _____ _____	
Uso y características de la captación Riego <input checked="" type="checkbox"/> Potable <input type="checkbox"/> Industrial <input type="checkbox"/> Minerol <input type="checkbox"/> Otro (qué otro) <input type="checkbox"/> Profundidad perforada [m] <input type="checkbox"/> 15 <input type="checkbox"/> Fecha de construcción <input type="checkbox"/> Sin uso <input type="checkbox"/> 2016 Profundidad habitada [m] <input type="checkbox"/> 15 <input type="checkbox"/> Constructor <input type="checkbox"/> Diámetro ["] o [m] <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> " <input type="checkbox"/> Revestimiento <input type="checkbox"/> PVC Caudal [l/s] <input type="checkbox"/> Diámetro impulsión ["] <input type="checkbox"/> 1,5 <input type="checkbox"/> " Potencia bomba [kW o HP] <input type="checkbox"/> Tipo de bomba <input type="checkbox"/> Sumergible <input type="checkbox"/> Nivel estático [m] <input type="checkbox"/> 7,46 <input type="checkbox"/> Nivel dinámico [m] <input type="checkbox"/>				Obtención de la información Propietario <input type="checkbox"/> Familiar <input checked="" type="checkbox"/> Administrador o Empleado <input type="checkbox"/> Arrendatario <input type="checkbox"/> Vecino <input type="checkbox"/> Otro (especificar qué otro) <input type="checkbox"/>				Fotografía de la captación 	
Interf. con otros pozos (sí o no): Sí <input type="checkbox"/> No <input checked="" type="checkbox"/>				Derechos de aguas Caudal otorgado [l/s] <input type="checkbox"/> 1,3 <input type="checkbox"/> Resolución DGA N° <input type="checkbox"/> De fecha <input type="checkbox"/>				Por qué no fue posible obtener información <input type="checkbox"/> Casa o predio sin moradores <input type="checkbox"/> No se quiso dar información <input type="checkbox"/> Menor de edad en propiedad <input type="checkbox"/> Entrevistado no sabe	
Frecuencia del bombeo <input type="checkbox"/> Bombeo permanente Horas de bombeo al día <input type="checkbox"/> Días que se bombea al mes <input type="checkbox"/>				Bombeo permanente Horas de bombeo al día en verano <input type="checkbox"/> 6 <input type="checkbox"/> Días que se bombea al mes verano <input type="checkbox"/> 20 <input type="checkbox"/> Meses que se bombea en verano desde <input type="checkbox"/> Oct <input type="checkbox"/> hasta <input type="checkbox"/> Abr <input type="checkbox"/>				Encuestador Nombre <input type="checkbox"/> Luis Duque Silva <input type="checkbox"/> Fecha <input type="checkbox"/> 03 sep 2020 <input type="checkbox"/>	
Bombeo estacional Horas de bombeo al día en invierno <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> Días que se bombea al mes invierno <input type="checkbox"/> 8 <input type="checkbox"/> Meses que se bombea en invierno desde <input type="checkbox"/> May <input type="checkbox"/> hasta <input type="checkbox"/> Sep <input type="checkbox"/>									

Figura 10.2-1. Ficha Tipo Catastro de Captaciones Subterráneas

Tabla 10.2-1. Resumen Catastro de Captaciones Subterráneas

FICHA N°	Sector	Nombre del Predio	Entrevistado	Propietario	UTM E [m]	UTM N [m]	Cota [msnm]	Superficie [ha]	Tipo	Uso	En Uso	Prof. Perf. [m]	Prof. Hab. [m]	Diámetro ["] o [m]	Caudal [l/s]	N. E. [m]	N. D. [m]	Fecha de const.	Revest.
1	La Vega	La Vega	Ceferino Albornoz	Hidroeléctrica Ñuble SPA.	266.669	5.955.681	379	16,5	Pozo	R		36,0	36,0	6"	4	3,93		2016	Acero
2	La Vega	La Vega	Ceferino Albornoz	Hidroeléctrica Ñuble SPA.	266.622	5.955.503	378	16,5	Pozo	R		36,0	36,0	6"	4	6,19		2016	Acero
3	La Vega	La Vega	Andrés Muñoz Evlampieff	Andrés Muñoz Evlampieff	267.481	5.955.342	394	0,25	Puntera	R		15,0	15,0	4"		7,46		2016	PVC
4	La Vega	La Vega	María Gema Arriagada Rodríguez	María Gema Arriagada Rodríguez	267.937	5.955.327	390	0,5	Noria	R-P		5,5	5,5	1m		3,53		2005	Tubos CC
5	La Vega	Parcela	Esposo	Haydee Mercado Díaz	267.711	5.955.381	392	0,5	Pozo	R		26,0	26,0	6"			Sellado	2010	Acero
6	San Fabián	Sitio de Coop.	Cristian Parada	Coop. Serv. AP San Fabián	272.557	5.951.671	510		Pozo	P		26,0	26,0	8"	6,5	4,60	7,9	2015	Acero
7	La Vega	Sitio de Coop.	Cristian Parada	Coop. Serv. AP San Fabián	268.793	5.953.833	428		Pozo	P	Sin Uso	60,0	60,0	8"	20	23,28		2019	Acero
8	La Vega	Parcela	Ramón Manríquez	Adrián Muñoz Correa	268.626	5.953.826	402	1,5	Noria	R		8,0	8,0	0,8m		3,80		1990	Tubos CC
9	La Vega	Parcela	Ramón Manríquez	Adrián Muñoz Correa	268.718	5.953.798	408	2,5	Zanja	R		8,0	8,0	4*3m		4,80		2019	s/rev.
10	La Vega	Parcela	Ramón Manríquez	Adrián Muñoz Correa	268.704	5.953.788	401		Pozo	R	Sin Uso	24,0	24,0	6"		4,70		2019	Acero
11	La Vega	Parcela	Ramón Manríquez	Adrián Muñoz Correa	268.666	5.953.695	406		Noria	R	Sin Uso	8,0	8,0	0,8m		4,90		1990	Tubos CC
12	La Vega	Parcela	Ramón Manríquez	Adrián Muñoz Correa	268.540	5.953.745	406		Pozo	R	Sin Uso	24,0	24,0	6"			Sellado	2019	Acero
13	La Vega	Parcela	Ramón Manríquez	Jorge Alberto de Rosario Sepúlveda Fuentes	268.102	5.954.110	400		Pozo	R-P		24,0	24,0	6"			Sellado	2019	Acero
14	La Vega	Parcela	Ramón Manríquez	Centro de Ases. y Cap. Técnica y Prof. Nelpa Ltda.	268.020	5.953.210	400		Pozo	R-P		30,0	30,0				Sellado	2019	Acero
15	La Vega	Parcela	Vecino	Karen Andrea Stella Concha	268.739	5.953.438	406		Noria	R-P	Sin Uso	12,0	12,0	3*1,50m		6,20		2016	s/rev.
16	Pichinal	Parcela	Carlos Henríquez Gonzales Troncoso	Carlos Henríquez Gonzales Troncoso	269.102	5.953.141	440	1,5	Zanja	R		4,5	5,0	20*6m		0,85		1990	s/rev.
17	Pichinal	Parcela	Carlos Henríquez Gonzales Troncoso	Carlos Henríquez Gonzales Troncoso	269.344	5.953.296	437	1,5	Pozo	R		46,0	46,0	4"		28,10		2020	Acero
18	Pichinal	Parcela	s/i	s/i	269.173	5.952.539	439		Noria	P-O									
19	Pichinal	Parcela	s/i	s/i	269.276	5.952.698	443		Noria	P-O								2015	
20	Pichinal	Parcela don Misa	s/i	s/i	269.172	5.952.854	445		Noria	P-O									
21	Pichinal	Parcela don Misa	s/i	s/i	269.220	5.952.264	445		Pozo	R-P				4"					Acero
22	Pichinal	Parcela don Misa	s/i	s/i	269.390	5.952.494	441		Puntera	R-P				4"					Acero
23	Pichinal	Parcela	Esposo	Loreto López	270.704	5.952.112	449	0,5	Puntera	R		18	18	4"		6,05		2019	Acero
24	Pichinal	Parcela	Luis Parada Méndez	Luis Parada Méndez	270.468	5.951.969	448	0,5	Noria	R		3,5	3,5	1m		0,5		1970	Acero
25	Pichinal	Parcela	Luis Parada Méndez	Luis Parada Méndez	270.460	5.952.028	446	3	Zanja	R		5	5	4*4m		0,45		2010	s/rev.
26	Pichinal	Parcela	Luis Parada Méndez	Luis Parada Méndez	270.705	5.952.280	451	3	Zanja	R		7	7	15*5m		0,95		2013	s/rev.
27	Macal	Parcela	Vecino	Giuseppe di Lallo di Biase	270.843	5.952.752	447		Noria	R	Sin Uso								
28	Macal	Parcela	Vecino	Giuseppe di Lallo di Biase	270.698	5.952.693	446		Noria	R	Sin Uso								
29	Macal	Parcela	Vecino	Giuseppe di Lallo di Biase	270.427	5.952.589	446		Noria	R	Sin Uso	6,5	6,5	1,35m		1,3			
30	La Vega	Parcela	David Fernández	Jorge Antonio Vergara Escobar y Otros	267.326	5.955.642	389	0,5	Noria	R-P		8	8	0,8m		4,3		2010	Tubos CC
31	Pichinal	Parcela los Hualles	Vecino	Néstor Hugo Strube Benavente	269.714	5.952.161	444		Pozo	R-P		40,0	40,0	6"		25,07		2015	Acero
32	Pichinal	Parcela los Hualles	Vecino	Rodolfo Rojas	269.502	5.951.902	434	0,5	Pozo	R-P		40,0	40,0	6"		23,60		2015	Acero
33	Pichinal	Parcela los Hualles	Vecino	Cristian Zúñiga Riquelme	269.664	5.951.853	442		Pozo	R-P	Sin Uso	40,0	40,0	6"		15,20		2013	Acero
34	Pichinal	Parcela los Hualles	Nelson Tapia Silva	Nelson Tapia Silva	270.259	5.952.192	449	0,5	Noria	R	Sin Uso	4,0	4,0	1m		1,35		1980	s/rev.
35	Pichinal	Sitio	Onan Almendra Contreras	Onan Almendra Contreras	270.764	5.951.905	448		Zanja	R	Sin Uso							1980	

FICHA N°	Sector	Nombre del Predio	Entrevistado	Propietario	UTM E [m]	UTM N [m]	Cota [msnm]	Superficie [ha]	Tipo	Uso	En Uso	Prof. Perf. [m]	Prof. Hab. [m]	Diámetro ["] o [m]	Caudal [l/s]	N. E. [m]	N. D. [m]	Fecha de const.	Revest.
36	Pichinal	Quinta Aromo	Ramón Labrin Ramírez	Ramón Labrin Ramírez	270.853	5.951.937	452	0,5	Zanja	R		6,0	6,0	7*2m		0,55		2010	s/rev.
37	Pichinal	Quinta los Acacios	Eduardo Vásquez Suazo	Gladis Vásquez Suazo	270.875	5.951.734	454	0,5	Noria	R		4,0	4,0	1,2m		1,20		1990	s/rev.
38	Pichinal	Parcela	José Fernando Correa Landaeta	José Fernando Correa Landaeta	271.072	5.951.928	458	0,5	Noria	R		4,0	4,0	1m		0,60		2012	Tubos CC
39	Pichinal	Parcela	Patricia Sepúlveda	Congregación de Jesús	271.258	5.951.404	460		Pozo	R	Sin Uso			8"		Sellado		2017	Acero
40	Pichinal	Parcela	Patricia Gonzales Rosales	Patricia Gonzales Rosales	270.385	5.951.983	452		Noria	R									
41	Pichinal	Parcela	Jorge Castro Muñoz	Jorge Castro Muñoz	271.280	5.951.528	463		Noria	R	Sin Uso	6,0	6,0	1,2m		2,30		1994	s/rev.
42	Pichinal	Parcela	Nolfa Almuna Olave	Nolfa Almuna Olave	271.312	5.951.504	462		Noria	R	Sin Uso	8,0	8,0	1,2m		2,80		1995	s/rev.
43	San Fabián	Carlos Montane S/n	Juan Alvarado Pino	Juan Alvarado Pino	271.640	5.951.686	472	0,3	Noria	R	Sin Uso	11,7	11,7	1,1m		7,10		2000	s/rev.
44	San Fabián	Estadio Municipal	Hernán San Martín	Munic. de San Fabián	271.886	5.951.869	479		Pozo	R	Sin Uso	80,0	80,0	8"				2000	
45	San Fabián	Estadio Municipal	Hernán San Martín	Munic. de San Fabián	271.885	5.951.868	479		Pozo	R	Sin Uso	30,0	30,0	6"				2000	
46	San Fabián	Estadio Municipal	Hernán San Martín	Munic. de San Fabián	271.707	5.952.006	472	1,5	Pozo	R		30,0	30,0	6"		Sellado		2015	Acero
47	San Fabián	Parcela	Juan Pablo Ramírez López	Juan Pablo Ramírez López	272.071	5.952.045	488	1,5	Noria	R		10,0	10,0	1,9m		1,40		1980	Hormigón
48	San Fabián	Parcela	Juan Pablo Ramírez López	Juan Pablo Ramírez López	272.098	5.952.089	486	1,5	Noria	R		10,0	10,0	1,9m		1,40		1980	Hormigón
49	San Fabián	Parcela	Juan Pablo Ramírez López	Héctor Strada Castro	272.011	5.952.020	482	0,5	Noria	R-P		7,0	7,0	1m		1,50		2010	Tubos CC
50	San Fabián	Parcela	José Sepúlveda Roch	José Sepúlveda Roch	272.152	5.951.941	496	0,5	Noria	R-P-O		12	12	1m		4,7		1980	s/rev.
51	Macal Alto	Parcela el Naranja	Estela Gonzales	José Gonzales Fuentes	272.469	5.952.445	507	0,5	Zanja	R		5	5	6*3m		0,5		2000	s/rev.
52	Macal	Parcela	Cristian Mercado	Fernando Mercado Muñoz	271.436	5.953.638	449	1	Zanja	R		4	4	10*3m		0,3		2000	s/rev.
53	Macal	Los Aromos	Enrique Sandoval Rodríguez	Enrique Sandoval Rodríguez	271.556	5.953.930	459	0,5	Noria	R		5	5	0,8m		0,4		2015	Tubos CC
54	Macal	Los Aromos	Francisco Vistoso Fuentes	Francisco Vistoso Fuentes	270.368	5.953.239	436	0,5	Noria	R		5	5	1,50*1,50m		1,3		2003	s/rev.
55	Macal	Los Aromos	Francisco Vistoso Fuentes	Francisco Vistoso Fuentes	270.379	5.953.254	436	0,5	Zanja	R		8	8	8*2m		1,1		2017	s/rev.
56	Macal	Parcela	Ceferino Albornoz Ocaranza	Ceferino Albornoz Ocaranza	270.382	5.953.376	436	0,3	Pozo	R		20	20	4"		14		2020	Acero
57	Macal	Parcela	Vecino	Yolanda Cuadros Mercado	270.317	5.953.021	430		Zanja	R		7	7	4*3m		0,3		2020	s/rev.
58	Macal	Parcela	David Vistoso Fuentes	David Vistoso Fuentes	270.713	5.953.138	437	0,3	Zanja	R		8	8	10*4m		0,7		2020	s/rev.
59	Macal	Parcela	Pedro Fuentes Montesinos	Pedro Fuentes Montesinos	270.951	5.952.905	444	1	Noria	R		5	5	6*3m		0,45		1997	Hormigón
60	Macal	Parcela	Pedro Fuentes Montesinos	Pedro Fuentes Montesinos	270.947	5.952.914	444	1	Noria	R		3,5	3,5	3*3m		0,4		2012	Hormigón
61	Macal	Parcela	Francisco Vistoso	Suc. González Troncoso	270.171	5.953.445	429		Zanja	R		6,0	6,0	8*2m		0,65		2000	s/rev.
62	Macal	Parcela	Carlos Campos Toro	Lautaro Campos Montesinos	270.990	5.952.986	447	2	Zanja	R		10,0	10,0	8*4m		0,35		2004	s/rev.
63	Macal	Parcela	Carlos Campos Toro	Lautaro Campos Montesinos	271.038	5.953.100	447	2	Zanja	R		10,0	10,0	10*4m		0,65		2004	s/rev.
64	Macal	Parcela	Alicia López Cádiz	Alicia López Cádiz	271.109	5.952.608	456	0,5	Noria	R		7,0	7,0	1,2m		1,20		1970	s/rev.
65	Macal	Parcela	José Aurelio López Mercado	José Aurelio López Mercado	271.078	5.952.643	452	0,5	Noria	R		6,0	6,0	1,2m		1,00		1980	Tubos CC
66	Macal	Parcela	Alicia López Cádiz	Carlos López Cádiz	271.225	5.952.750	452	0,5	Noria	R		6,0	6,0	1,2m		0,90		1980	s/rev.
67	Macal	Parcela	María Nelly Olave Jiménez	María Nelly Olave Jiménez	271.373	5.953.826	454	2	Zanja	R		6,0	6,0	15*4m		0,40		1997	s/rev.
68	Macal	Parcela	Arrendador	Juan Carlos Tapia	270.823	5.952.912	449	0,25	Noria	R		3,9	3,9	1,50*1,20m		0,90		1990	s/rev.
69	Macal	Parcela	Mario Vistoso Fuentes	Mario Vistoso Fuentes	270.528	5.953.601	436	0,3	Noria	R		7,0	7,0	1,2m		2,15		1970	s/rev.
70	Macal	Parcela	Nicolás Villalobos Valenzuela	Nicolás Villalobos Valenzuela	269.797	5.956.413	436	0,5	Noria	R-P		5,0	5,0	1,2m		2,90		1980	s/rev.
71	Maitenal	Parcela	Jaime Meriño	Rosa Ester Constanzo	270.163	5.955.359	432	4	Zanja	R		4,0	4,0	50*10m		0,30		2010	s/rev.
72	Maitenal	Parcela	Jaime Meriño	Adriana Migo Rubio	269.861	5.955.772	421		Zanja	R		4,0	4,0	8m		0,30		2010	s/rev.
73	Maitenal	Parcela	Jaime Meriño	Adriana Migo Rubio	269.975	5.956.046	439		Zanja	R		2,5	2,5	10*3,50m		0,50		2010	s/rev.

FICHA N°	Sector	Nombre del Predio	Entrevistado	Propietario	UTM E [m]	UTM N [m]	Cota [msnm]	Superficie [ha]	Tipo	Uso	En Uso	Prof. Perf. [m]	Prof. Hab. [m]	Diámetro ["] o [m]	Caudal [l/s]	N. E. [m]	N. D. [m]	Fecha de const.	Revest.
74	Maitenal	Escuela Maitenal	Jaime Meriño	Munic. de San Fabián	269.964	5.955.299	435		Noria	P	Sin Uso	8,0	8,0	1,2m		2,80		1980	s/rev.
75	Macal	Parcela	Juan Luis Fuentes Lagos	Juan Luis Fuentes Lagos	271.757	5.952.909	463	3	Noria	R	Sin Uso	7,0	7,0	1m		0,50		2018	Tubos CC
76	La Vega	Parcela	Orlando Fuentes	Arturo Gonzales Valenzuela	268.266	5.954.982	395		Zanja	R	Sin Uso	5,0	5,0	5*3m		0,90		2020	s/rev.
77	La Vega	Parcela	María Fuentes	Suc. Fuentes Rodríguez	268.156	5.954.883	395		Puntera	R	Sin Uso	13,0	13,0	4"		6,30		2017	PVC
78	Buenos Aires	San Alfonso	José Patricio Gonzales Fuentes	José Patricio Gonzales Fuentes	272.527	5.950.149	476	0,5	Noria	R		10,0	10,0	1m		2,85		2020	Tubos CC
79	La Mortandad	Sitio de Comité	Prissila Quezada	Comité A.P.R. La Mortandad	276.473	5.946.853	495		Pozo	P	Sin Uso	60,0	60,0	8"		Sellado		2020	Acero
80	Barrio Luis Cruz Martínez	Parcela N°6	José Ricardo Pino Sepúlveda	José Ricardo Pino Sepúlveda	272.926	5.949.775	499	0,5	Pozo	R		40,0	40,0	4"		25,15		2016	PVC
81	Los Puquios	Las Palomas	José Leonias Constanzo Correa	José Leonias Constanzo Correa	280.346	5.945.462	556	2	Noria	R		5,0	5,0	1m		0,55		1980	Tubos CC
82	Los Puquios	Escuela los Puquios	Vecino	Munic. de San Fabián	281.350	5.944.972	577		Noria	P	Sin Uso	10,0	10,0	1,2m		Tapada		1980	s/rev.
83	Macal	Parcela	Vecino	s/i	271.432	5.952.896	458	0,5	Noria	R-P		8,0	8,0	1m		0,95		2010	s/rev.
84	Macal	Sitio	Vecino	s/i	271.468	5.952.893	458		Zanja	R-P	Sin Uso	4,0	4,0	15*4m		0,45		1998	s/rev.
85	Pichinal	Parcela	Vecino	Juan Figueroa	271.001	5.951.870	457	0,5	Zanja	R		2,5	2,5	7*3m		0,5		2005	s/rev.
86	San Fabián	Sitio	Familiar	José María Ávila Parada	272.715	5.951.578	504		Noria	R	Sin Uso	-	-	-	-	-	-	-	-

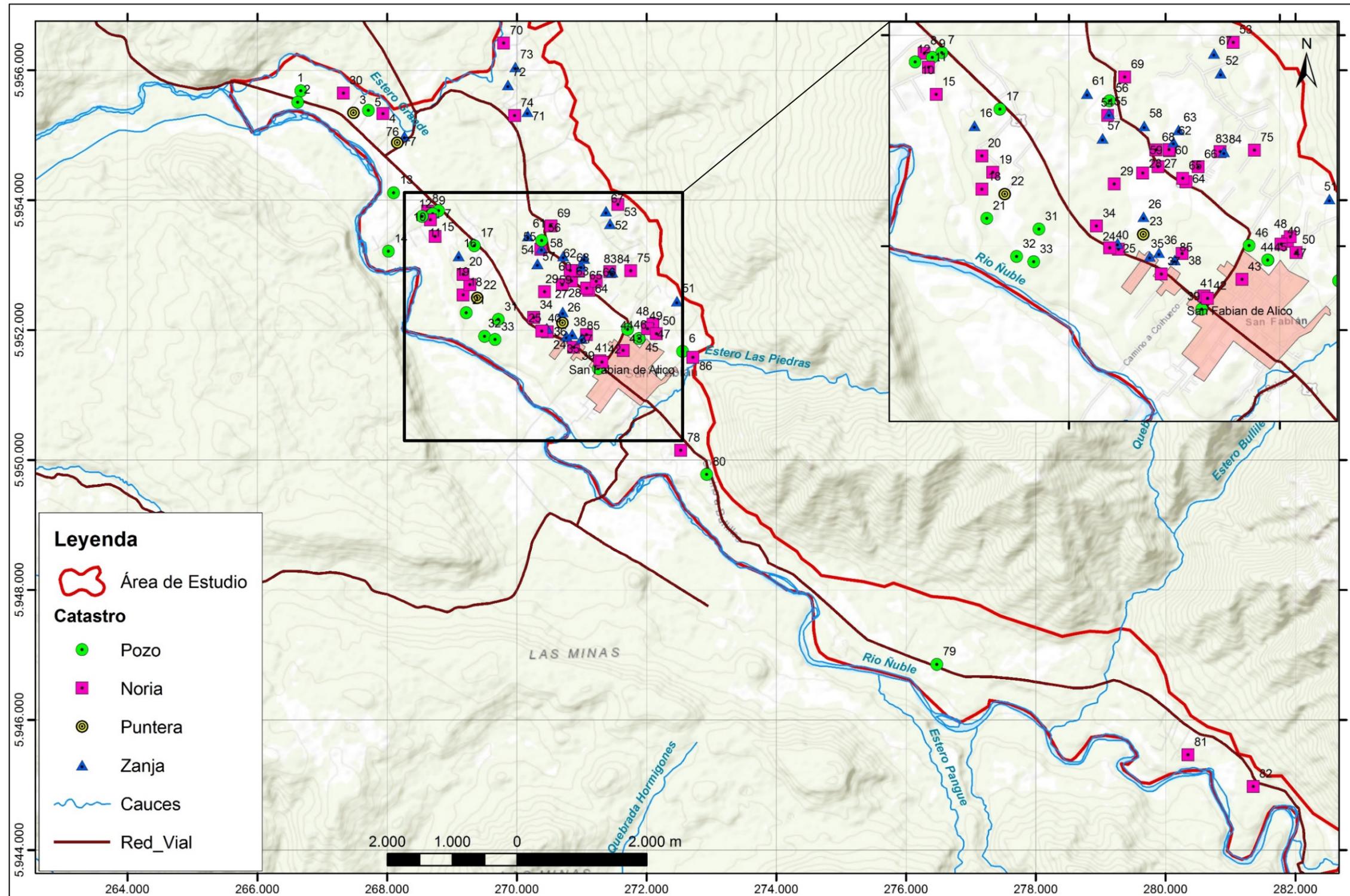


Figura 10.2-2. Ubicación Captaciones Subterráneas Catastradas

Se catastraron un total de 86 captaciones, de las cuales 21 corresponden a pozo, 40 a noria, 21 son zanjas o pozones y 4 corresponden a punteras.

Respecto al uso que se le da al agua extraída desde estas captaciones, un 91% son destinadas para el uso en riego, ya sea de manera exclusiva, o bien, combinado con potable. Sólo 5 captaciones son empleadas exclusivamente para consumo humano.

Cabe señalar que del total de captaciones catastradas, cerca de un 30% se encuentran sin uso, ya sea porque aún no han sido habilitadas, o porque fueron abandonadas. Con respecto a las profundidades perforadas, en el caso de los pozos, en promedio no superan los 40 m, llegando a un máximo de 80 m en el pozo ubicado en el estadio Municipal. En su mayoría, estos se encuentran habilitados en tubería de acero de 6" de diámetro.

En relación a las norias, éstas alcanzan profundidades desde los 3,5 hasta los 12 m; muchas de ellas no tienen revestimiento y las que se encuentran revestidas tienen diámetros en torno a 1 m.

Se logró medir el nivel estático en la mayoría de las captaciones catastradas, sin embargo, hubo 20 en las que no se pudo, ya sea porque no había posibilidades de ingresar el pozómetro o bien porque no se pudo entrar al predio donde se encontraba la captación.

En el Anexo 10.2-1 se incluyen las fichas de catastro con toda la información obtenida de cada una de las captaciones catastradas.

10.2.2 Niveles del Agua Subterránea

Tal como se indicó en el punto anterior, durante el catastro se lograron medir los niveles de la napa en la mayoría de las captaciones catastradas. En total se midieron niveles en 66 captaciones, distribuidas en toda el área de estudio.

Según la información recopilada, si bien durante períodos de estiaje el nivel de la napa desciende, este descenso no afecta mayormente a las captaciones subterráneas, salvo

algunas zanjas de poca profundidad, donde, según los entrevistados, se han secado en años de poca lluvia.

Una parte importante del área de estudio, se ubica sobre las terrazas fluviales de la zona precordillerana del río Ñuble, las que se encuentran a una cota del orden de 25 m sobre el río. Estas terrazas están formadas principalmente por depósitos de gravas y arenas.

En estos depósitos existe una napa sub superficial que alimenta las norias del sector, donde se midieron niveles a una profundidad en torno a 1 m. Por su parte, en los pozos profundos emplazados en estas terrazas, el nivel de la napa se ubica a profundidades mayores, que superan los 20 m de profundidad en algunos casos.

En el caso de las captaciones que se ubican en los depósitos fluvioaluviales en torno al río Ñuble, el nivel de la napa se midió entre los 3 y 7 m de profundidad.

A partir de la información de niveles obtenida durante la ejecución del catastro, se trazaron las curvas equipotenciales, o curvas con igual cota del nivel de la napa. En la Figura 10.2-3 se muestran estas curvas.

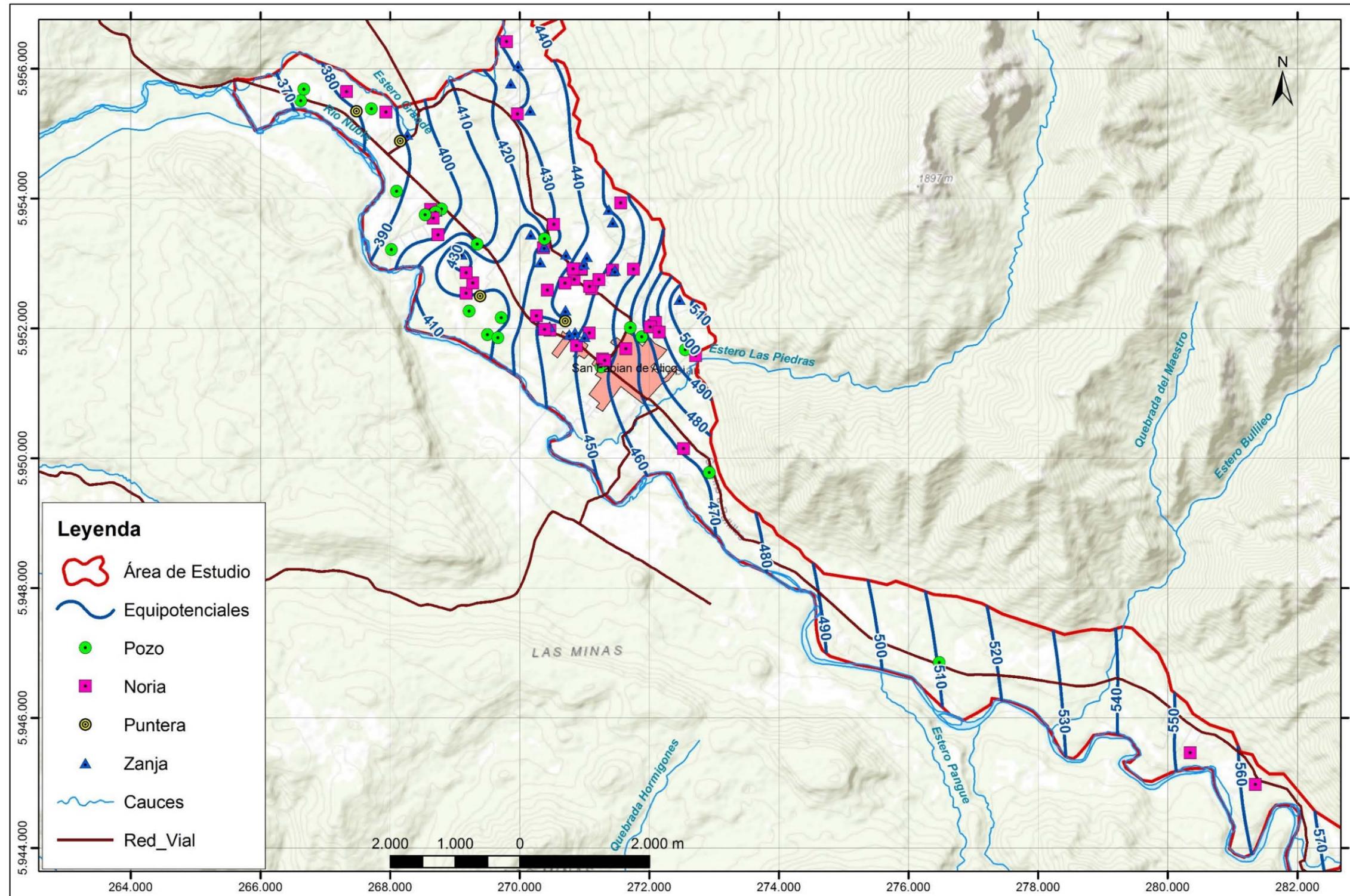


Figura 10.2-3. Equipotenciales Sector San Fabián

10.2.3 Caracterización de los Acuíferos

Los antecedentes recopilados en el capítulo 3.5 del estudio, permitieron caracterizar los acuíferos de la zona, en lo que se refiere al material que lo conforma, su geometría y sus parámetros hidráulicos.

En el área de estudio, los acuíferos más relevantes corresponden a los sedimentos fluvio-aluviales y los depósitos de terrazas fluviales. Los primeros están conformados por gravas, ripios y arenas, y corresponden a depósitos generados en los paleocauces. Por otro lado, los depósitos de terrazas fluviales están compuestos por gravas y ripios, con fracciones variables de arenas y limos.

Respecto a la geometría del acuífero, para estimar su extensión espacial se utilizaron los antecedentes relativos a la geología local en la zona, expuestos el punto 3.5.1.2 Geología Local de este Informe. De acuerdo con estos antecedentes, la superficie del acuífero se delimitó siguiendo los rellenos que lo conforman, tomando como límite oriental del acuífero, la intersección de las formaciones intrusivas miocénicas (Mg) y la Formación Cura-Mallín (OM2c), esto ya que se asume que, en la parte más oriental de la cuenca, los espesores de las formaciones sedimentarias serían de unos pocos metros de espesor. La superficie del acuífero se estimó en 62,5 km². En la Figura 10.2-4 se puede observar la delimitación en superficie del acuífero.

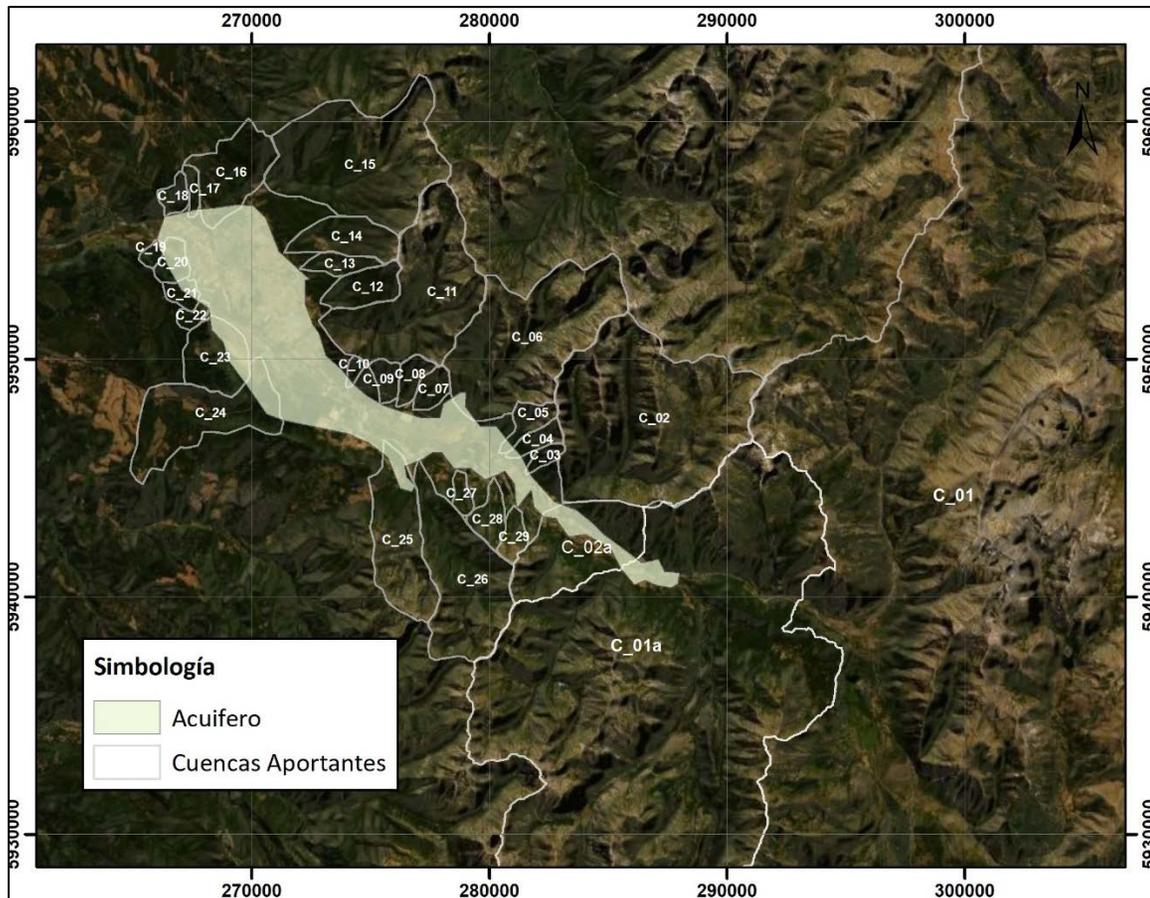


Figura 10.2-4. Delimitación acuífero sector San Fabián

Por otro lado, el espesor saturado se estimó en 80 metros como promedio, considerando la información recopilada, donde los espesores máximos del acuífero serían del orden de 280 metros, según los perfiles gravimétricos de la zona urbana y los espesores mínimos estarían en torno a los 60 metros, según las profundidades de los pozos con estratigrafía en la zona (acápite 3.5.3 Formaciones Acuíferas).

Por último, en base a las estratigrafías de pozos del sector, incluidas en el mismo acápite señalado, se estimó un coeficiente de almacenamiento de 9,3%, considerando que los elementos que predominan son gravas, arenas y arcillas.

En consecuencia, el volumen del acuífero se estimó en 465 millones de m³.

Finalmente, con respecto a los parámetros del acuífero, en la Tabla 10.2-2 se presentan los valores obtenidos de pruebas de bombeo de 4 pozos ubicados en el sector de San Fabián.

Tabla 10.2-2 Parámetros Hidráulicos Acuífero Sector San Fabián

POZO/Expediente	Prof.	Q	N.E.	k	T	G.E.
	[m]	[l/s]	[m]	[m/s]	[m ² /día]	[l/s/m]
AP San Fabián /ND-0801-9280	24	6,5	3,9	$1,1 \times 10^{-4}$	193	1,9
Parc. Sta. Andrea-La Vega/ND-0801-9352	14	1,3	9,0	$1,3 \times 10^{-4}$	56	0,6
Parc. 30 - La Vega/ ND-0801-10039	48	5,8	10,5	$1,1 \times 10^{-5}$	35	0,3
AP San Fabián/Pozo N°2	60	20,0	24,6	$2,0 \times 10^{-4}$	610	6,2

Se observa que los valores de permeabilidad y transmisividad son típicos de acuíferos constituidos por materiales de granulometría gruesa a media.

10.2.4 Áreas de Interés Hidrogeológico

En base a la caracterización hidrogeológica desarrollada y con la información de derechos de agua constituidos y en trámite en el área de estudio, se definieron 4 sectores atractivos para la explotación de recursos hídricos subterráneos.

El primero de ellos corresponde al área más estrecha de la zona de estudio, ubicada aguas arriba de San Fabián de Alico. En este sector se estima que desde pozos profundos, que lleguen hasta los 60 m de profundidad, se podrían extraer caudales del orden de 4 l/s.

Luego, en el entorno de la ciudad, se estima que se podrían extraer caudales del orden de 8 l/s, desde pozos de hasta 80 m de profundidad.

El sector más ancho del área de estudio, inmediatamente aguas abajo de San Fabián de Alico, sería el más interesante desde el punto de vista hidrogeológico. En este sector se estima que desde pozos de hasta 80 m, se podrían extraer caudales en torno a los 20 l/s, o superiores.

Finalmente, hacia el extremo poniente del área de estudio, donde el valle se vuelve a estrechar, los caudales esperables desde pozos de hasta 40 m de profundidad, llegan a 8 l/s.

En la Figura 10.2-5 se muestran los polígonos definidos con los caudales estimados de explotación.

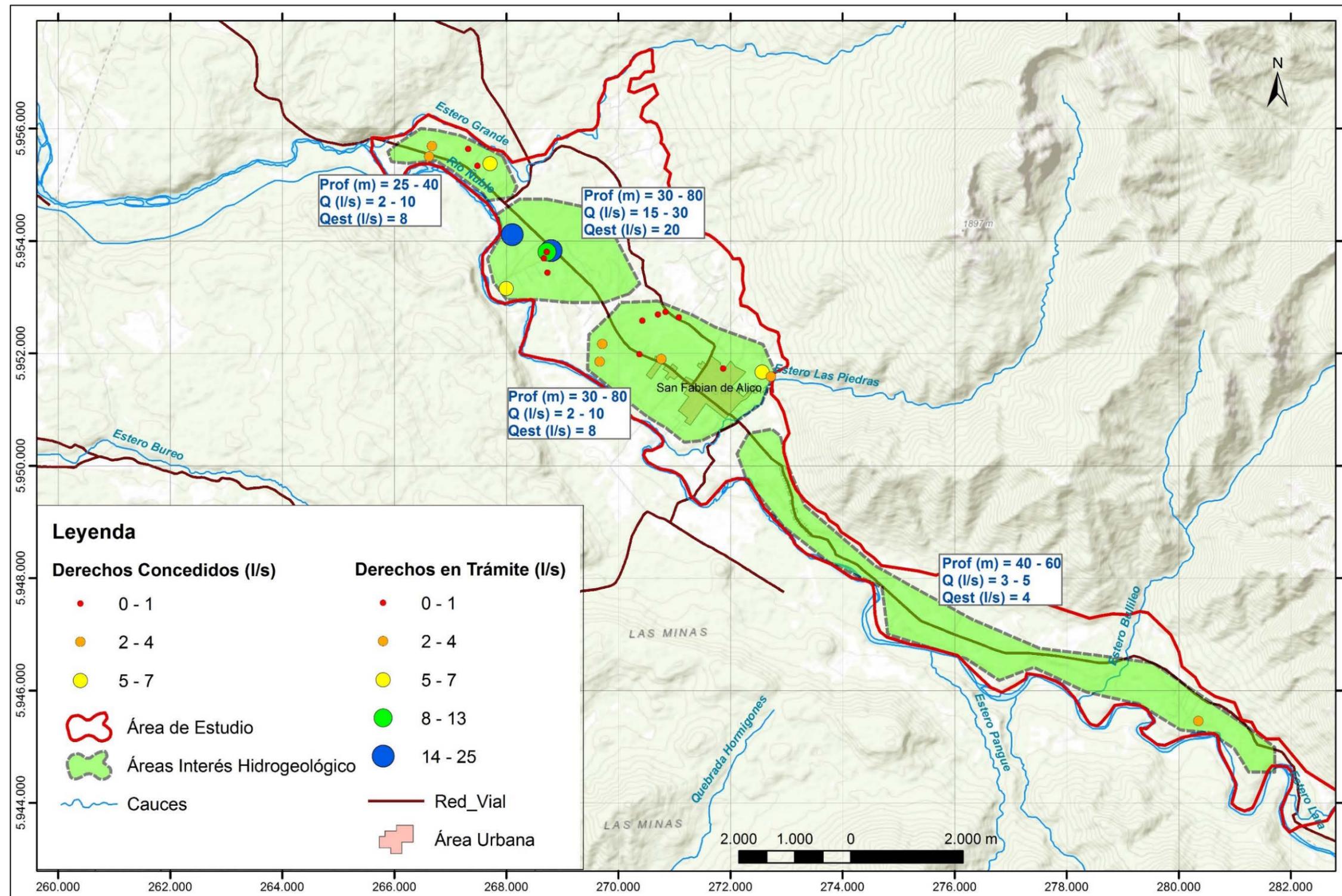


Figura 10.2-5. Sectores de Interés Hidrogeológico

10.3 Calidad de las Aguas Superficiales y Subterráneas

Se tomaron muestras de calidad del agua en los cauces principales del área de estudio, los que corresponden al Río Ñuble (2 muestras), y esteros Lara, Bullileo, Las Piedras y Grande. En la Figura 10.3-1 se muestra la ubicación de estos puntos de muestreo.

Estas muestras fueron tomadas el día 14 de septiembre a partir de las 14:20 horas, e ingresadas en el laboratorio el día 15 de septiembre, antes de las 9:00. Cabe señalar que el traslado de las muestras fue realizado por el mismo personal que las tomó, en sus respectivas cajas de enfriamiento, de tal manera de asegurar que llegaran al laboratorio en menos de 24 horas, período límite considerado como válido para realizar los correctos análisis de calidad.

Estas muestras fueron sometidas a análisis de calidad según la norma NCh133 Of 78, cuyos requisitos para el uso en riego se consignan en la Tabla 10.3-1.

Tabla 10.3-1. Requisitos de Calidad Agua para Riego según NCh1333 Of78.

INDICADOR	UNIDAD	EXPRESIÓN	REQUISITO
pH	Unidad	pH	5,5 - 9,0
Aluminio	mg/l	Al	5,00
Arsénico	mg/l	As	0,10
Bario	mg/l	Ba	4,00
Berilio	mg/l	Be	0,10
Boro	mg/l	Bo	0,75
Cadmio	mg/l	Cd	0,01
Carbaril	µg/l		70,00
Cianuro	mg/l	CN	0,20
Cloruros	mg/l	Cl-	200,00
Cobalto	mg/l	Co	0,05
Cobre	mg/l	Cu	0,20
Cromo	mg/l	Cr	0,10 (1)
Hierro	mg/l	Fe	5,00
Fluoruros	mg/l		1,00
Litio	mg/l	Li	2,50
Litio (cítricos)	mg/l	Li	0,075
Manganeso	mg/l	Mn	0,20
Mercurio	mg/l	Hg	0,001
Molibdeno	mg/l	Mo	0,01
Níquel	mg/l	Ni	0,20
Plata	mg/l	Ag	0,20
Plomo	mg/l	Pb	5,00
Selenio	mg/l	Se	0,02
Sodio	%	Na	35,00
Sulfatos	mg/l	SO ₄ ⁻²	250,00
Vanadio	mg/l	Vn	0,10
Zinc	mg/l	Zn	2,00
Coliformes Fecales	NMP/100 ml	CF	1000

NOTA:

(1) : En aguas de riesgo destinadas a verduras y frutas que se desarrollan a ras del suelo y que habitualmente se consumen en estado crudo.

(2) : El sodio porcentual es la relación entre la concentración del ión sodio y la suma de las concentraciones de los iones sodio, calcio, magnesio y potasio expresadas en miliequivalentes por litro, de acuerdo a la expresión siguiente: $Na\% = (Na / (Na+Ca+Mg+K)) \times 100$

En relación al contenido de pesticidas presentes en las aguas: para el caso de los Herbicidas es la autoridad competente la que se debe pronunciar en cada caso específico; para el caso de los Insecticidas, no se considera que tengan efectos perniciosos en aguas para riego.

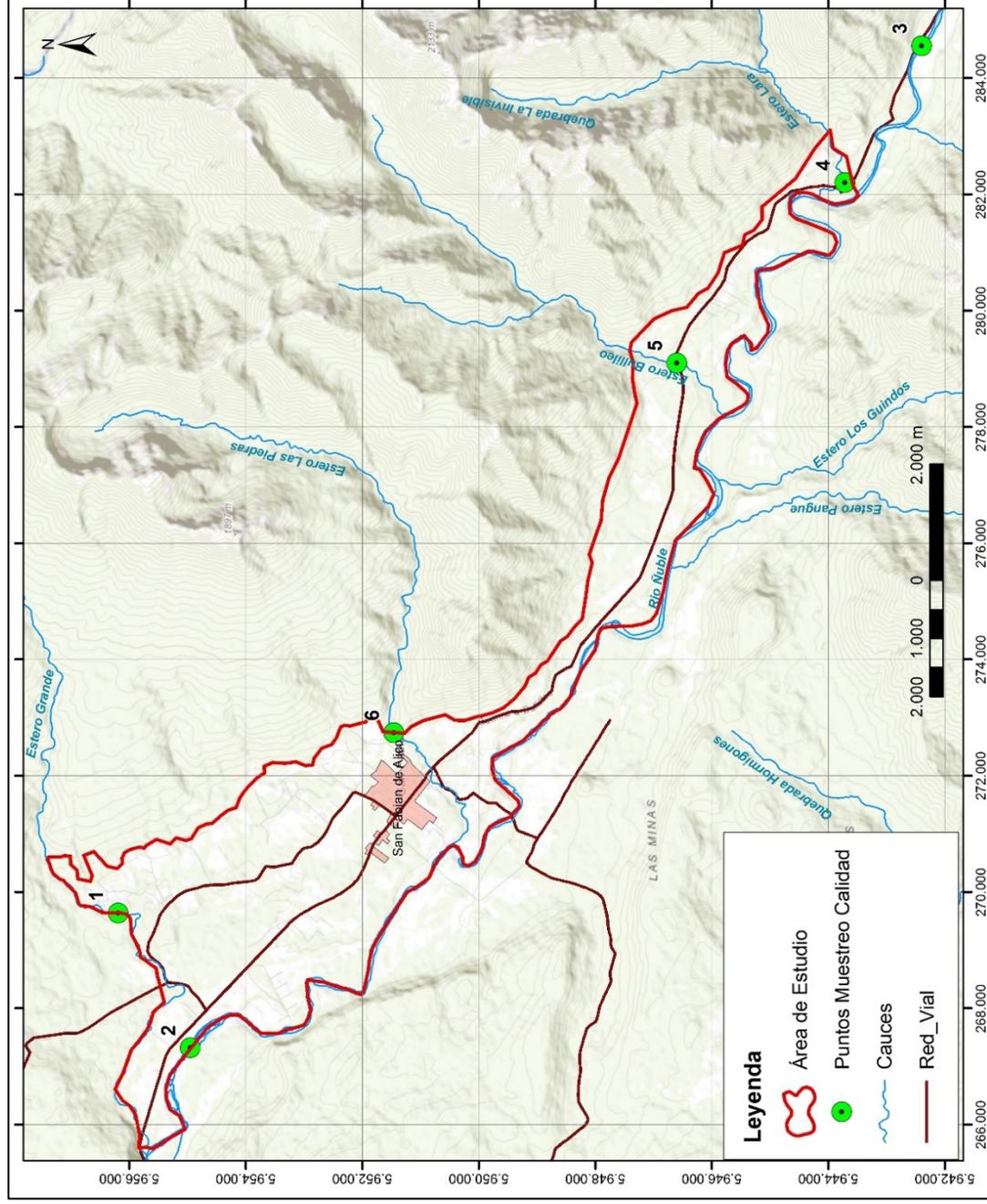


Figura 10.3-1. Puntos de Muestreo de Calidad del Agua

En la Tabla 10.3-2 se presentan los resultados obtenidos de los análisis de calidad realizados a las 6 muestras de aguas superficiales. En el Anexo 10.3-1 se incluyen los análisis completos, los que fueron hechos por el laboratorio Hidrolab.

Según estos análisis, en general las aguas superficiales cumplen con todos los requisitos de calidad de agua para riego, establecidos por la norma NCh1333. El único parámetro que se encuentra excedido del límite establecido por la norma, es el sodio porcentual, específicamente en las aguas de los esteros Grande y Las Piedras.

Este exceso de sodio porcentual puede estar ocasionado por las explotaciones forestales existentes en ambas cuencas, aguas arriba de los puntos donde se tomaron las muestras de agua.

Tabla 10.3 - 2. Resultados Análisis de Calidad Aguas Superficiales

PARAMETRO	UNIDADES	Límite NCh1333	Estero Grande	Río Ñuble aguas abajo	Río Ñuble aguas arriba	Estero Lara	Estero Bullileo	Estero Las Piedras
Boro	mg B/L	0,75	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
Cloruros	mg Cl/L	200	0,6	0,75	0,67	<0,50	<0,50	0,98
Cianuro Total	mg CN/L	0,2	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
Fluoruro	mg F/L	1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Nitrato	mg N/L	-	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,1	<0,1
pH	unidad	5,5 < pH < 9,0	7,57 (25,0 °C)	7,66 (25,0 °C)	7,30 (25,0 °C)	7,22 (25,0 °C)	7,15 (25 °C)	7,00 (25,0 °C)
Sulfato	mg/L	250	1,83	3,84	4,17	2,82	<1,00	<1,00
Coliformes Fecales	NMP/100 ml	1000	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8
Plata	mg Ag/L	0,2	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002
Aluminio	mg Al/L	5	0,062	0,136	0,139	0,042	0,037	0,071
Arsénico	mg As/L	0,1	<0,001	0,002	0,003	<0,001	<0,001	<0,001
Bario	mg Ba/L	4	0,010	0,011	0,024	0,009	0,006	0,008
Berilio	mg Be/L	0,1	<0,0005	<0,005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005
Calcio	mg Ca/L	-	1,30	7,050	7,58	3,3	1,46	1,82
Cadmio	mg Cd/L	0,01	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,001	0,001
Cobalto	mg Co/L	0,05	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Cromo	mg Cr/L	0,1	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Cobre	mg Cu/L	0,2	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Hierro	mg Fe/L	5	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
Mercurio	mg Hg/L	0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Potasio	mg K/L	-	<0,200	<0,200	<0,200	<0,200	<0,200	0,500
Litio	mg Li/L	2,5	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003
Litio (Cítricos)	mg Li/L	0,075	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003
Magnesio	mg Mg/L	-	<0,2	0,952	0,998	<0,2	<0,2	<0,2

PARAMETRO	UNIDADES	Límite NCh1333	Estero Grande	Río Ñuble aguas abajo	Río Ñuble aguas arriba	Estero Lara	Estero Bullileo	Estero Las Piedras
Manganeso	mg Mn/L	0,2	<0,001	0,002	0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Molibdeno	mg Mo/L	0,01	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Sodio	mg Na/L	-	2,11	3,23	3,43	1,67	1,38	2,01
Níquel	mg Ni/L	0,2	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Plomo	mg Pb/L	5	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
Selenio	mg Se/L	0,02	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Vanadio	mg V/L	0,1	<0,008	<0,008	<0,008	<0,008	<0,008	<0,008
Zinc	mg Zn/L	2	0,004	<0,002	<0,002	0,026	<0,002	<0,002
Alcalinidad	mg CaCO3/L	-	7,50	26,9	28,2	12,2	8,5	11,0
Conductividad	us/cm	750	16,8	63,3	67,7	30,3	17,7	21,3
Dureza Total	mg/L CaCO3	-	3,25	21,5	23,0	8,12	3,65	4,54
Sodio Porcentual	% Na	35	52,5	24,6	24,5	22,3	33,7	40,3
RAS	-	-	0,40	0,30	0,31	0,16	0,19	0,29
Sólidos disueltos totales	mg/L	500	8,00	31,0	35,0	21,0	10	11,2

Respecto a las aguas subterráneas, y considerando que éstas pueden ser una alternativa para el riego de la zona, se recopiló información de calidad del agua de dos muestras tomadas en los pozos del agua potable de San Fabián (Pozo costado piscina municipal y Pozo Pichinal), el día 6 de agosto de 2020. En la Tabla 10.3-3 se muestra el resultado del análisis efectuado a las aguas subterráneas del sector de San Fabián, mientras que en el Anexo 10.3-1 se presentan los análisis completos.

Cabe señalar que los análisis efectuados a las muestras de agua para el servicio de agua potable, no considera los mismos parámetros analizados en las muestras de agua superficiales. Considerando esto, y al observar los resultados de la Tabla 10.3-3, es posible señalar que, al menos para los parámetros medidos, las aguas subterráneas cumplen con todos los requisitos de la norma NCH133, Of.78.

Por otro lado, teniendo en cuenta que el acuífero es el mismo en toda el área de estudio, es posible esperar que desde otros pozos perforados en este mismo acuífero, se obtengan resultados de calidad similares a los de los pozos del agua potable, es decir, aguas aptas para el riego.

Tabla 10.3-3. Resultados Calidad de Aguas Subterráneas

PARÁMETRO	UNIDADES	Límite NCh1333	Pozo costado piscina municipal	Pozo Pichinal
Boro	mg B/L	0,75	-	-
Cloruros	mg Cl/L	200	19,8	18,1
Cianuro Total	mg CN/L	0,2	<0,002	<0,002
Fluoruro	mg F/L	1	0,3	0,26
Nitrato	mg N/L	-	0,646	0,675
pH	unidad	5,5 < pH < 9,0	7,77 (18,9 °C)	7,38 (15,7 °C)
Sulfato	mg/L	250	22	21
Coliformes Fecales	NMP/100 ml	1000	<2,0	<2,0
Plata	mg Ag/L	0,2	-	-
Aluminio	mg Al/L	5	-	-
Arsénico	mg As/L	0,1	0,0053	0,0035
Bario	mg Ba/L	4	-	-
Berilio	mg Be/L	0,1	-	-
Calcio	mg Ca/L	-	-	-
Cadmio	mg Cd/L	0,01	<0,002	<0,002
Cobalto	mg Co/L	0,05	-	-
Cromo	mg Cr/L	0,1	<0,05	<0,05
Cobre	mg Cu/L	0,2	<0,005	<0,005
Hierro	mg Fe/L	5	<0,03	<0,03
Mercurio	mg Hg/L	0,001	<0,0005	<0,0005
Potasio	mg K/L	-	-	-
Litio	mg Li/L	2,5	-	-
Litio (Cítricos)	mg Li/L	0,075	-	-
Magnesio	mg Mg/L	-	4,23	2,86
Manganeso	mg Mn/L	0,2	<0,005	<0,005
Molibdeno	mg Mo/L	0,01	-	-
Sodio	mg Na/L	-	-	-
Níquel	mg Ni/L	0,2	-	-
Plomo	mg Pb/L	5	<0,03	<0,03
Selenio	mg Se/L	0,02	<0,0005	<0,0005
Vanadio	mg V/L	0,1	-	-
Zinc	mg Zn/L	2	<0,005	<0,005
Alcalinidad	mg CaCO ₃ /L	-	-	-
Conductividad	us/cm	750	-	-
Dureza Total	mg/L CaCO ₃	-	-	-
Sodio Porcentual	% Na	35	-	-
RAS	-	-	-	-
Sólidos disueltos totales	mg/L	500	130,0	143,0

10.4 Diagnóstico de la Situación Legal de los Derechos de Agua

En este punto se analiza la situación de los derechos de agua en el área de interés, para efectos de establecer las posibilidades que se tiene de hacer uso de recursos de agua locales y externos, con el fin de destinarlos al riego de las áreas agrícolas de la zona de estudio, en la comuna de San Fabián.

Para realizar el diagnóstico, se utilizó la información obtenida del CPA de la DGA, la que fue complementada con información que se recopiló directamente desde el CBR de San Carlos.

Respecto a las fuentes de agua locales, se definieron las cuencas que drenan hacia el río Ñuble por su ribera norte, entre los esteros Lara y Grande, que corresponde justamente al área de interés de este trabajo.

En cuanto a las fuentes externas, la de mayor importancia es el río Ñuble en el sector de La Punilla donde se construirá el embalse, desde el cual una parte de los recursos podrían destinarse al riego del sector 6, que justamente corresponde al área de San Fabián.

El análisis se planteó para los derechos constituidos, superficiales y subterráneos, y regularizados, dejando fuera los derechos en trámite superficiales, por estar todos fuera del área de estudio, y por ser sólo 2, que corresponden a DAA no consuntivos. Por ello, no representan una limitación legal para los efectos de este diagnóstico. A su vez, los derechos subterráneos en trámite sí se consideraron, por estar todos ellos solicitados en el acuífero de San Fabián.

10.4.1 Derechos de Agua de Fuentes Locales

Al hablar de fuentes locales, para el caso de aguas superficiales, se hace referencia, por una parte, a las cuencas que acceden al área de estudio desde el norte, que de acuerdo al estudio hidrológico serían 17, y por otra, al área de estudio misma. Varias de estas cuencas desaguan al río Ñuble luego que sus cauces cruzan el área de San Fabián. Las fuentes locales que interesan corresponden a los esteros Lara, Bullileo, Las Piedras, Melozal y Grande.

En cuanto a fuentes locales subterráneas, éstas estarían dentro del acuífero de San Fabián, perteneciente al Sector Hidrogeológico de Aprovechamiento Común Ñuble Alto de la DGA, el cual colinda con los contrafuertes precordilleranos ubicados al norte, quedando definido ese acuífero por toda la zona plana, la cual corresponde al total del área de estudio.

10.4.1.1 Derechos de Aguas Superficiales de Fuentes Locales

a) Derechos Constituidos y Regularizados

De acuerdo al análisis de derechos de aguas para el área de estudio, para las fuentes locales existen 14 derechos de agua superficiales consuntivos, de ejercicio permanente y continuo. Cuatro (4) de estos derechos corresponden a derechos de comunidades de agua, en que 2 de ellos alcanzan caudales de 250 l/s sobre aguas del estero Bullileo, 15 l/s sobre las del estero La Mortandad (dentro del mismo sector de riego que lleva ese nombre) y 21 l/s sobre aguas del estero Grande. Los diez (10) derechos restantes corresponden a regularizaciones de las cuales solo dos (2) están incluidas en la información del CPA de la DGA.

Cabe señalar, que además de los derechos ya mencionados, existen derechos sobre aguas del estero Grande, por un caudal de 500 l/s regularizados a nombre de Sociedad Agrícola La Montaña, según consta en el Registro de Propiedad de Aguas del CBR de San Carlos, a fojas 372 N°338, del año 2006. Estos derechos son ejercidos en una bocatoma ubicada a 4.250 m aguas arriba del cruce del estero Grande con el antiguo camino público a San Fabián, en la ribera derecha del cauce.

En relación con las regularizaciones señaladas, habría 22,8 l/s destinados al agua potable de la localidad de San Fabián de Alico, sobre aguas del estero Las Piedras. El resto de las regularizaciones corresponden a uso en riego, por un caudal de 147 l/s de los esteros Lara, Las Piedras, Macal y Melozal (además de los 500 l/s de Soc. Agrícola La Montaña).

Los derechos del estero Las Piedras están destinados al abastecimiento de agua potable de la localidad de San Fabián de Alico, debido a lo cual, limitarían su aprovechamiento para abastecer el proyecto del embalse San Fabián, propuesto como alternativa en el estudio de prefactibilidad de EDIC de 1994. Por otro lado, los derechos sobre las aguas de los distintos

esteros, al igual que los correspondientes a comunidades de aguas, son derechos cuyo uso es riego, por lo que no impondrían limitaciones a su uso, como parte de las fuentes locales del área de interés; con la excepción de los 500 l/s inscritos a nombre de Sociedad Agrícola La Montaña, que son destinados al riego en cuencas aledañas, fuera del área de estudio, por lo que deben ser descontados de la disponibilidad legal de agua para los proyectos de riego.

Respecto a los 28 l/s sobre aguas del estero Melozal, regularizados, estas se usan en el riego de un predio ubicado al norte del Fundo El Marrón. En razón de esto, llegando a un acuerdo con el propietario sí podrían usarse para el embalse San Fabián.

Por otro lado, se identificaron dos (2) derechos de aguas superficiales no consuntivos constituidos, de uso permanente y continuo, por un caudal total de 852,7 l/s. El primero de ellos se encuentra sobre las aguas del estero Lara, por un caudal de 558,3 l/s, mientras que el restante es sobre las aguas de la quebrada La Imposible, afluente al mismo estero Lara, y alcanza 294,4 l/s. El punto de restitución de ambos derechos se encuentra aguas arriba del Área de Estudio, por lo que estos derechos no imponen restricciones legales al uso de las aguas del estero Lara.

Los derechos no consuntivos, de ejercicio permanente y discontinuo, identificados alcanzan a 3, por un total promedio de 562,8 l/s. Uno de ellos se ubica sobre las aguas de la quebrada Del Maestro, afluente al estero Bullileo, y posee un caudal de 112,3 l/s; el segundo de ellos se encuentra sobre las aguas del mismo estero Bullileo, y alcanza a 355,5 l/s; mientras que el derecho restante es sobre aguas de la quebrada La Invisible, afluente del estero Lara, con un caudal de 95 l/s. Las restituciones de estos 3 derechos se encuentran aguas abajo del Área de Estudio, por lo que hay que considerarlos como restricciones legales a la disponibilidad de agua en las fuentes involucradas.

En el caso de los derechos no consuntivos de ejercicio eventual y continuo se presentan dos situaciones. Se identificaron 2 derechos que captan y restituyen aguas arriba del Área de Estudio, por lo que no imponen restricciones al uso de las aguas de sus fuentes. Estos derechos se ubican en el estero Lara (1.660,3 l/s) y la quebrada La Imposible (890,6 l/s), afluentes al estero Lara. Para la segunda situación se identificaron 2 derechos que captan aguas arriba del

Área de Estudio y descargan aguas abajo de ella; estos derechos corresponden a uno sobre el estero Bullileo por 538,5 l/s y el otro sobre las aguas de la quebrada Del Maestro por 162,4 l/s. Estos dos derechos deben ser considerados como restricciones legales a la disponibilidad de agua en los cauces mencionados.

Finalmente, se identificó un (1) derecho de aprovechamiento de aguas superficiales no consuntivo, de ejercicio eventual y discontinuo, que se ubica sobre las aguas de la quebrada La Invisible y que alcanza un caudal promedio de 317,3 l/s. El punto de restitución de este derecho, está ubicado aguas abajo del Área de Estudio, por lo que su caudal se debe descontar de la disponibilidad de aguas de la quebrada La Invisible, afluente al estero Lara, para efectos del presente estudio.

En el Anexo 10.4-1 se presenta los derechos de aprovechamiento de aguas superficiales constituidos en el sector 6, mientras que en el Anexo 10.4-2 se presentan los derechos de aprovechamiento de aguas superficiales regularizados en dicho sector.

En la Figura 10.4-1 se presentan los derechos de aprovechamiento de aguas superficiales constituidos en las fuentes locales, al igual que los regularizados.

Es necesario señalar que existen diferencias entre lo indicado en el texto del informe y el número de puntos con derechos que se pueden observar en las figuras, en que hay algunos DAA, tanto regularizados como en trámite, donde existe coincidencia en la ubicación de puntos de captación o de restitución. En particular hay coincidencia de 2 derechos de agua regularizados.

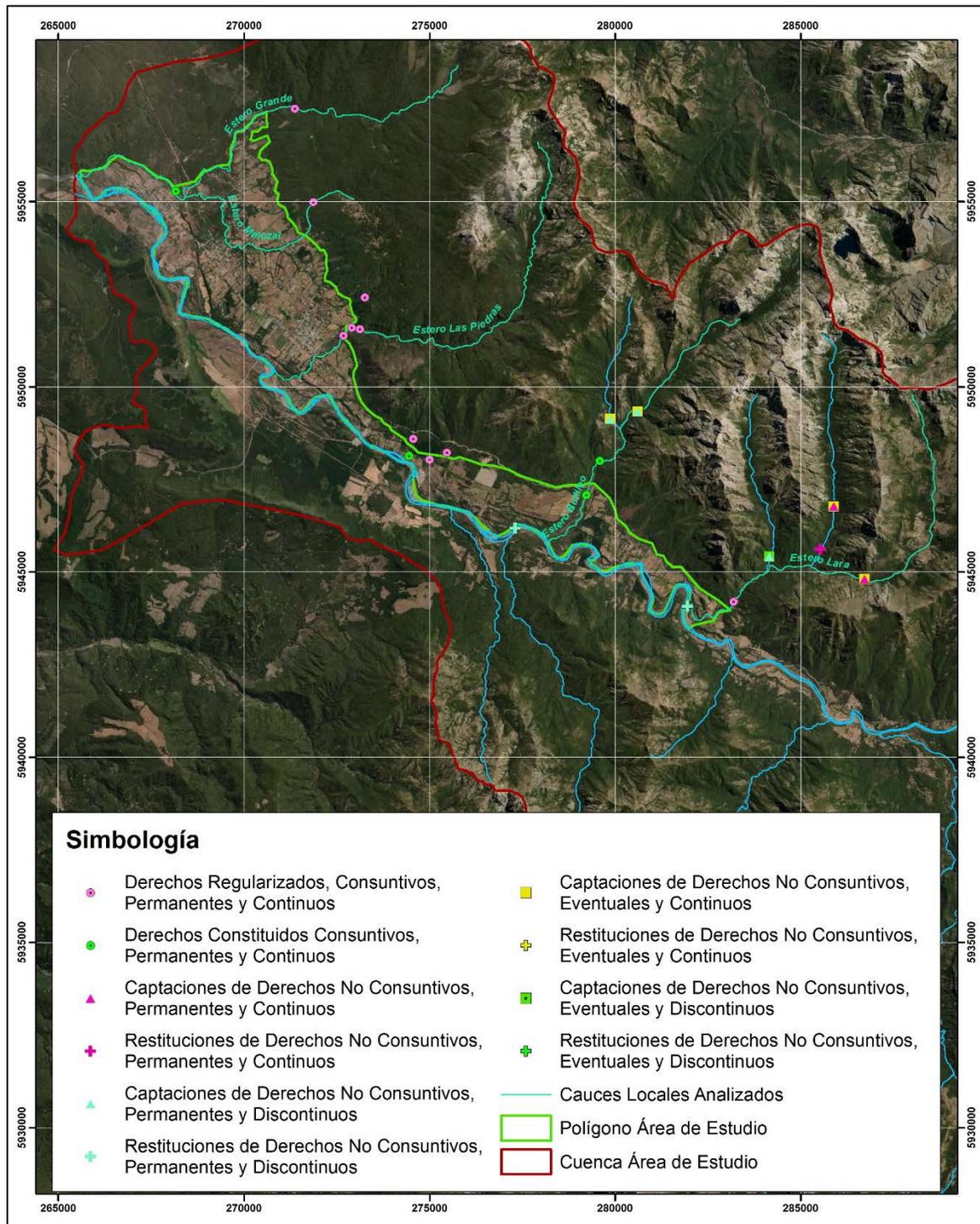


Figura 10.4-1. Derechos de Aprovechamiento de Aguas Superficiales Concedidos en Fuentes Locales

b) Derechos en Trámite

A partir de la revisión de la información disponible, se determinó que no existen derechos de aprovechamiento de aguas superficiales en trámite de tipo consuntivo de las fuentes locales.

Por otra parte, se identificaron 6 derechos de aprovechamiento de aguas superficiales no consuntivos de ejercicio permanente y continuo que se encuentran en trámite. De estos 6 derechos, 4 se encuentran en el estero Bullileo o sus afluentes y 2 en el estero Lara.

Con respecto a los 4 derechos del estero Bullileo, la restitución de las aguas se ubica aguas arriba del área de estudio en 3 de ellos, por lo que solamente un derecho impone restricciones a la disponibilidad de aguas del estero Bullileo, por un caudal de 1.500 l/s.

En el caso de los derechos sobre el estero Lara, el punto de restitución de ambos derechos se encuentra aguas abajo del sector definido para las captaciones de los proyectos a considerar para el presente estudio, por lo que se debe considerar su caudal como una restricción legal para la disponibilidad de aguas en el estero Lara. El caudal de estos dos derechos asciende a un total de 1.000 l/s.

Además, se identificó un derecho en trámite, no consuntivo y de ejercicio permanente y discontinuo. Este derecho se encuentra sobre las aguas del estero Bullileo, pero tanto su captación como su restitución se encuentran aguas arriba del Área de Estudio, por lo que no impone restricciones a la disponibilidad de aguas de dicho estero.

En el Anexo 10.4-3 se presentan los derechos de aprovechamiento de aguas superficiales en trámite en el sector 6.

En la Figura 10.4-2 se presentan los derechos de aprovechamiento de aguas superficiales en trámite en las fuentes locales.

Debe señalarse que en este caso, también existieron diferencias entre lo indicado en el texto del informe y el número de puntos con derechos que se pueden observar en las figuras. En particular, 3 puntos de restitución de solicitudes de derechos en el estero Bullileo coinciden,

mientras que en el caso del estero Lara, las 2 solicitudes muestran coincidencia en el punto de captación y en el punto de restitución.

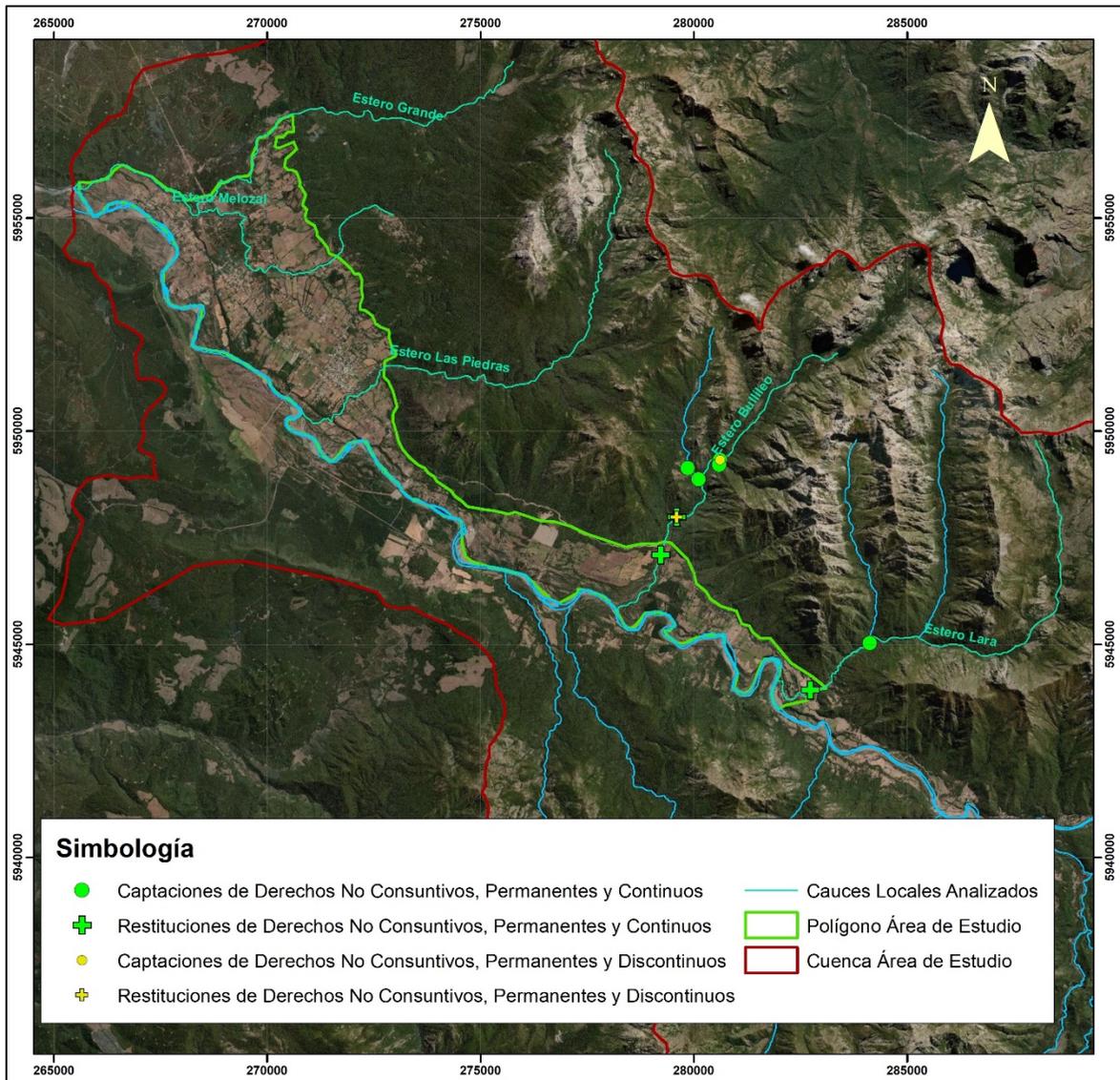


Figura 10.4-2. Derechos de Aprovechamiento de Aguas Superficiales en Trámite de Fuentes Locales

10.4.1.2 Derechos de Aguas Subterráneas de Fuentes Locales

Los derechos constituidos de aguas subterráneas, de tipo definitivos, de ejercicio permanente y continuo, son 18 en total, por un caudal de 33,5 l/s. Como era de esperar, la mayor parte de

las captaciones se ubican en la parte en que el desarrollo hidrogeológico del valle dentro del área de estudio es mayor, aguas abajo de la localidad de San Fabián de Alicó. La mayoría de esos derechos, sobre 24 l/s, se destinan al riego, aunque si se revisa el promedio de caudales por captación, se podría regar hasta unas 3,0 has, como promedio.

En cuanto a los derechos en trámite, se actualizó esta información, detectándose que al mes de abril de 2021 existen 9 derechos por un caudal total de 22,2 l/s, en lugar de los 70 l/s que se tenía originalmente; esto debido a que 3 derechos fueron denegados o sus solicitantes desistieron de continuar con la tramitación, los que en total ascendían a un caudal de 57,6 l/s.

De acuerdo a esto, las posibilidades de aprovechar aguas subterráneas de este acuífero que es de regular potencia solamente, se verían mermadas ya, en un monto del orden de los 56 l/s (33,5 l/s constituidos y 22,2 l/s en trámite), lo que no augura una posibilidad muy interesante de uso de aguas subterráneas para riego en el área, salvo en el sector inferior que es el más interesante desde el punto de vista hidrogeológico.

En la Figura 10.4-3 se presentan los derechos de aguas subterráneas concedidos definitivos en el Área de Estudio, mientras que en la Figura 10.4-4 se muestran los derechos de aguas subterráneas en trámite.

En el Anexo 10.4-1 se presenta los derechos de aprovechamiento de aguas subterráneas constituidos en el sector 6, mientras que en el Anexo 10.4-2 se presentan los derechos de aprovechamiento de aguas subterráneas regularizados en dicho sector. Los derechos de aprovechamiento de aguas superficiales en trámite en el sector 6 se presentan en el Anexo 10.4-3.

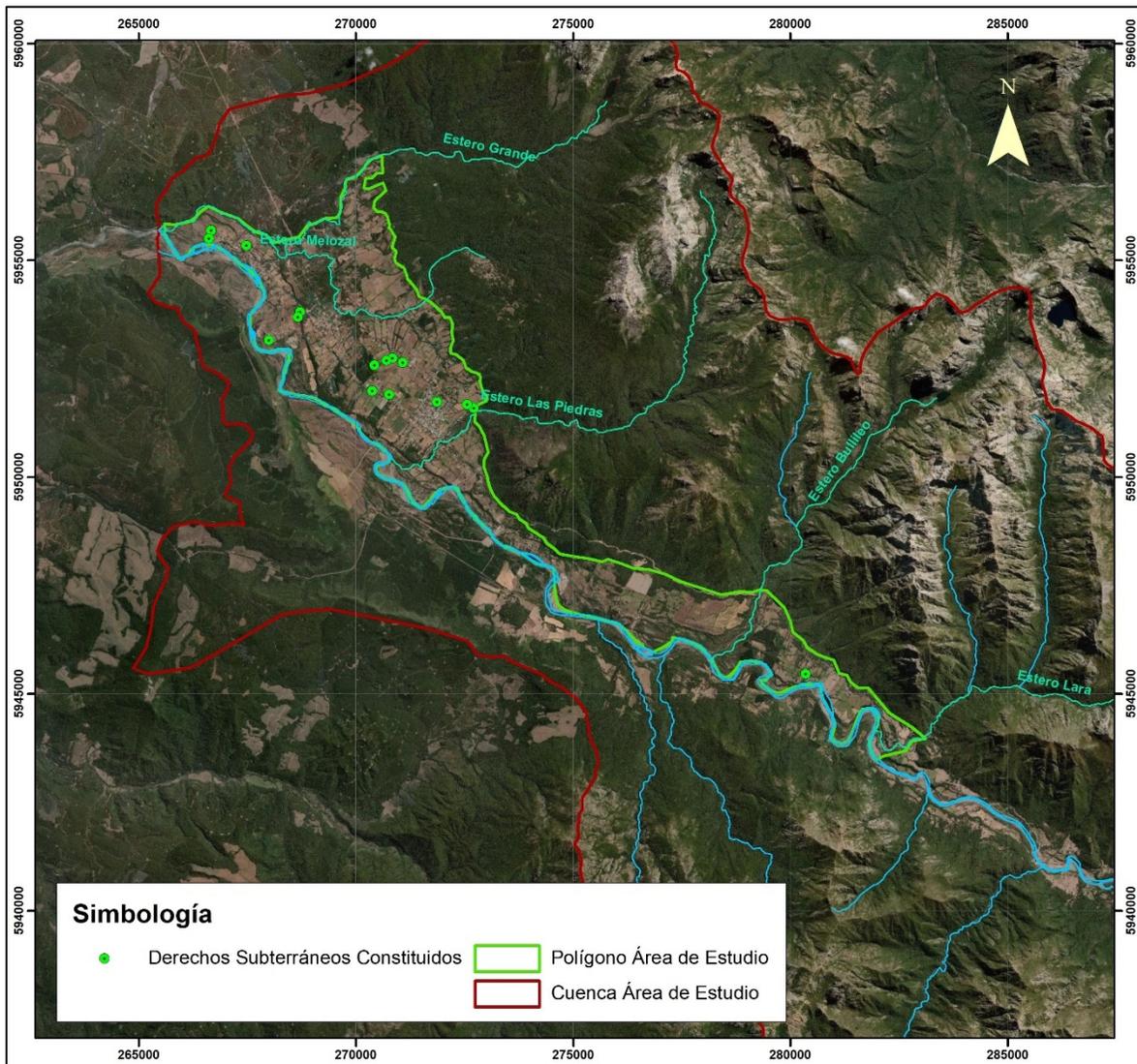


Figura 10.4-3. Derechos de Aprovechamiento Aguas Subterráneas Concedidos Definitivos en el Área de Estudio

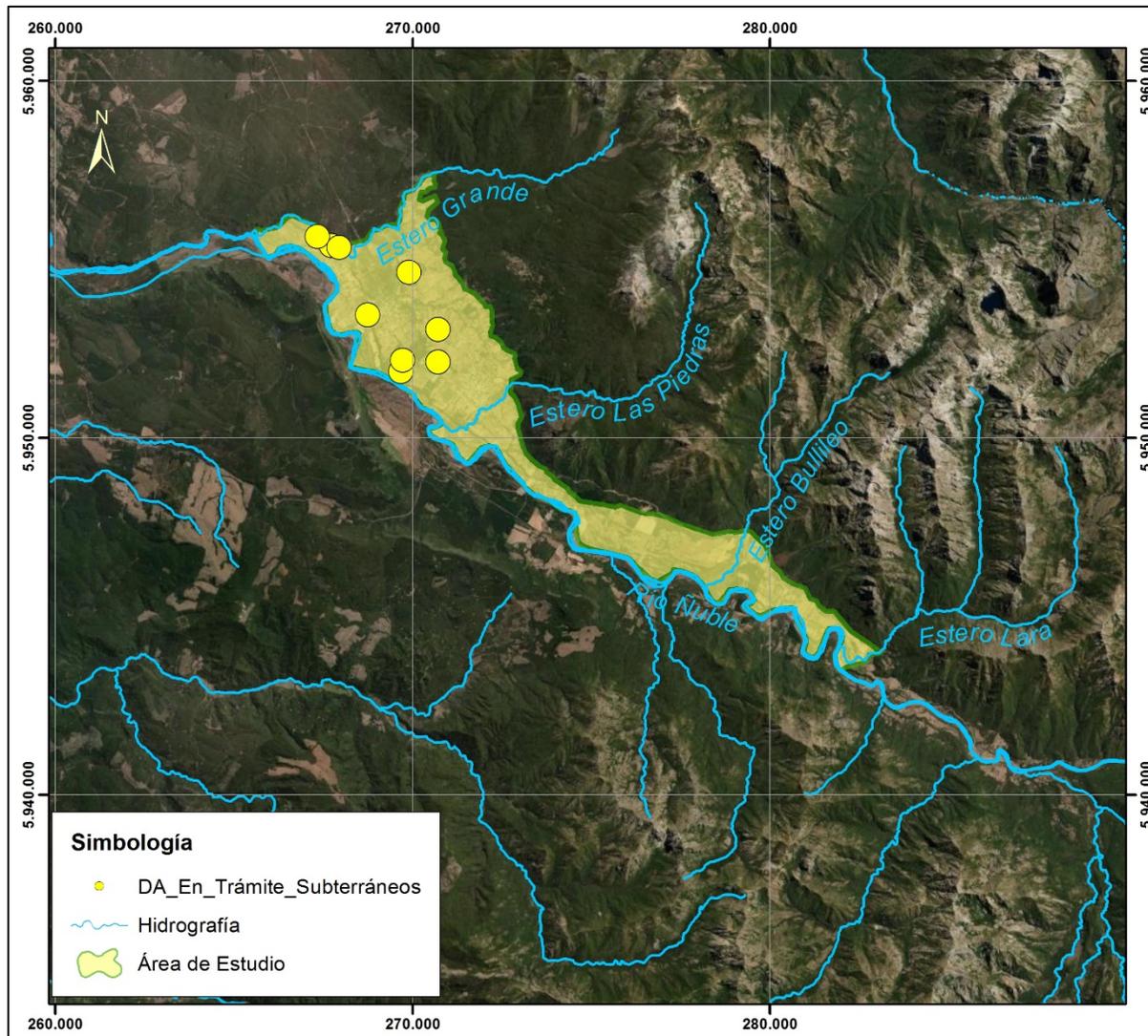


Figura 10.4-4. Derechos de Aprovechamiento Aguas Subterráneas en Trámite en el Área de Estudio

10.4.1.3 Disponibilidad de Aguas en Fuentes Locales

A modo de resumen, respecto a la disponibilidad legal de aguas superficiales de fuentes locales, se determinaron los caudales medios mensuales en los esteros Lara, Bullileo, Las Piedras, Melozal y Grande, en el punto en que sus cauces acceden al área con potencialidad agrícola, para probabilidades de excedencia de 85% y 10%. A estos caudales se les descontaron derechos consuntivos y no consuntivos, permanentes y eventuales, que no tengan como uso definido el riego. Los derechos permanentes han sido descontados al caudal

85% de probabilidad de excedencia, mientras que los derechos eventuales lo han sido del caudal 10% de probabilidad de excedencia.

En la Tabla 10.4-1 se presentan los resultados de este análisis.

Tabla 10.4-1. Derechos Superficiales Vigentes y En Trámite que Imponen Restricciones

Cauce	Caudal (l/s)	Mes											
		May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr
Estero Grande	Caudal Medio Mensual (85%)	202	1.279	1.772	1.978	1.191	826	505	304	220	180	133	162
	Caudal Medio Mensual (10%)	6.338	10.211	7.497	6.963	4.981	2.843	1.405	1.017	469	429	372	874
	Derechos Permanentes	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500
Estero	Derechos Eventuales	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Caudal Disponible (85%)	-298	779	1.272	1.478	691	326	5	-196	-280	-320	-367	-338
	Caudal Disponible (10%)	6.338	10.211	7.497	6.963	4.981	2.843	1.405	1.017	469	429	372	874
Estero Melozal	Caudal Medio Mensual (85%)	33	207	306	351	218	152	94	57	41	33	24	29
	Caudal Disponible (10%)	1.019	1.756	1.338	1.248	891	509	253	179	85	76	64	139
	Caudal Medio Mensual (85%)	205	1.308	1.725	1.873	1.126	773	469	283	207	170	125	156
Estero Las Piedras	Caudal Medio Mensual (10%)	6.524	9.971	7.082	6.745	4.774	2.726	1.342	989	447	419	367	917
	Derechos Permanentes	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
	Derechos Eventuales	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Estero Bullileo	Caudal Disponible (85%)	190	1.293	1.710	1.858	1.111	758	454	268	192	155	110	141
	Caudal Disponible (10%)	6.524	9.971	7.082	6.745	4.774	2.726	1.342	989	447	419	367	917
	Caudal Medio Mensual (85%)	261	1.663	2.127	2.293	1.377	941	569	344	253	208	153	194
Estero Lara	Caudal Medio Mensual (10%)	8.322	12.367	8.632	8.357	5.885	3.359	1.651	1.229	550	522	461	1.186
	Derechos Permanentes	1.534	2.226	2.668	2.637	2.383	2.299	1.979	1.808	1.579	1.500	1.500	1.500
	Derechos Eventuales	1.466	774	332	363	617	701	1.021	1.128	603	447	80	879
Estero Lara	Caudal Disponible (85%)	-1.273	-563	-541	-344	-1.006	-1.358	-1.410	-1.464	-1.326	-1.292	-1.347	-1.306
	Caudal Disponible (10%)	6.856	11.593	8.300	7.994	5.268	2.658	630	101	-53	75	381	307
	Caudal Medio Mensual (85%)	491	3.122	3.676	3.993	2.408	1.626	974	587	435	360	265	344
Estero Lara	Caudal Medio Mensual (10%)	15.686	21.863	14.867	15.204	10.534	5.954	2.911	2.206	969	941	841	2.299
	Derechos Permanentes	1.000	1.144	1.285	1.275	1.194	1.167	1.065	1.010	1.000	1.000	1.000	1.000
	Derechos Eventuales	600	456	315	325	406	433	535	361	130	54	0	193
Estero Lara	Caudal Disponible (85%)	-509	1.978	2.391	2.718	1.214	459	-91	-423	-565	-640	-735	-656
	Caudal Disponible (10%)	15.086	21.407	14.552	14.879	10.128	5.521	2.376	1.845	839	887	841	2.106

(*): Los valores en rojo (negativos) indican que el caudal disponible es cero

Como se observa de esta Tabla, para los esteros Lara, Bullileo y Grande, y para una probabilidad de excedencia del 85%, en promedio, no existe disponibilidad de agua durante gran parte del estiaje al descontar los derechos de aprovechamiento vigentes y en trámite. En cuanto a la probabilidad de excedencia del 10%, se observa que en el estero Bullileo, no existe disponibilidad de agua entre los meses de septiembre y noviembre.

Por otro lado, para los esteros Melozal y Las Piedras, se observa que luego de descontar los caudales comprometidos por los derechos de aprovechamiento, tanto vigentes como en trámite, aún se cuenta con disponibilidad de recursos hídricos, para ser aprovechados en riego. En efecto, el estero Melozal no sufre restricciones legales a la disponibilidad de agua debido a los derechos de aprovechamiento, mientras que en el estero Las Piedras existe una restricción de sólo 23 l/s impuesta por los derechos permanentes ubicados aguas arriba del Área de Estudio, pero esta restricción disminuye, en promedio, la disponibilidad de aguas en dicho estero en solo un 3,5%.

Por lo tanto, respecto al uso de fuentes de agua superficial locales para riego, se podrá disponer de gran parte de los recursos de los esteros Melozal y Las Piedras. No obstante, en los meses de estiaje, se llegaría a que, en promedio, sólo podría obtenerse 130 l/s para ser usados en riego, insuficientes a los fines de representar una solución efectiva a estos requerimientos.

10.4.2 Derechos de Agua de Fuentes Externas

Se definió como fuentes externas a aquéllas que provienen de aguas arriba del área de estudio, es decir las del río Ñuble propiamente tal.

Se diferenciaron de las locales, dado que como principal alternativa de abastecimiento de agua a los proyectos de riego que se definan, están las aguas del río que serán reguladas por el embalse La Punilla.

Por otra parte, las aguas del río Ñuble que pudieran ser captadas, tanto frente al área de estudio como aguas arriba de ésta, no han sido analizadas, ya que la mayor parte de los

derechos en el río están comprometidos para su uso en riego y en generación eléctrica. En lo específico, además de los $19,03 \text{ m}^3/\text{s}$ ($600 \text{ MMm}^3/\text{año}$ que corresponden a la Reserva Fiscal) para ser regulados por el embalse La Punilla, habría $241,85 \text{ m}^3/\text{s}$ de derechos no consuntivos para generación, todos de ejercicio permanente y continuo, de los cuales sólo 3 de un total de 46 superan el 50% del total. Dentro de estos últimos estarían los DAA de la central Hidroñuble por $52,0 \text{ m}^3/\text{s}$.

Si a lo anterior se agregan los derechos consuntivos, de ejercicio permanente y continuo para riego, que posee la Junta de Vigilancia del río Ñuble (JVRÑ) sobre aguas del mismo río, para ser ejercidos aguas abajo de San Fabián, por $50,0 \text{ m}^3/\text{s}$, además de otros derechos consuntivos y no consuntivos aguas abajo de la zona de estudio, se puede apreciar que, legalmente, la posibilidad de disponer de aguas a ser captadas directamente desde el río, para el riego de San Fabián, se reduce considerablemente.

Aprovechando los resultados del análisis hidrológico realizado en el apartado 10.1 de este capítulo, es posible definir que, en la estación Río Punilla en San Fabián, frente al área de estudio, los caudales medios mensuales en el mes de enero, para una probabilidad de excedencia del 85% (buen índice para estimar disponibilidad legal de aguas), cuando las demandas de riego son las mayores, alcanza a $24,74 \text{ m}^3/\text{s}$. Ese valor resulta menor al caudal de derechos superficiales consuntivos, de ejercicio permanente y continuo que deben respetarse, de $19,03 \text{ m}^3/\text{s}$ (embalse La Punilla) + $50,0 \text{ m}^3/\text{s}$ (JVRÑ) + Q ecológico.

Al comparar este caudal con los derechos ya comprometidos en el mismo punto, se puede concluir que se superan los $70 \text{ m}^3/\text{s}$ en derechos de este tipo.

Por otra parte, en la concepción y en el proyecto del embalse La Punilla, se estableció una diferenciación entre acciones a ser repartidas para riego. Una parte importante de éstas se destinarán al mejoramiento de unas 60.000 has actualmente bajo la tuición de la JVRÑ (acciones tipo A). A su vez, otra parte de las acciones a ser usadas en riego, se destinarán para abastecer nuevas áreas de riego, hasta del orden de 6.000 a 8.000 has (acciones tipo B), dentro de las cuales podría estar parte del sector 6, de San Fabián, que es el objetivo de este estudio.

Respecto a lo anterior, es necesario destacar que los derechos destinados al embalse La Punilla corresponden a la reserva fiscal (DOH) de 19,03 m³/s, (600 Hm³/año), en que ese caudal se divide en 229 Hm³/año para acciones tipo A y 127 Hm³/año para acciones tipo B. A su vez, 80 Hm³/año corresponden al caudal flexible y 164 Hm³/año son de reserva fija.

10.4.3 Conclusiones del Diagnóstico de la Situación Legal de Derechos

A partir de lo expresado en los puntos anteriores, las posibilidades de utilizar recursos de agua específicos y directos para abastecer los proyectos de riego son reducidas.

Si se suman las fuentes superficiales locales con las externas, se concluye que la disponibilidad legal en el río Ñuble y en las cuencas aledañas al área de estudio es limitada, dado que los derechos constituidos superan los caudales del río más los aportados por cuencas afluentes al área de estudio, específicamente en los meses de mayor demanda de riego. Esto, al considerar válido este análisis para una probabilidad de excedencia del 85% de los caudales medios mensuales.

Un análisis de los derechos no consuntivos constituidos, en fuentes locales y externas, no tendría sentido a la luz de estos resultados, ya que cualquiera sea su situación, ya los derechos consuntivos constituidos imponen limitaciones para obtener nuevos derechos.

Respecto a las aguas subterráneas, es posible que se puedan obtener derechos de pozos nuevos que se construyan, por sobre los 56 l/s aproximados, que corresponden a los derechos definitivos ya constituidos y a los en trámite. Al no estar sometido a restricción el SHAC de Ñuble Alto, esta es una alternativa que vale la pena considerar, para complementar el riego en sectores específicos del área de estudio.

Como se estableció en el apartado 10.2 de este capítulo, el acuífero ubicado aguas arriba de San Fabián de Alico es mucho menos interesante que el ubicado aguas abajo de la localidad. En lo específico, en el primer acuífero, habría derechos de un par de captaciones por menos de 3 l/s, que son norias, lo que lleva a pensar que de nuevos pozos o norias se obtendría hasta unos 4 l/s, tal como se recomienda en el análisis hidrogeológico realizado. A su vez, en el

acuífero inferior, habría cabida para nuevas captaciones de las que se obtendría desde 8 l/s hasta 20 l/s, como se constató en el catastro realizado, lo que abre una buena posibilidad al uso de aguas subterráneas para riego en ese sector.

La solución integral a la necesidad del regadío del área de estudio, está en aprovechar los recursos de agua que técnica y legalmente sean factibles de conseguir. Esos recursos estarían en parte en las aguas de los esteros Las Piedras y Melozal, como fuentes locales, y en las aguas del embalse La Punilla, en la parte correspondiente a acciones tipo B, que irán justamente a suplir el riego de nuevas áreas, como son las del sector 6 de San Fabián.

10.5 Modelo Hídrico del Sistema Hidrológico - Situación Histórica

A objeto de poder estimar los recursos hídricos disponibles y la evaluación de alternativas de obras para el abastecimiento de riego en el sector 6 (según subdivisión del proyecto embalse Punilla), se desarrolló un modelo hidrológico superficial en la plataforma WEAP.

Además del modelo WEAP, se desarrolla un modelo del acuífero en ModFlow, con el objetivo de definir las posibilidades de usar aguas subterráneas del mismo sector de estudio, como complemento a las aguas superficiales que se destinen al riego. El modelo ModFlow se desarrolla en el capítulo 13.4 de este informe (ver Vol 3).

En este acápite se describe la elaboración del modelo hídrico superficial y su calibración, para el período histórico. El modelo superficial, en su situación histórica calibrada se presenta en Anexo 10.5-1.

10.5.1 Extensión Espacial del Modelo

El modelo hídrico abarca la cuenca alta del río Ñuble, entre la cabecera del río y la salida de la subcuenca Ñuble Alto (según clasificación DGA), aguas abajo del sector de estudio. En ese mismo sector, aparece la primera bocatoma de riego de la Junta de Vigilancia del Río Ñuble

(JVRÑ), del canal San Carlos². A partir de la delimitación definida, existen 31 subcuencas aportantes a este sistema modelado.

Cabe señalar que este modelo fue desarrollado a partir del modelo de simulación generado para el embalse Punilla y su regla de operación, expuestos en el estudio “Asesoría Modelo de Operación del Embalse Punilla, VIII Región”, para la Dirección General de Obras Públicas (Arrau, 2014).

Por otra parte, como uno de los objetivos de este estudio es la estimación de la demanda hídrica para riego y una propuesta de distribución de caudales para el sector 6, en base a la oferta de caudales identificados y disponibles, el modelo hídrico del sistema hidrológico incorpora elementos que permiten efectuar el análisis de distintas alternativas, a través de distintos escenarios de simulación, como podrían ser:

- i. Uso de infraestructura de la Central de Hidroñuble para trasladar recursos del embalse Punilla a las distintas zonas de demanda en San Fabián, a través del canal de aducción de esta.
- ii. Riego con recursos propios del sector, construyendo el embalse San Fabián cercano al estero Grande.

Según lo señalado, se utilizó la misma conceptualización general del sistema, en cuanto al funcionamiento hídrico de éste, pero con mayor detalle en la generación de la oferta y las demandas asociadas al sector 6. Este enfoque permite darle viabilidad a la evaluación de las distintas alternativas de riego de este sector.

En el marco del presente estudio, se identificaron 31 subcuencas cuyo comportamiento influye en el análisis de la disponibilidad de aguas en el sector. Entre éstas, en la zona alta se definieron: la subcuenca del río Ñuble que aporta directamente a Punilla, delimitada por la estación fluviométrica Río Ñuble en La Punilla (subcuenca C_01, en la Figura 10.5-1), la subcuenca cuyo inicio es la subcuenca anterior y su punto de salida corresponde a la

² Plano Superficies de riego, “Asesoría Modelo de Operación del Embalse Punilla, VIII Región, Arrau 2014.

captación del derecho de la Central Hidroñuble (subcuenca C_01a en la Figura 10.5-1). El resto de las subcuencas se agruparon de manera de poder reflejar la correspondencia con las Hoyas Intermedias N°2 y N°3, expuestas en el modelo base (Arrau, 2014), y que tienen como puntos de salida, la restitución del derecho de la Central Hidroñuble y el término del área de modelación, respectivamente.

En la Tabla 10.5-1 se presenta la correspondencia entre las cuencas aportantes al sistema definidas en el marco del presente estudio y aquellas definidas para el modelo de simulación del embalse Punilla, del año 2014. En la Figura 10.5-1 se presenta la ubicación de las cuencas aportantes, que abarcan el dominio completo del modelo desarrollado en WEAP.

Tabla 10.5-1. Relación entre cuencas aportantes modelo WEAP 2020 y Modelo de Simulación Arrau 2014.

Modelo WEAP GCF 2020	Modelo de Simulación Arrau 2014
C_1	Aportes de Río Ñuble en Punilla
C_1a	Hoya Intermedia N° 1
C_2, C_2a, C_3, C_4, C_5, C_6, C_7, C_8, C_9, C_25, C_26, C_27, C_28, C_29	Hoya Intermedia N° 2
C_10, C_11, C_12, C_13, C_14, C_15, C_16, C_17, C_18, C_19, C_20, C_21, C_22, C_23, C_24	Hoya Intermedia N° 3

Fuente: Elaboración propia

Como se señaló, las cuencas aportantes C_01 y C_01a corresponden a las cuencas denominadas "Aportes de río Ñuble en Punilla" y "Hoya Intermedia N°1", respectivamente. La primera cuenca aportante (C_01 en la Figura 10.5-1) tiene como punto de salida el muro del embalse La Punilla, que coincide con la estación fluviométrica río Ñuble en Punilla. La segunda cuenca aportante (C_1a en la Figura 10.5-1) tiene como punto de salida la captación de la central hidroeléctrica de Hidroñuble.

Ahora bien, las hoyas intermedias 2 y 3 presentadas en el modelo del año 2014, y que tienen como puntos de salida la restitución de la central de Hidroñuble y la primera bocatoma de

riego de la JVRÑ, respectivamente, se desglosan en mayor detalle en las cuencas aportantes 2 a 29, tal como se detalla en la Tabla 10.5-1 y gráficamente en la Figura 10.5-1.

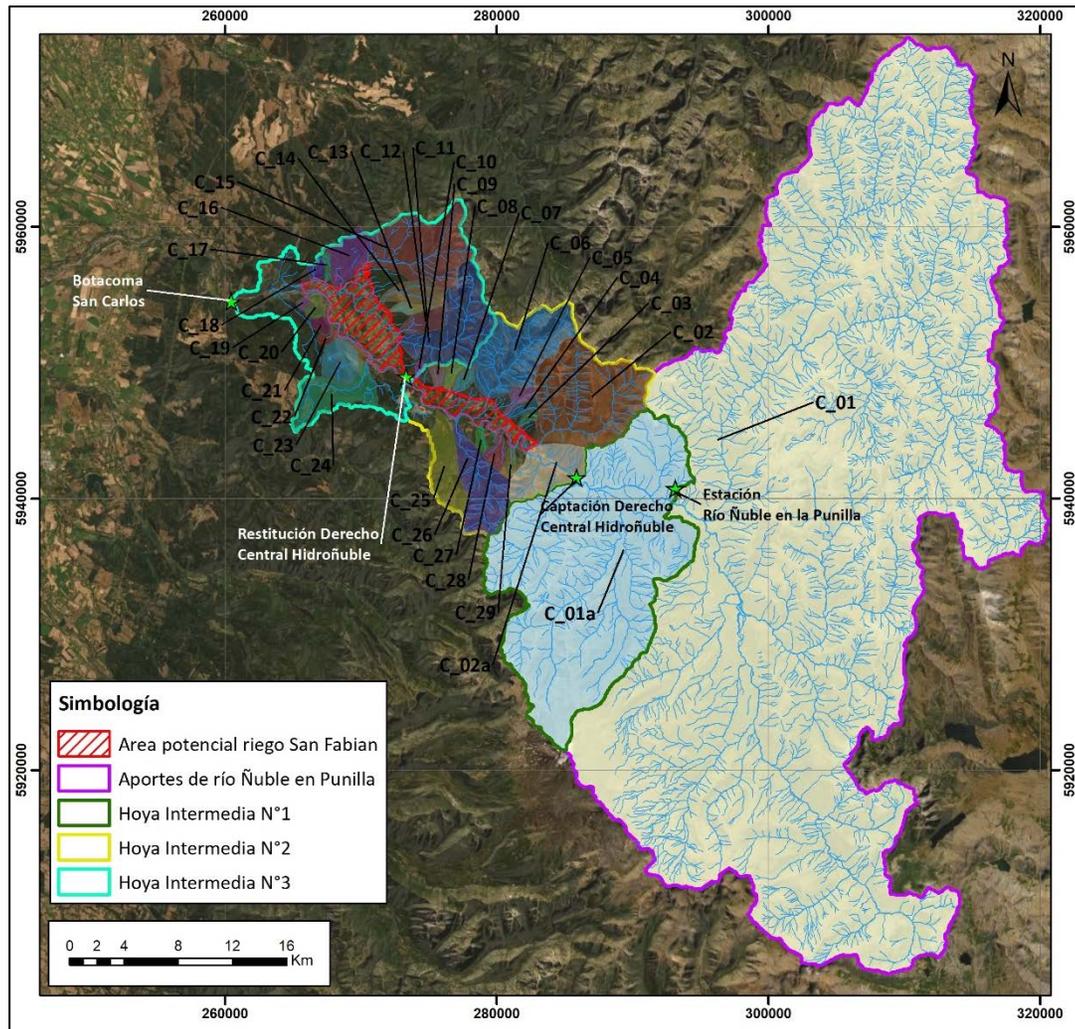


Figura 10.5-1. Extensión del Modelo Hidrológico

Fuente: Elaboración propia

El caudal asociado a la cuenca aportante C_01 corresponde a la serie de caudales de la estación Río Ñuble en La Punilla. Para el resto de las cuencas aportantes, se generaron las series de caudales haciendo uso de una de las herramientas que posee el modelo WEAP, según se detalla en la sección 10.5.3.

Dado que se tiene una situación actual para la cual el modelo debe calibrarse, donde no existen obras de aprovechamiento o de generación hidroeléctrica, se construyó una malla WEAP con nodos y links, en la que se identifican estos elementos, que sirvieron para implementar la situación futura. Sobre esa misma malla, se agregaron los elementos que se consideran necesarios, para la situación en que se deba operar para los distintos escenarios de modelación futura respecto a obras. Esas mallas se presentan en la imagen de la Figura 10.5-2, donde se superpuso a la Figura 10.5-1 con la extensión del modelo, y sus elementos se detallan en el punto 2.6.5.4.

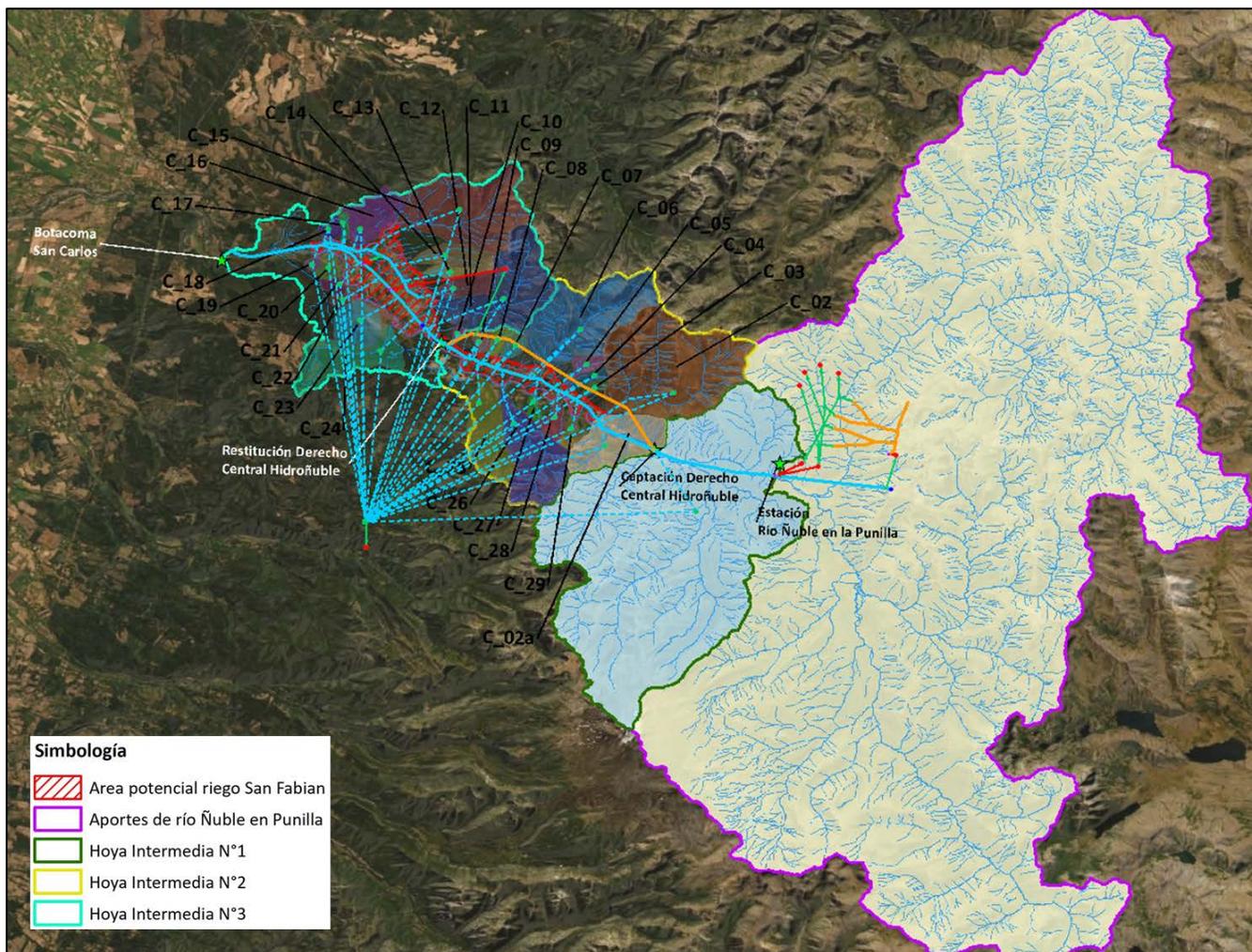


Figura 10.5-2. Representación Esquemática del Sistema en WEAP

Fuente: Elaboración propia

10.5.2 Discretización Temporal

El modelo abarca el período comprendido entre mayo de 1989 y abril de 2020, totalizando 31 años de simulación, de los cuales 25 corresponden al período de calibración (mayo de 1989 - abril de 2014) y 6 al período de validación (mayo de 2014 - abril de 2020). El paso de tiempo (*time step*) es mensual.

10.5.3 Modelo de Precipitación - Escorrentía

El modelo de precipitación escorrentía utilizado para la generación de las series de caudales medios mensuales en las cuencas que drenan hacia el área de estudio, corresponde al denominado "Humedad del Suelo" en WEAP, el cual determina los siguientes componentes del balance hidrológico: evapotranspiración, infiltración, escorrentía superficial, escorrentía sub superficial y flujo base. Este método se aplica para cada una de las cuencas aportantes definidas, excepto para la cuenca C_01, para la cual se utiliza la serie de caudales medios de la estación río Ñuble en Punilla.

WEAP requiere la entrada de datos climatológicos y de cobertura vegetal para estimar estos componentes del balance hidrológico para cada una de las unidades especiales básicas que tienen que ser identificadas en el modelo. Estas unidades básicas de modelación corresponden a las zonas de captación denominadas en el modelo como *catchments*. Cada una de las subcuencas aportantes (excepto la C_01), corresponde a un *catchment*, para el cual se ingresan los datos de entrada y se calcula cada uno de los componentes del balance hidrológico, a través de la representación de dos "estanques", según se muestra en la Figura 10.5-3 y donde las variables involucradas se consignan en la siguiente tabla.

Tabla 10.5-2. Variables en método humedad del suelo

Variable	Símbolo
Precipitación efectiva (incluye riego y derretimiento de nieve)	Pe
Evapotranspiración real	ET
Evapotranspiración potencial	ET_o
Porcentaje de la capacidad de estanque superior utilizada	z_1
Porcentaje de la capacidad del estanque inferior utilizada	z_2
Conductividad del estanque superior	K_1
Conductividad del estanque inferior	K_2
Dirección preferencial del flujo (determina la fracción de flujo vertical y horizontal)	Dir
Coefficiente de cultivo	kc
Factor de resistencia al flujo	FR

Fuente: Elaboración propia

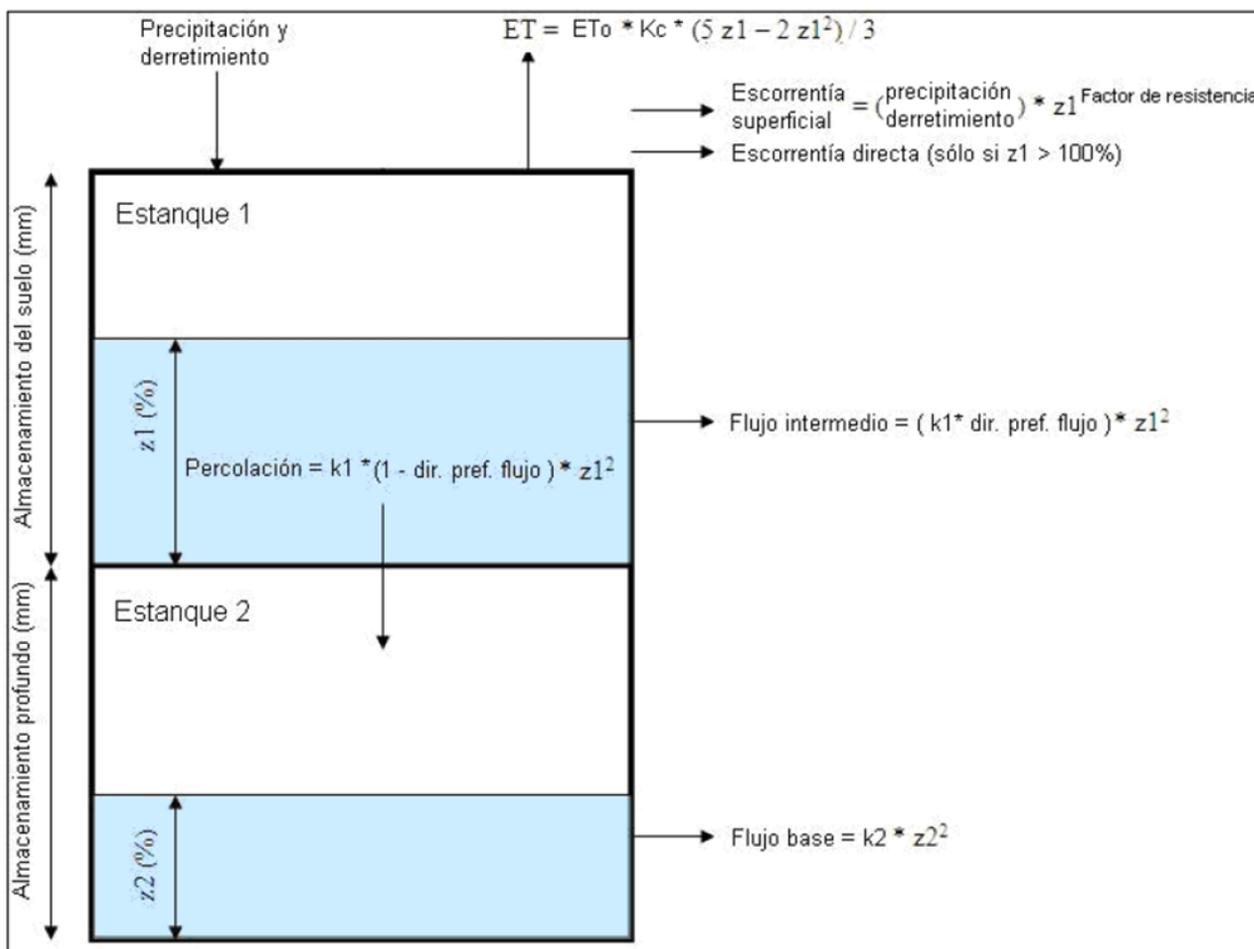


Figura 10.5-3. Esquema Método Humedad del Suelo WEAP

Fuente: Elaboración propia

En el primer estanque se simula la evapotranspiración considerando la precipitación y riego, tanto en zonas agrícolas como no agrícolas (vegetación natural), la escorrentía superficial, subsuperficial, percolación y cambios en la humedad del suelo, mediante la siguiente ecuación:

$$z_{1max} \frac{dz_1}{dt} = \left[P_e(t) - ET_o k_c \frac{5z_1 - 2z_1^2}{3} \right] - P_e(t) z_1^{FR} - f K_1 z_1^2 - K_1 (1 - f) z_1^2$$

Donde las variables involucradas se mencionan en la Tabla 10.5-2 y los términos de la ecuación anterior corresponden a:

- 1° término: Cambio en humedad de suelo
- 2° término: Precipitación efectiva (incluye riego y derretimiento de nieves)
- 3° término: Evapotranspiración (calculada con el método Penman - Monteith)
- 4° término: Escorrentía superficial
- 5° término: Flujo intermedio
- 6° término: Percolación

En el segundo estanque, se procesan el flujo base y cambios en la humedad del suelo, según la siguiente ecuación.

$$z_{2max} \frac{dz_2}{dt} = K_1 (1 - f) z_1^2 - K_2 z_2^2$$

Donde las variables se indican en la Tabla 10.5-2 y los términos de la ecuación son los siguientes:

- 1° término: Cambio en humedad del suelo
- 2° término: Percolación
- 3° término: Flujo base

Con estos elementos WEAP opera el modelo de precipitación escorrentía, a partir de lo cual se generan las series de caudales medios mensuales en cada cuenca, para el período definido.

10.5.4 Representación Esquemática del Modelo

La vista esquemática de WEAP permite incorporar fácilmente elementos usados para describir y visualizar los procesos físicos de la oferta y demanda hídrica del sistema a modelar. Para el presente modelo, se utilizaron los siguientes elementos de WEAP para representar el funcionamiento del sistema, tanto para el período histórico (Figura 10.5-4), como para los escenarios de simulación futuros (Figura 10.5-5).

i. Zonas de captación (Catchments)

Corresponden a los círculos verdes de la Figura 10.5-4 y Figura 10.5-5, y es donde ocurren los procesos de precipitación, evapotranspiración, acumulación o derretimiento de hielo y/o nieve, escorrentía, etc. En este modelo, cada uno de los *catchments* corresponde a una de las cuencas aportantes definidas, con excepción de la cuenca aportante C_01, la cual no fue incorporada en el modelo propiamente tal, sino que se incorporó la serie de caudales en la estación río Ñuble en Punilla.

ii. Ríos (River)

El río Ñuble y sus afluentes es representado por una línea de color magenta (Figura 10.5-4 y Figura 10.5-5), la cual enlaza los distintos nodos en el río con los aportes laterales de las subcuencas. El flujo de cabecera del río Ñuble corresponde, como se señaló, a la serie de caudales medios mensuales en la estación fluviométrica río Ñuble en La Punilla.

iii. Enlaces de Escorrentía/Infiltración (Runoff/Infiltration Links)

Estos enlaces llevan la escorrentía y la infiltración desde los *catchments* hacia los nodos tipo ríos, embalses y acuíferos. Esta escorrentía e infiltración se genera a partir de la precipitación, derretimiento de hielo y nieve, agua de riego y almacenamiento de la humedad del suelo que no es consumida por la evapotranspiración o que es absorbida para aumentar la humedad del

suelo. En la Figura 10.5-4 y Figura 10.5-5, estos enlaces están representados por la línea segmentada de color magenta, donde para cada *catchment* hay un enlace hacia el río y hacia el acuífero.

iv. Acuífero (Groundwater)

Para la modelación se incorporó un nodo acuífero denominado “Acuífero San Fabián”, representado por un cuadrado verde en la Figura 10.5-4 y Figura 10.5-5, donde cada una de las cuencas aportantes podría generar infiltración que alimenta este acuífero.

v. Puntos de control fluviométrico (Streamflow gauges)

Por último, se incluyeron dos nodos de estaciones fluviométricas, correspondientes a Río Ñuble en La Punilla y Río Ñuble en San Fabián. Esta última permite realizar el proceso de calibración y validación en este punto, ya que corresponde al único punto de control en el área de estudio. Tanto en la Figura 10.5-4 como en la Figura 10.5-5, estos nodos están representados mediante un círculo de color azul, cruzados por una línea del mismo color.

vi. Sitios de Demanda (Demand Sites)

Corresponden a los nodos donde se impone una demanda hídrica y en la topología se representan mediante un círculo de color rojo. Para la situación histórica, esta demanda sólo fue incluida para reflejar el consumo de derechos de agua subterráneos, a través del nodo denominado Der_Sub (ver Figura 10.5-4).

Por otra parte, para la situación futura se agregaron nodos de demanda que reflejan el consumo de agua para requerimientos agrícolas. Se incluyó uno en el sector medio del área de estudio, denominado “San Fabian1”, y otro en la zona aguas abajo de la alternativa de proyecto “embalse San Fabián”, denominado “San Fabian2”.

Adicionalmente, se agregaron nodos de demanda entorno al embalse La Punilla, los cuales representan los caudales disponibles de ser embalsados, las demandas agrícolas de los

sectores abastecidos por acciones tipo A y de los sectores abastecidos con acciones tipo B del embalse, y las demandas por evaporación del mismo embalse.

Los nodos de demanda incorporados en la situación futura se presentan en la Figura 10.5-5.

vii. Enlaces de Transmisión (Transmission Link)

Los enlaces de transmisión transportan el agua superficial o subterránea de manera de suplir las demandas de los sitios de demandas. En la Figura 10.5-4 y Figura 10.5-5 se presenta como una línea verde, que une la oferta hídrica (nodo acuífero, río, derivación o embalse) al nodo demanda.

viii. Derivaciones (Diversions)

Este elemento representa un desvío de agua desde el río o desde otra derivación hacia un canal. Para la situación futura, este elemento representa al canal de aducción de la central hidroeléctrica de Hidroñuble, desde donde se incluirá los caudales para generación, incluyendo la alternativa de que se entregue por esta misma vía el agua para satisfacer la demanda agrícola proyectada en San Fabián.

Además, este elemento se agregó como parte de la representación del embalse La Punilla, desde donde se distribuye el caudal posible de ser captado en los distintos tipos de almacenamiento que posee el embalse. En la Figura 10.5-5 quedan representadas por una línea salmón continua.

ix. Flujos de Retorno (Return flows)

Este elemento retorna el agua que no es consumida en un nodo de demanda al río. Para la situación futura, se consideraron flujos de retorno en los nodos de demandas agrícolas y están representados por líneas rojas en la Figura 10.5-5.

x. *Embalses (Reservoirs)*

Los embalses considerados en la situación futura corresponden al embalse La Punilla y al embalse San Fabián. El primero, fue representado siguiendo el esquema expuesto en el trabajo elaborado para la CNR el año 2017³ mediante 4 embalses distintos, ya que, según su regla de operación, existen distintos usos del embalse que deben contabilizarse de forma independiente. En la Figura 10.5-5, se representan con un triángulo verde.

³ CNR, 2017. Análisis en gestión integrada de recursos hídricos ríos Elqui y Ñuble. Estudio Básico. Comisión Nacional de Riego, Realizado por: CONIC - BF Ingenieros Civiles Consultores Limitada.

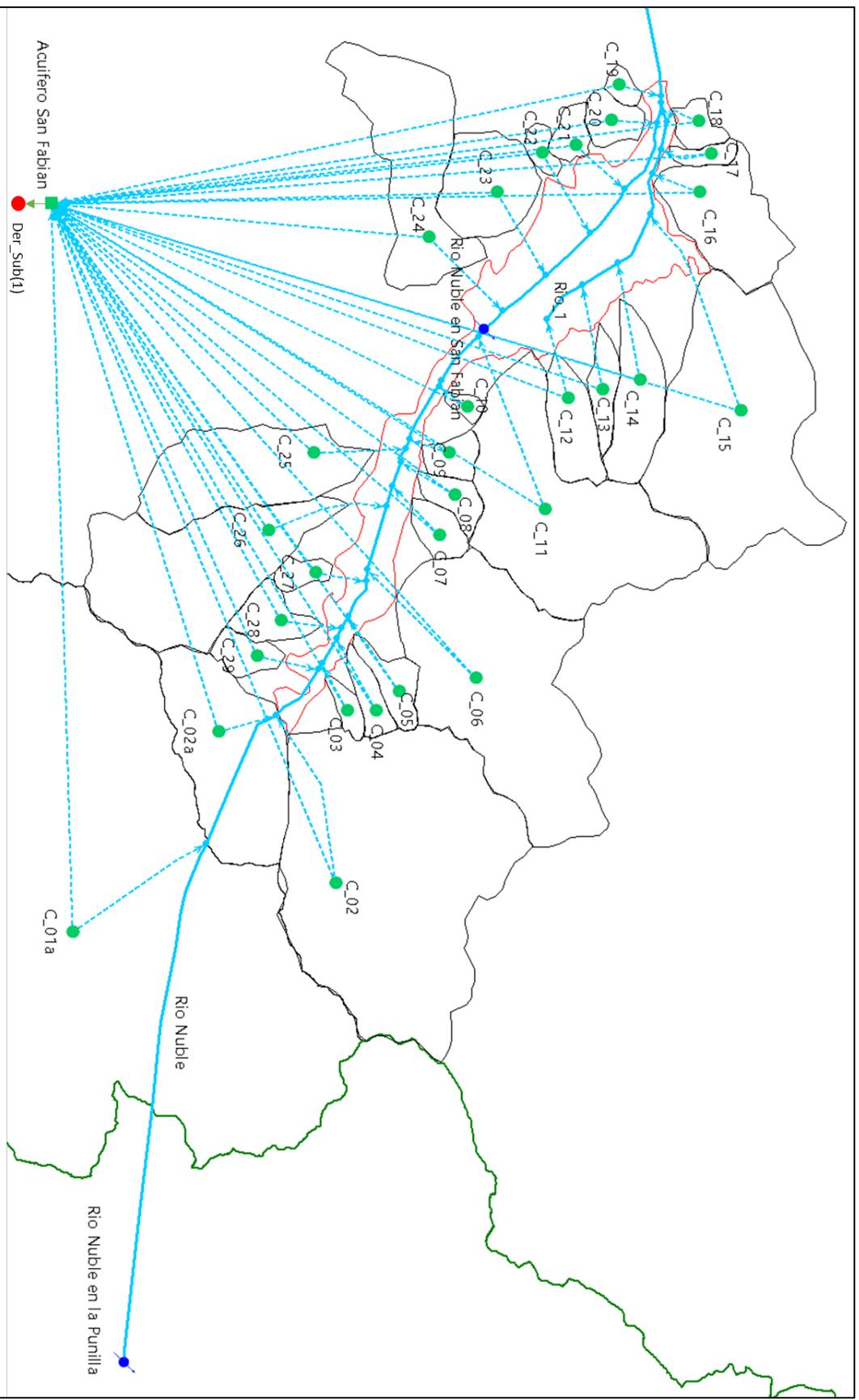


Figura 10.5-4. Topología Modelo Hídrico en WEAP - Situación Actual

Fuente: Elaboración propia

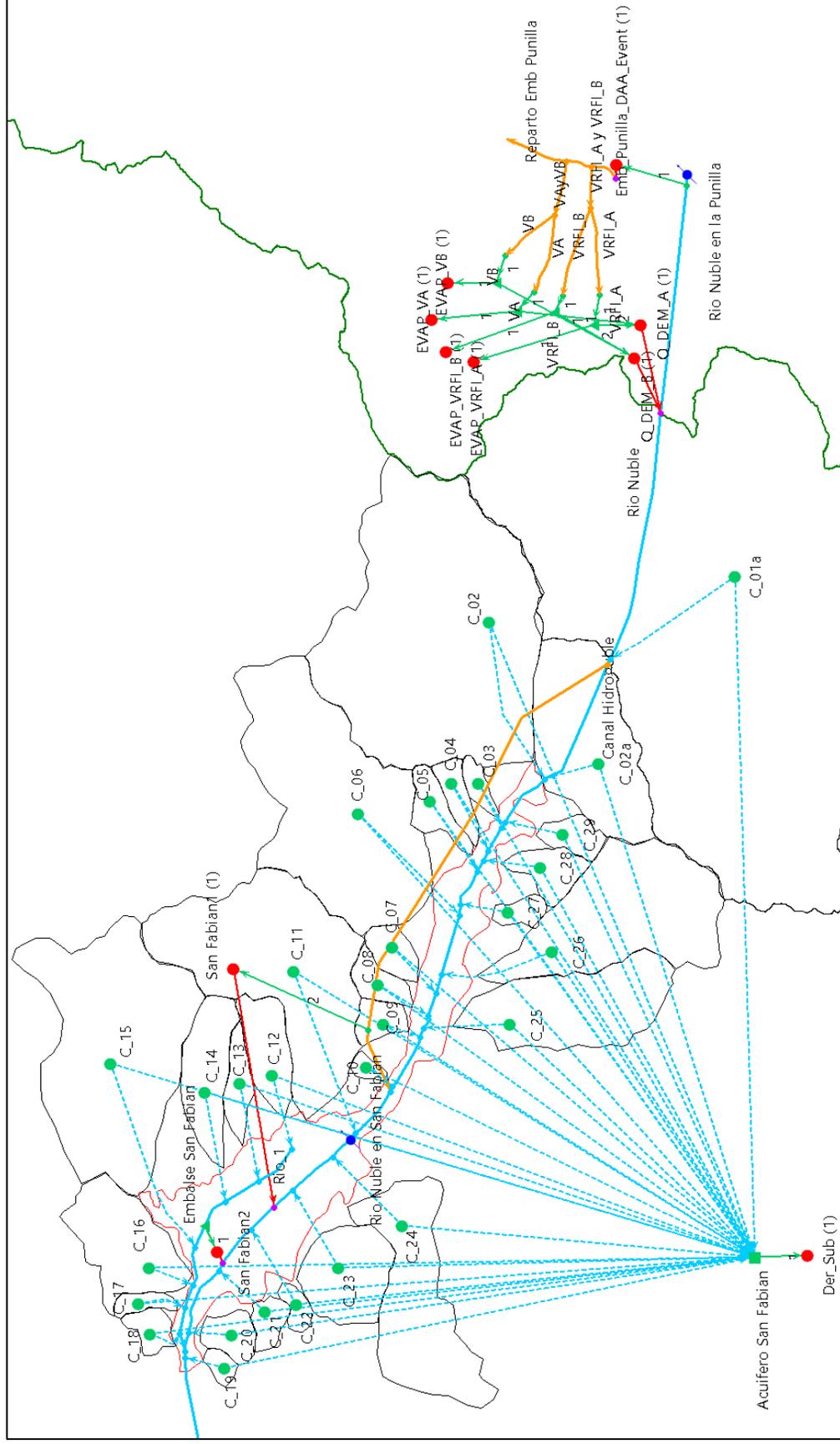


Figura 10.5-5. Topología Modelo Hídrico en WEAP – Situación Futura

Fuente: Elaboración propia

10.5.5 Información de Entrada al Modelo

Como se señala anteriormente, cada *catchment* requiere de información climatológica y de uso de suelos para estimar las distintas componentes del balance hidrológico. A continuación, se detalla el procedimiento para generar la información de entrada más relevante requerida por el modelo, para la evaluación del período histórico.

10.5.5.1 Uso de suelos

Para cada uno de los catchments que representan las cuencas aportantes generadoras de escorrentía, se requiere precisar su superficie y la distribución de su uso de suelos. Para lo anterior, a través de una herramienta SIG, se determina la superficie para cada uno de los polígonos previamente determinados a partir de la delimitación de cuencas utilizando el ráster ALOS PALSAR. Luego, se cruza la información georreferenciada disponible en el Catastro Vegetacional⁴ con las cuencas aportantes y se determina el porcentaje correspondiente a los distintos usos de suelos. En la Figura 10.5-6 se presenta el mapa de uso de suelo para las subcuencas aportantes, mientras que en la Tabla 10.5-3 se presenta la superficie con su porcentaje asociado al uso de suelo correspondiente. En el Anexo 10.5-2 se entrega la planilla de respaldo donde están las superficies asociadas a cada tipo y para cada subcuenca.

⁴ CONAF, 2017. Catastros de Uso de Suelo y Vegetación. Recuperado de http://www.ide.cl/descargas/capas/conaf/Catastro_uso_suelo_y_vegetacion.rar

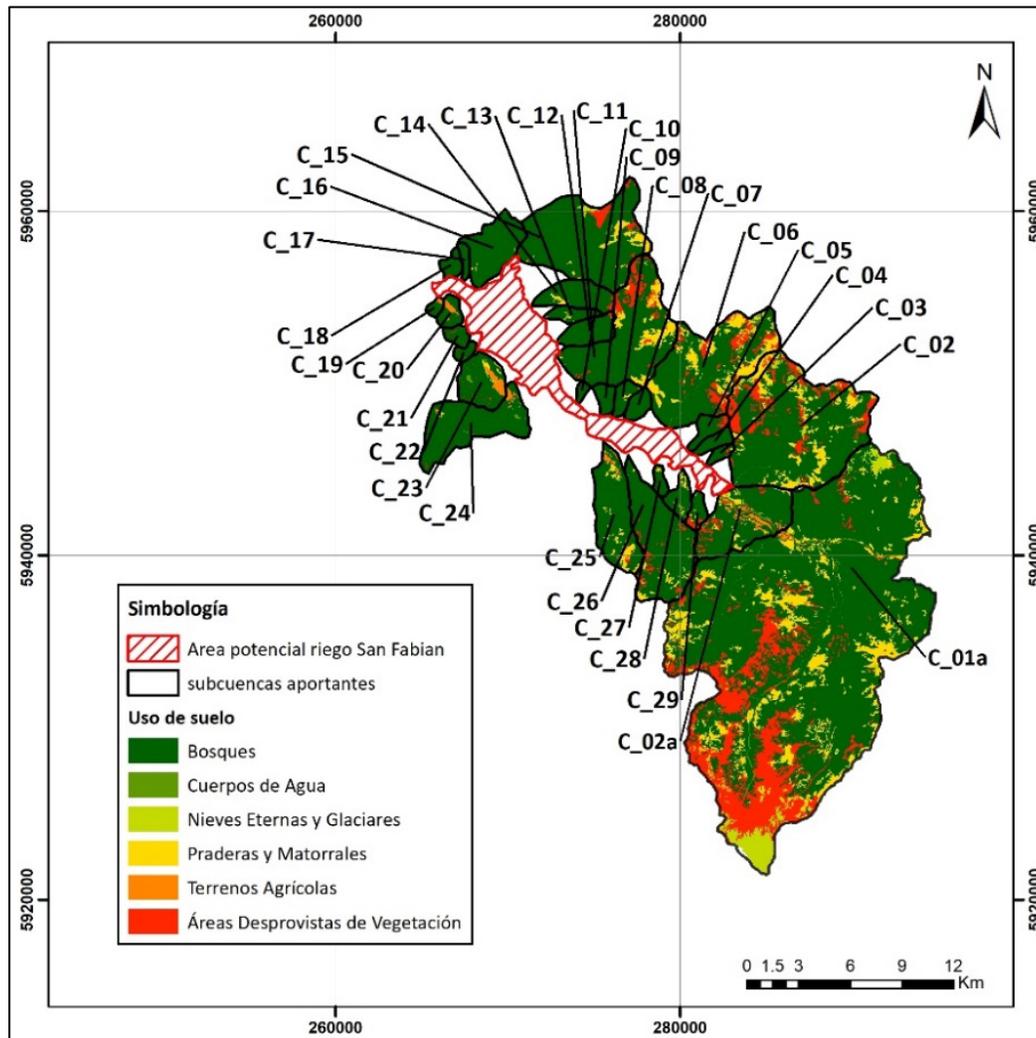


Figura 10.5-6. Uso de suelo subcuencas aportantes

Fuente: Elaboración propia

Tabla 10.5-3. Uso de Suelo Subcuencas Aportantes

Subcuenca	Porcentajes (%)							Total (ha)
	Áreas desprovistas de vegetación	Nieves Eternas y Glaciares	Cuerpos de Agua	Praderas y Matorrales	Bosques	Humedales	Terrenos Agrícolas	
C_01a	16,2	3,0	0,5	11,3	69,0	0,0	0,1	21977,1
C_02	14,2	2,4	0,1	12,6	70,8	0,0	0,0	4951,3
C_03	8,4	0,0	0,0	4,2	87,5	0,0	0,0	104,3
C_04	2,8	0,0	0,0	0,3	96,9	0,0	0,0	180,8
C_05	14,8	0,0	0,0	0,0	85,2	0,0	0,0	238,9
C_06	12,4	1,5	0,4	18,5	67,2	0,0	0,0	3089,6
C_07	0,0	0,0	0,0	1,4	98,6	0,0	0,0	200,7
C_08	0,0	0,0	0,0	6,7	93,3	0,0	0,0	194,0
C_09	0,0	0,0	0,0	0,3	99,7	0,0	0,0	172,0
C_10	6,4	0,0	0,0	0,0	93,6	0,0	0,0	62,5
C_11	10,6	0,0	0,0	13,4	75,9	0,0	0,0	2632,3
C_12	2,6	0,0	0,0	0,6	96,2	0,0	0,5	441,2
C_13	0,0	0,0	0,0	5,5	93,5	0,0	1,0	215,8
C_14	3,3	0,0	0,0	3,8	92,8	0,0	0,0	618,6
C_15	4,6	1,4	0,4	5,8	87,8	0,0	0,1	3023,4
C_16	0,0	0,0	0,0	0,8	99,2	0,0	0,0	911,7
C_17	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0	0,0	0,0	103,9
C_18	0,0	0,0	0,0	0,0	99,7	0,0	0,3	152,8
C_19	0,6	0,0	0,7	0,0	82,4	0,0	16,3	78,2
C_20	2,3	0,0	0,0	0,8	83,5	0,0	13,5	206,2
C_21	3,2	0,0	1,5	0,0	95,3	0,0	0,0	144,3
C_22	2,8	0,0	0,0	0,0	97,2	0,0	0,0	98,7
C_23	1,6	0,0	1,4	3,7	83,1	0,0	10,2	721,4
C_24	0,1	0,0	0,3	0,7	96,5	0,0	2,4	1511,6
C_25	1,5	0,0	0,0	11,1	84,3	0,0	3,0	1350,0
C_26	5,4	0,0	0,0	4,6	89,8	0,0	0,2	1980,4
C_27	0,0	0,0	0,1	6,1	93,9	0,0	0,0	117,1
C_28	0,3	0,0	0,0	13,7	86,0	0,0	0,0	270,4
C_29	22,6	0,0	0,0	5,0	72,4	0,0	0,0	187,9
C_02a	6,2	0,0	1,5	6,8	78,9	0,0	6,6	1648,0

Fuente: Elaboración propia

10.5.5.2 Precipitaciones

Para determinar las precipitaciones medias mensuales en cada una de las subcuencas aportantes al sistema, se desarrollaron gradientes precipitación - altura en base a la pluviometría determinada en el Capítulo 10.1.1 de este informe. De esta forma, a partir de la elevación media de la subcuenca, es posible determinar su precipitación, tomando en cuenta el gradiente mensual y la precipitación de la estación base, según la siguiente fórmula:

$$Pc_{x_{i,j}} = \frac{m_i * elev_{c_x} + n_i}{m_i * elev_{eb} + n_i} * Peb_{i,j}$$

Donde:

$Pc_{x_{i,j}}$: Precipitación media en subcuenca x , para el mes i y año j (mm)

m_i : Pendiente del gradiente precipitación - altura, para el mes i

n_i : Término libre del gradiente precipitación - altura, para el mes i (mm)

$elev_{c_x}$: Elevación media subcuenca x (msnm)

$elev_{eb}$: Elevación media estación base San Fabián (msnm)

$Peb_{i,j}$: Precipitación media en estación base San Fabián, para el mes i y año j (mm)

En la Tabla 10.5-4 se presentan los valores tanto de la pendiente como del término libre para cada gradiente mensual y el coeficiente de correlación r^2 , donde se tienen valores mayores a 0,75, lo que representa un buen grado de ajuste. En la Figura 10.5-7 se presentan gráficamente los gradientes. En Anexo 10.5-3 se encuentra el cálculo para obtener los gradientes.

Tabla 10.5-4. Gradientes Precipitación - Altura

Mes	m	n	r ²
Enero	0,03	9,9	0,77
Febrero	0,04	10,0	0,82
Marzo	0,04	17,3	0,83
Abril	0,11	41,9	0,86
Mayo	0,29	134,2	0,77
Junio	0,37	143,9	0,83
Julio	0,33	132,5	0,78
Agosto	0,28	91,4	0,86
Septiembre	0,17	57,3	0,82
Octubre	0,14	42,4	0,85
Noviembre	0,07	21,3	0,84
Diciembre	0,06	14,0	0,85

Fuente: Elaboración propia

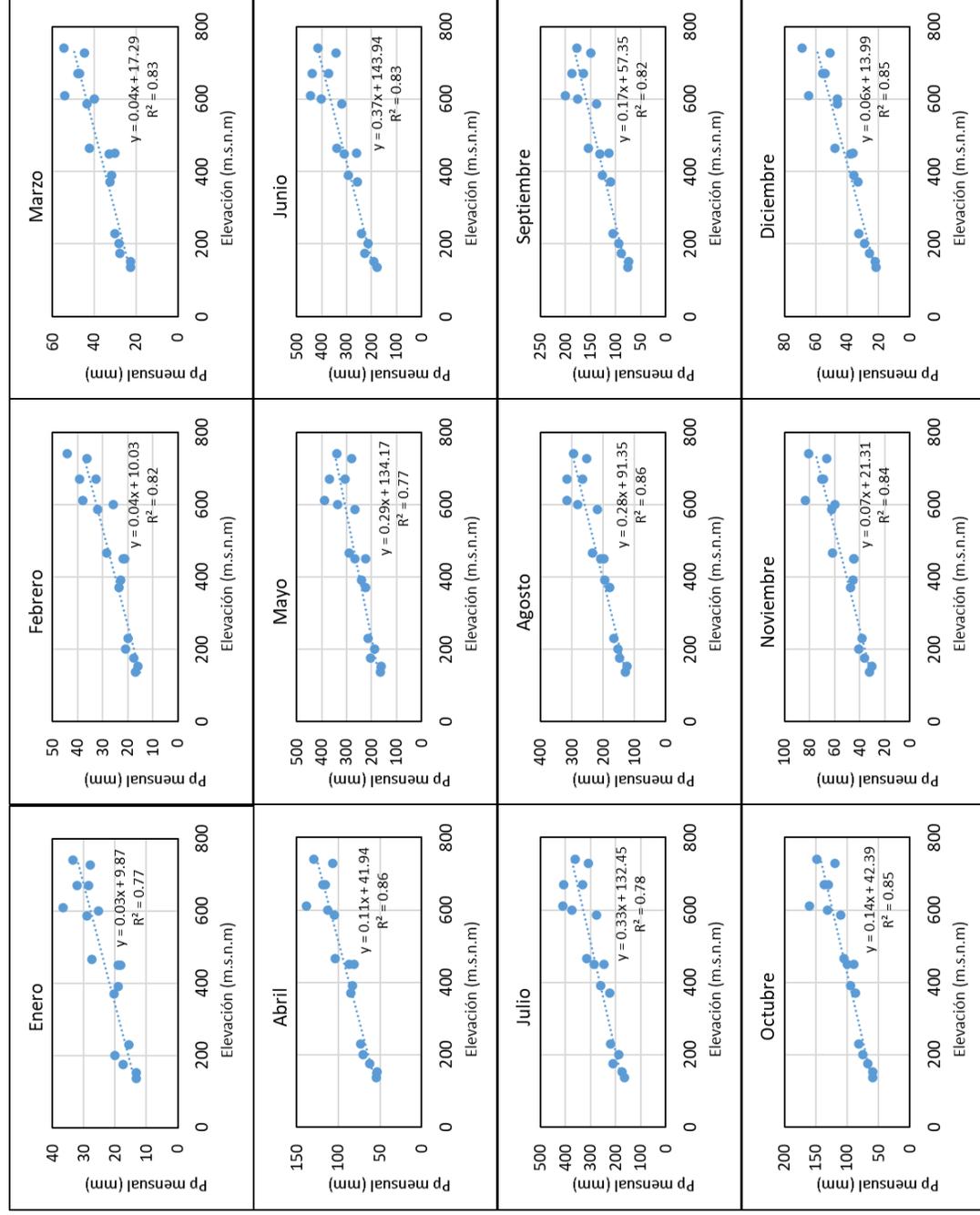


Figura 10.5-7. Gradientes Precipitación - Altura

Fuente: elaboración propia

10.5.5.3 Temperatura

De la misma forma que para determinar la precipitación en cada una de las subcuencas aportantes, para la temperatura también se generaron gradientes en relación a la elevación media de la subcuenca aportante y la estación base Caracol (ver capítulo 10.1.3 de este informe), según se detalla en la siguiente ecuación:

$$Tc_{x_{i,j}} = \frac{m_i * elev_{c_x} + n_i}{m_i * elev_{eb} + n_i} * Teb_{i,j}$$

Donde:

$Tc_{x_{i,j}}$: Temperatura media en subcuenca x , para el mes i y año j (°C)

m_i : Pendiente del gradiente temperatura - altura, para el mes i

n_i : Término libre del gradiente temperatura - altura, para el mes i (°C)

$elev_{c_x}$: Elevación media subcuenca x (msnm)

$elev_{eb}$: Elevación media estación base Caracol, (ver capítulo 10.1.3 de este informe) (msnm)

$Teb_{i,j}$: Temperatura media en estación base Caracol, para el mes i y año j (°C)

En la Tabla 10.5-5 se presenta la pendiente y el término libre de los gradientes de temperatura - elevación, además del coeficiente de correlación r^2 , donde se aprecia el buen grado de ajuste. Por otra parte, en la Figura 10.5-8 se presentan gráficamente los gradientes. En Anexo 10.5-4 se encuentra el cálculo para obtener los gradientes.

Tabla 10.5-5. Gradientes Temperatura - Altura

Mes	m	n	r ²
Enero	-0,006	21,7	1,0
Febrero	-0,005	20,7	0,8
Marzo	-0,003	18,0	0,9
Abril	-0,003	13,8	0,7
Mayo	-0,002	10,7	0,6
Junio	-0,002	8,9	0,7
Julio	-0,002	8,4	0,8
Agosto	-0,003	9,9	0,8
Septiembre	-0,004	11,9	0,7
Octubre	-0,004	14,2	0,8
Noviembre	-0,005	17,3	0,9
Diciembre	-0,006	20,0	1,0

Fuente: Elaboración propia

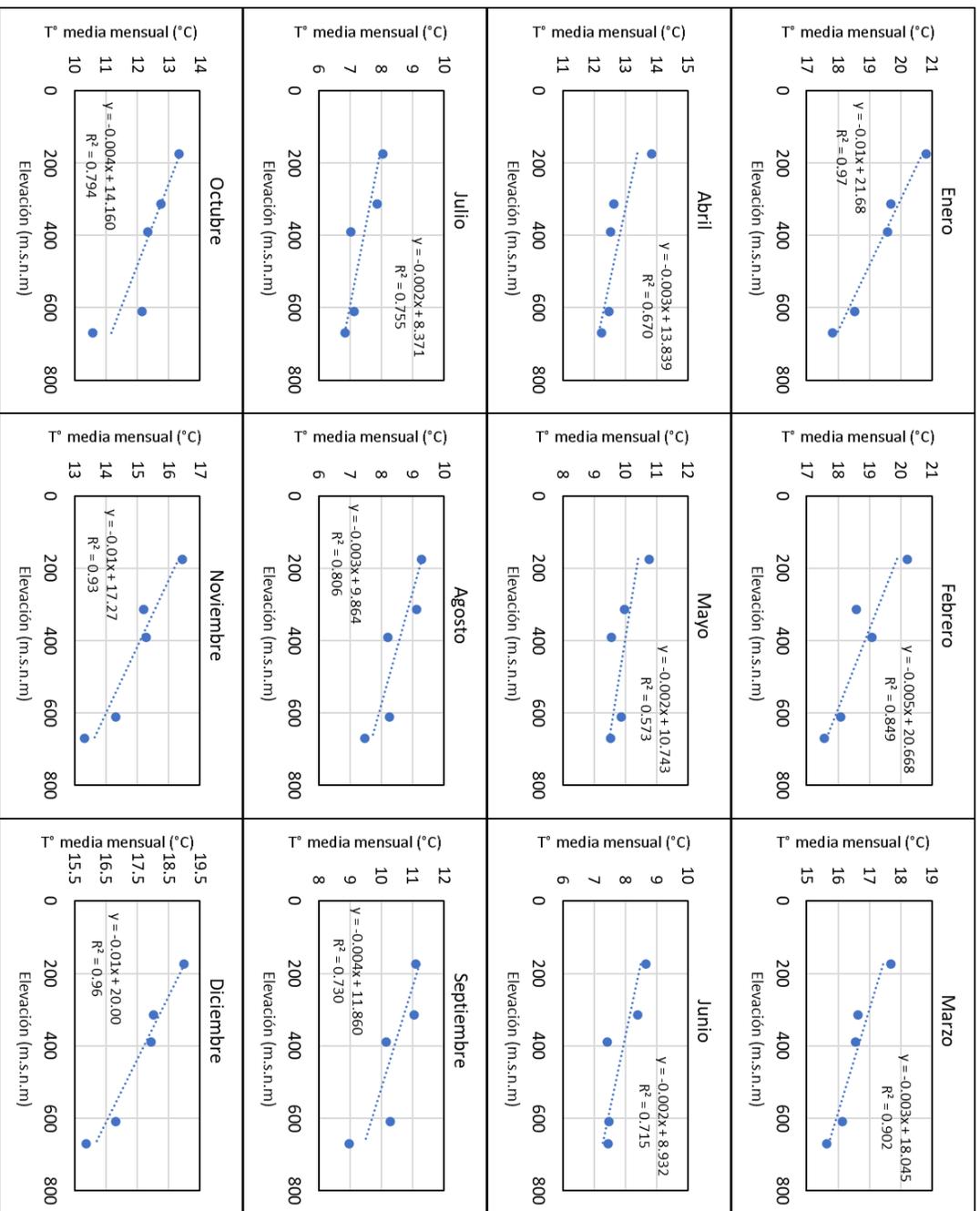


Figura 10.5-8. Gradientes Temperatura - Altura

Fuente: elaboración propia

10.5.5.4 Humedad Relativa

La humedad relativa fue estimada a partir de la estación Santa Rosa, cuya ubicación se presenta en la Figura 10.5-9, de la Red Agrometeorológica del Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA), disponible en la página web <https://agrometeorologia.cl/>. El período analizado fue desde el año 2013 al año 2019. Esta variable fue incorporada para cada subcuenca aportante como el promedio mensual del período analizado, cuyos valores se consignan en la Tabla 10.5-6 y gráficamente en la Figura 10.5-10. En Anexo 10.5-5 se presenta el respaldo con el cálculo del promedio mensual de humedad relativa.

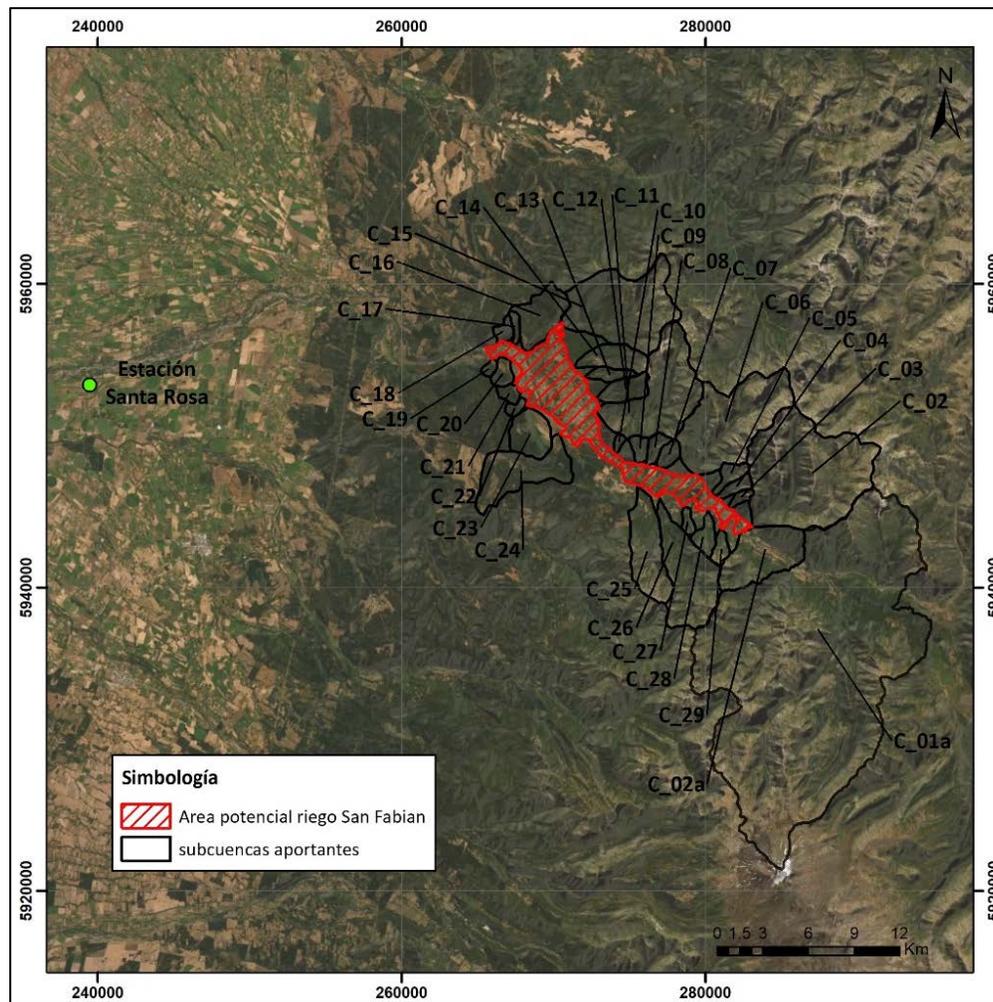


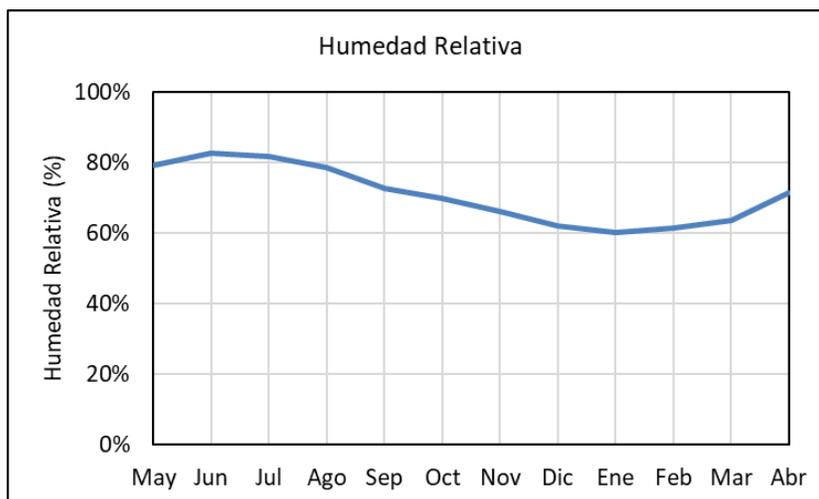
Figura 10.5-9. Ubicación estación Santa Rosa

Fuente: Elaboración propia

Tabla 10.5-6. Humedad Relativa estación Santa Rosa - Chillán (%)

May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr
79,3	82,7	81,8	78,4	72,5	69,7	66,0	62,0	60,3	61,3	63,4	71,3

Fuente: Elaboración propia

**Figura 10.5-10. Humedad Relativa estación Santa Rosa - Chillán**

Fuente: elaboración propia

10.5.5.5 Fracción de Nubosidad

La fracción de nubosidad corresponde a la fracción del tiempo donde no se tiene presencia de nubosidad adoptándose un valor de 0 cuando está completamente cubierto y un valor de 1 cuando está completamente despejado. Para la modelación, se determinó este valor a partir de las precipitaciones medias mensuales de la estación base, considerándolo proporcional al valor de mayor precipitación mensual, correspondiente al mes de junio, según se detalla en la siguiente Tabla 10.5-7.

Tabla 10.5-7. Fracción de Nubosidad

May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr
0.32	0.20	0.26	0.45	0.64	0.75	0.85	0.89	0.94	0.93	0.90	0.76

Fuente: Elaboración propia

10.5.5.6 Latitud

La latitud de cada una de las subcuencas aportantes, referida a su centroide, fue obtenida a través de la calculadora de geometría incorporada en la herramienta SIG. En la Tabla 10.5-8 se presenta la latitud para cada una de las subcuencas.

Tabla 10.5-8. Latitud Cuencas Aportantes

Subcuenca	Latitud (grados decimales)		Subcuenca	Latitud (grados decimales)
C_01a	-36.71		C_15	-36.49
C_02a	-36.64		C_16	-36.50
C_02	-36.59		C_17	-36.50
C_03	-36.61		C_18	-36.50
C_04	-36.60		C_19	-36.53
C_05	-36.60		C_20	-36.53
C_06	-36.56		C_21	-36.54
C_07	-36.58		C_22	-36.55
C_08	-36.58		C_23	-36.57
C_09	-36.58		C_24	-36.59
C_10	-36.57		C_25	-36.64
C_11	-36.54		C_26	-36.65
C_12	-36.54		C_27	-36.62
C_13	-36.53		C_28	-36.63
C_14	-36.52		C_29	-36.64

Fuente: Elaboración propia

10.5.5.7 Características del Acuífero

Para la modelación se consideró la presencia del acuífero existente en el sector de estudio, el cual se denominó "Acuífero San Fabián", para el cual se le consideró una capacidad de 465 Hm³, calculada en el capítulo de hidrogeología de este informe. Cada subcuenca aportante está conectada a este acuífero, pudiendo alimentarlo a través de la infiltración. Además, se consideró un nodo de demanda hacia este acuífero, asociado a la totalidad de derechos de aguas subterráneos, obtenidos del capítulo 3.6.4, y que asciende a 33,5 l/s.

10.5.5.8 Sitios de Demanda

Como se señaló en el punto 10.5.4, para la situación histórica se consideró un nodo de demanda asociado a los derechos de agua subterráneos otorgados en la zona, según se puede apreciar en la Figura 10.5-4 y cuyo requerimiento hídrico corresponde a los derechos de agua catastrados en el capítulo 3.6.4.

Con respecto a la demanda superficial en el período histórico, ésta no fue considerada, debido al escaso desarrollo agrícola en la zona. Sin perjuicio de lo anterior, en la representación del modelo WEAP, para la situación futura, se incluyeron nodos de demanda que consideren la proyección de nuevas áreas de riego, según se señaló en el punto 10.5.4 de este capítulo.

10.5.6 Calibración

Se busca obtener un conjunto de parámetros hidrológicos que permitan llegar a una representación de caudales que se asemeje a los datos históricos. Para ello, resulta fundamental tener puntos de control de caudales observados; es decir, estaciones fluviométricas, de manera de poder comparar estos valores con los simulados por el modelo en el mismo punto. Con base en estas comparaciones, se realizan evaluaciones estadísticas para estimar la precisión del modelo y así ajustar los parámetros hasta lograr una adecuada representación.

El proceso de calibración se llevó a cabo para el período de tiempo comprendido entre mayo de 1989 y abril de 2013, totalizando 25 años. El caudal simulado en el río Ñuble se comparó con los registros de la estación Río Ñuble en San Fabián. Los parámetros calibrados se presentan en la Tabla 10.5-9.

Tabla 10.5-9. Parámetros calibrados

Nombre	Sigla	Valor	Unidad
Capacidad del estanque superior	Z_{1max}	1000	mm
Capacidad del estanque inferior	Z_{2max}	1000	mm
Conductividad del estanque superior	K_1	100	mm/mes
Conductividad del estanque inferior	K_2	200	mm/mes
Temperatura de Deshielo	T_m	4	°C
Temperatura de Congelamiento	T_f	3	°C
Factor de corrección de precipitación	F_p	1	-
Factor de resistencia al flujo	FR	3	-
Dirección preferencial del flujo	Dir	0.8	-
Coeficiente de cultivo			
Áreas desprovistas de vegetación	K_c	1	-
Bosques		1.2	
Cuerpos de agua		1	
Humedales		1	
Nieves eternas y glaciares		1	
Praderas y Matorrales		1.2	
Terrenos Agrícolas		0.8	

Fuente: Elaboración propia

Cabe señalar que, por ejemplo, el factor de corrección de precipitación resultó igual a 1. Esto quiere decir que tanto la generación de la serie de tiempo asociada a la pluviometría, elaborada en el capítulo 10.1 de este informe, como la generación de los gradientes de precipitación - altura, resultaron ser adecuadas, ya que no se precisó de este factor correctivo.

Para analizar cuantitativamente la bondad de ajuste de calibración, se evaluaron 4 índices, según se detalla a continuación:

i. Coeficiente de determinación r^2

El coeficiente de determinación r^2 se define como el cuadrado del cociente entre la covarianza y la multiplicación de las desviaciones estándar de los valores observados y simulados, según la siguiente fórmula:

$$r^2 = \left(\frac{\sum_{i=1}^n (O_i - \bar{O})(P_i - \bar{P})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (O_i - \bar{O})^2} \sqrt{\sum_{i=1}^n (P_i - \bar{P})^2}} \right)^2$$

Donde O y P , representan los valores observados y simulados por el modelo.

El rango está entre 0 y 1 y describe cuánto de la dispersión de los valores observados es explicada por la predicción. Un valor de 0 indica que no existe correlación y un valor de 1 indica que la dispersión de los valores simulados es igual a la dispersión de los valores observados. El valor obtenido para el proceso de calibración es de 0,94, según se señala en la Tabla 10.5-10.

Dado que este índice puede no reflejar una sobre o sub estimación sistemática de los datos simulados en relación a los datos observados, es que se aconseja presentar el valor de la pendiente (idealmente cercana a 1,0) y el término libre (idealmente despreciable respecto al promedio de caudales), de los datos observados vs simulados. En efecto, en la Figura 10.5-11 se puede apreciar que estos valores cumplen con esta condición, reflejando un buen ajuste.

ii. Coeficiente de Nash-Sutcliffe

El criterio de eficiencia de Nash-Sutcliffe E se define como 1 menos la sumatoria del cuadrado de las diferencias entre los valores observados y simulados, normalizado por la varianza de los valores observados, según la siguiente ecuación:

$$E = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n (O_i - P_i)^2}{\sum_{i=1}^n (O_i - \bar{O})^2}$$

Donde O y P , representan los valores observados y simulados por el modelo.

El rango de E varía entre 1 (ajuste perfecto) y $-\infty$. Una eficiencia menor a 0 indica que la media de los valores observados sería una mejor predicción que los valores simulados por el modelo. Para la calibración, el valor del coeficiente de Nash-Sutcliffe es de 0,94 (ver Tabla 10.5-10) lo que representa un alto grado de ajuste.

iii. Coeficiente de Nash-Sutcliffe con valores logarítmicos

Para reducir la alta sensibilidad de este índice ante los valores extremos, se calcula este coeficiente, pero con valores logarítmicos, según la siguiente expresión:

$$E = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n (\text{Log}(O_i) - \text{Log}(P_i))^2}{\sum_{i=1}^n (\text{Log}(O_i) - \text{Log}(\bar{O}))^2}$$

Donde O y P , representan los valores observados y simulados por el modelo.

Mediante esta transformación, los valores altos de escorrentía son atenuados, mientras que los valores bajos se mantienen relativamente iguales. En consecuencia, la influencia de valores bajos de escorrentía, como el flujo base, toma mayor relevancia en relación a los caudales de crecidas. Para esta calibración, el valor fue de 0,97 (ver Tabla 10.5-10), lo que representa que el modelo está mejor ajustado en torno a caudales bajos, ideal para la correcta cuantificación de los recursos hídricos con el objetivo de su aprovechamiento.

iv. *Bias* o desviación relativa de los caudales

Este indicador evalúa el error producido entre el promedio de la serie observada y simulada, según la siguiente expresión:

$$\text{Bias} = 100 * \frac{(\bar{P} - \bar{O})}{\bar{O}}$$

Donde O y P , representan los valores observados y simulados por el modelo.

Un valor positivo indica que el modelo está sobrestimando el caudal simulado, mientras que un valor negativo indica que el modelo está subestimándolo, en relación a los datos observados. Para la fase de calibración, este índice tiene un valor de 0,1% (ver Tabla 10.5-10), lo que refleja una casi perfecta estimación de la cantidad de escorrentía simulada en relación a la observada.

En la Tabla 10.5-10 se presentan, a modo de resumen, los índices de calibración, antes señalados y en la Figura 10.5-11, las gráficas comparativas (series de tiempo, Curva de duración, curva de variación estacional y serie observada vs simulada). En el Anexo 10.5-6 se presenta el respaldo con la serie observada y simulada, así como también los cálculos de los índices y gráficas.

Tabla 10.5-10. Índices de calibración

Índice	Nombre	Descripción	Valor
r^2	Coeficiente de determinación r^2	Rango entre 0 y 1. Valor de 0 indica que no hay correlación, mientras que 1 indica que la dispersión de la predicción es igual a la de la observación	0.94
NS	Coeficiente de Nash - Sutcliffe	Rango entre - y 1. Mientras esté más cerca de 1, mejor la correspondencia entre los datos observados y simulados	0.94
NS_{log}	Coeficiente de Nash - Sutcliffe (Log)	Rango entre - y 1. Mientras esté más cerca de 1, mejor la correspondencia entre los datos observados y simulados, con énfasis en los caudales bajos.	0.97
$Bias$	Desviación relativa de los caudales (sesgo)	Entre menor el porcentaje, mejor la correspondencia entre los datos observados y simulados. Un valor positivo indica sobrestimación, mientras que un valor negativo indica una subestimación	0.1%

Fuente: Elaboración propia

Como se puede apreciar de la Figura 10.5-11, la serie de tiempo observada de la estación fluviométrica Río Ñuble en San Fabián quedó bien representada, sobre todo en relación a los

caudales bajos y medios, lo que también se puede apreciar en la curva de duración de la misma figura.

Por otra parte, el modelo también es capaz de simular adecuadamente la estacionalidad de la serie observada, lo que se refleja en la gráfica de la curva de variación estacional, donde se aprecia que el caudal medio mensual peak se produce en el mes de mayo y los caudales más bajos se producen durante los meses de verano, para ambas series.

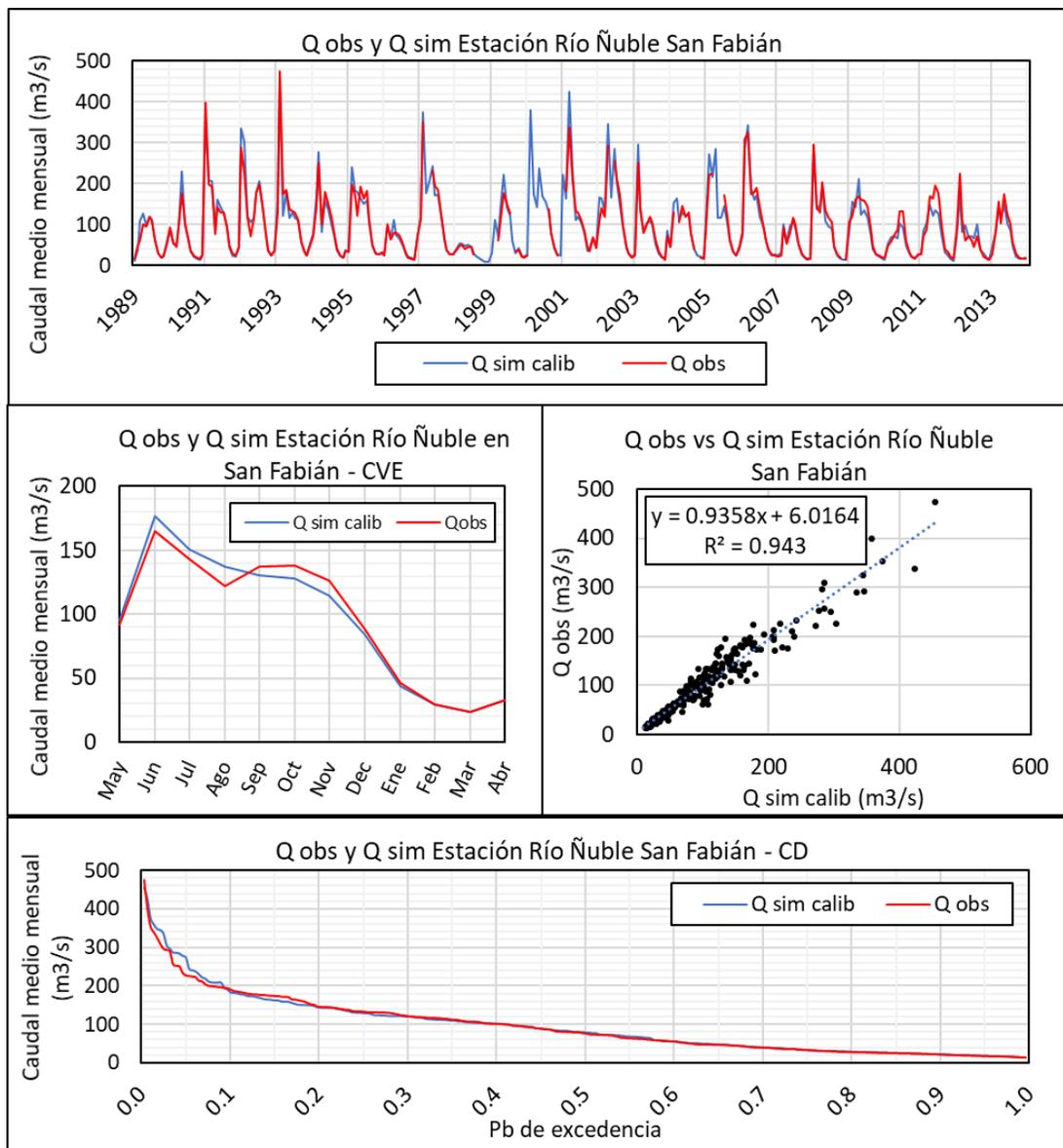


Figura 10.5-11. Resultados Calibración

Fuente: Elaboración propia

En definitiva, en el proceso de calibración se obtuvo un alto grado de ajuste entre los valores simulados y observados, representándose de buena manera, tanto la variación estacional, como a los caudales altos y bajos.

10.5.7 Validación

El proceso de validación corresponde a la evaluación de la serie simulada utilizando los parámetros de calibración obtenidos. De esta forma, se evalúa la respuesta del modelo hidrológico ante nuevos datos de entrada (datos climáticos). La estación de control corresponde, al igual que para el proceso de calibración, a Río Ñuble en San Fabián y el período abarca desde mayo de 2014 a abril de 2020, totalizando 6 años. Los índices para la validación se muestran en la Tabla 10.5-11 y gráficas en la Figura 10.5-12. En el Anexo 10.5-6 se presenta el respaldo con la serie observada y simulada, así como también los cálculos de los índices y gráficas.

Tabla 10.5-11. Índices de Validación

Índice	Valor
<i>r</i> ²	0.93
<i>NS</i>	0.92
<i>NS log</i>	0.96
<i>Bias</i>	6.4%

Fuente: Elaboración propia

Del proceso de validación, se puede señalar que se tienen valores muy similares a los obtenidos en el proceso de calibración, con una leve tendencia a la sobrestimación de los datos, según se puede apreciar en el resultado de *Bias*, cuyo porcentaje es de 6,4%. Por otra parte, y al igual que para el proceso de calibración, se tiene que el modelo logra representar de mejor manera los caudales medios y bajos, en relación a los caudales peaks, tomando en cuenta el coeficiente de Nash-Sutcliffe con valores logarítmicos.

Además, para la fase de validación, el modelo también es capaz de representar adecuadamente la variabilidad estacional, donde los caudales medios mensuales peaks

ocurren en el mes de octubre, a diferencia de lo que se tenía para la calibración, con los caudales más bajos en los meses de verano.

En definitiva, el modelo hidrológico se encuentra calibrado adecuadamente, por lo que es posible evaluar los distintos escenarios futuros de simulación que se requieran.

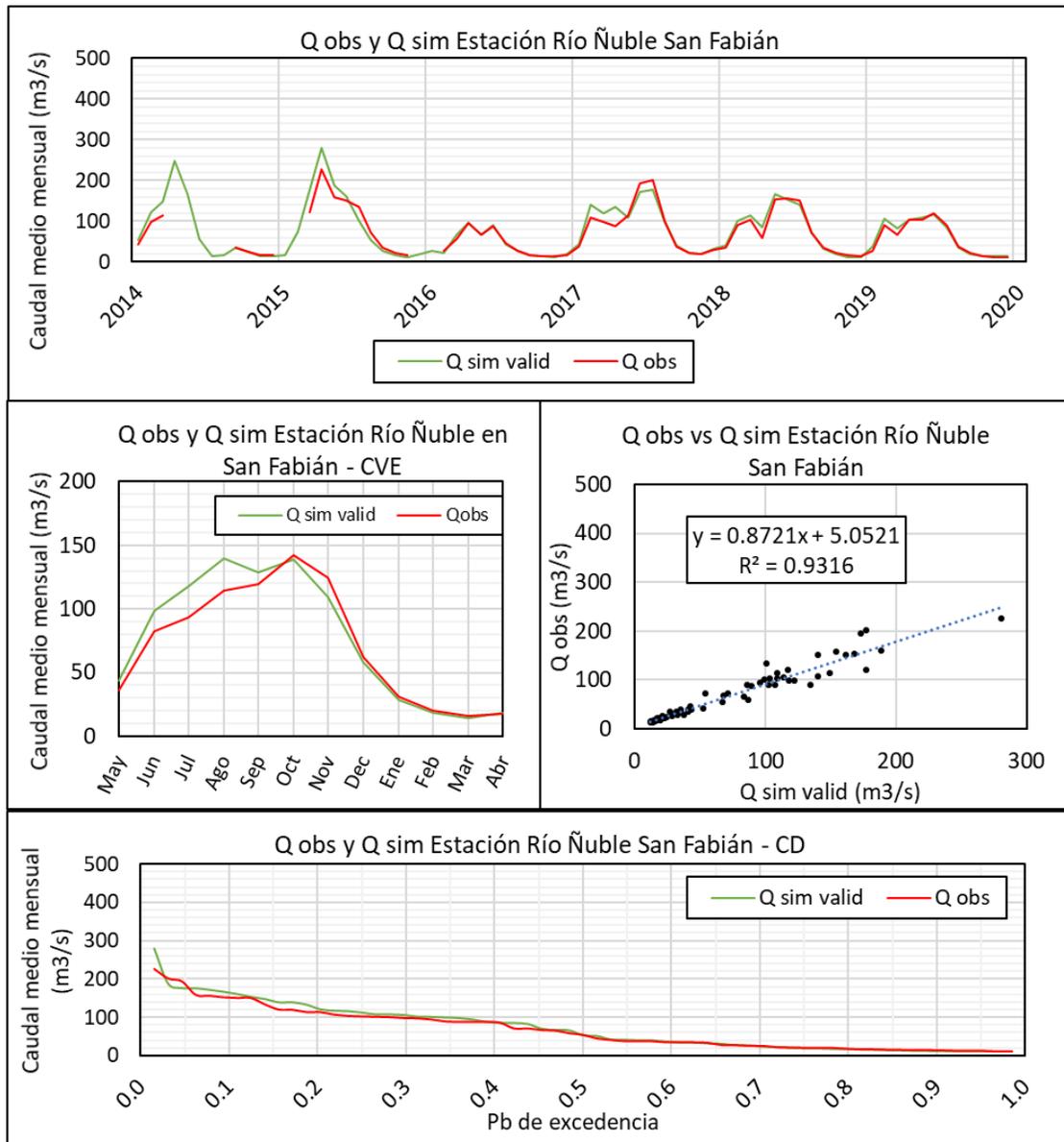


Figura 10.5-12. Resultados Validación

Fuente: Elaboración propia

11 TOPOGRAFÍA

11.1 Levantamiento Topográfico

La información territorial necesaria para el desarrollo del diagnóstico corresponde a un levantamiento topográfico mediante laser aerotransportado. Esta tecnología permite obtener la orografía del terreno de manera más precisa que con medios aerofotogramétricos, ya que utiliza un sensor activo de un haz de luz láser modulado, junto a este escaneo, se realiza simultáneamente, la toma de imágenes digitales mediante una cámara digital métrica. El levantamiento realizado se vinculó a un vértice oficial SIRGAS, certificado por el Instituto Geográfico Militar (IGM). Adicionalmente al vuelo, se materializó en terreno una red geodésica compuesta por 8 puntos de referencia, con los cuales se controló la altimetría y planimetría del levantamiento. Las coordenadas de esta red se obtuvieron mediante observaciones GPS/GNSS, las que permiten obtener precisiones de unos pocos milímetros.

11.1.1 Metodología

Para desarrollar el levantamiento se planteó la utilización de tecnología Láser aerotransportada, conocida como LiDAR (*Light Detection and Ranging*).

Este sistema consiste en tres componentes principales, que se integran:

- Sistema de posicionamiento: con receptores en aeronave y en Tierra.
- Sistema de adquisición de imágenes: con cámara digital métrica.
- Sistema de escaneo láser aéreo: montado en aeronave.

El sistema de posicionamiento y orientación cuenta con una Plataforma de Movimiento Inercial (IMU), un GPS (Global Positioning System) instalado en la aeronave y una estación GPS base en tierra, proveyendo datos modo diferencial (DGPS). Se realiza la integración de los sistemas IMU/GPS para proporcionar posicionamiento 3D en coordenadas absolutas. Para garantizar datos confiables con nivel de precisión satisfactorias se minimizan errores en los

cálculos del DGPS (Differential Global Positioning System), respetando el rango permisible de vuelo entre la estación base y al área del proyecto.

11.1.2 Instrumentación

El instrumental utilizado para las labores de levantamiento es el siguiente:

a) GPS bases utilizadas para la georreferenciación del vuelo:

- Receptores GPS Trimble modelo 5700 de doble frecuencia (L1 y L2). Su precisión nominal en método estático es de 5mm + 1 ppm.
- Antenas Trimble Zephyr y Zephyr-Geodetic L1/L2.

b) Transporte Aéreo:

- Avión monomotor turbo Cessna 206 habilitado con foso aerofotogramétrico en el fuselaje y sistema eléctrico adaptado para los equipos de captura de datos.

c) Equipo de captura de datos:

- Toposys Harrier 56/G4 integrado por los siguientes sistemas:
- LiDAR Scanner Riegl LMS-Q560 de 240 kHz.
- Cámara Rollei AIC P45 de 39 Mpx.
- Sistema Inercial de alta precisión IMU LN200 tipo 410.
- Colector de datos presurizado Riegl DR560.
- 2 Notebook Core2Duo, utilizados para la verificación de captura de datos en tiempo real, planificación, cálculo y revisión de coberturas.

d) Equipamiento para trabajos de gabinete:

- Hardware de proceso:
- PC Intel Core i7, 16 Gb. RAM, 2 Tb. HD
- PC Intel Core i7, 8 Gb. RAM, 1 Tb. HD

- Hardware de edición:
- 4 PC Intel Core i5, 4 Gb. RAM / 1 Tb.
- PosPac (GPS-IMU) de Applanix: Resolución de trayectoria. Integración de GPS diferencial con datos inerciales.
- RiAnalyze de Riegl: Decodificación y control de datos crudos LiDAR.
- Capture One de Phase One: Revelado Digital de fotografías.
- Toppit de Toposys: Postproceso de nubes de puntos, DSM/DTM y ortorectificación.
- DTMaster de Inpho: Clasificación, edición y revisión de nubes de puntos y DTM.
- Orthovista de Inpho: Generación de mosaicos de ortofotos.
- Global Mapper: Control de Calidad.
- Tracker de Track'Air: Generación de planes de vuelo.
- Autocad de Autodesk, versión 2011: edición cartográfica.
- MapEditor for Autocad de DAT/EM Systems International, utilizado para edición cartográfica.

11.1.3 Descripción del Trabajo Desarrollado

El servicio se inició con la elaboración del proyecto técnico de vuelo. Se solicitaron las autorizaciones ante la DGAC y se planificó la movilización del personal a la zona de estudio.

Se solicitaron las autorizaciones a la CNR para acreditar al personal que realizaría el trabajo en Terreno.

Se construyó la Red Geodésica mediante monolitos de Hormigón.

11.1.3.1 Monumentación Geodésica

Los vértices de la Red Principal y de la Poligonal se construyeron en sitio, por medio de monolitos de hormigón.

Para estos monolitos se cumplió con lo señalado en la Figura 9, 10 y 11 del "Manual de Procedimientos Geodésicos y Topográficos - CNR, 2000", cuyas características principales son:

- Monolito de hormigón de 30 cm X 30 cm de lado y profundidad de 50 cm.
- La cara del monolito sobresale aproximadamente 10 cm de la superficie del terreno.
- Para identificar el punto de interés se utilizó fierro estriado de 12 mm, empotrado en el centro y sobresaliendo del nivel superior de la masa de hormigón aproximadamente 2 cm.
- Se materializaron 2 amarras por monolito, a objetos permanentes.

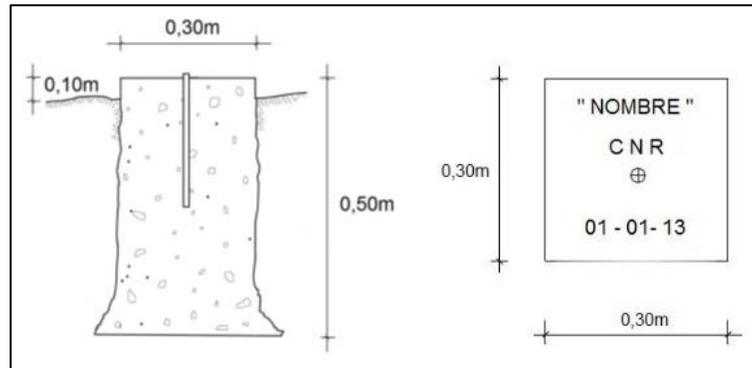


Figura 11.1-1. Características de los monolitos

(Fuente: Manual de Procedimientos Geodésicos y Topográficos - CNR 2000)



Fotografía 11.1-1. Construcción de Monolitos de Hormigón



Fotografía 11.1-2. Imagen Panorámica y de Detalle de Monolito Construido

11.1.3.2 Identificación

La identificación se realizó con pintura, tanto en la superficie como en los costados, utilizando para esto color azul, para su escritura se utilizó pintura color blanco.

La identificación a utilizada fue la siguiente:

- SF-Nº : donde Nº es el número arábigo correlativo que le corresponda.
- 7-20 : mes y año de construcción.

11.1.3.3 Referenciación

El sistema de referencia utilizado corresponde al Universal Transversal de Mercator UTM SIRGAS 2000, Huso 19 Sur.

Para establecer este sistema, los sistemas de transporte de coordenadas se ligaron al vértice IGM denominado CLL1, el cual es una estación de referencia del Centro Sismológico Nacional ubicado en Chillán.

Tabla 11.1-1. Coordenadas desde Certificado IGM SIRGAS

Vértice	Latitud	Longitud	Norte UTM	Este UTM	Altura Elipsoidal
CLL1	S36°35'42,2526"	072°04'47,8670"	5946076,055	761217,620	154,387

Este vértice tiene sus coordenadas en el Huso 18 Sur, ya que se encuentra en esa faja de la proyección UTM.



IGM
INSTITUTO GEOGRAFICO MILITAR
Cartografía Oficial del Estado de Chile

IGM PGEOD 8.5-4.0.1
Revisión : 6

CERTIFICADO DE COORDENADAS GEOGRÁFICAS PLANAS Y ALTURA

Fecha, 24 de julio de 2020
N° Certificado 683

Solicitadas por : **AEROTOP S.A.**

Datum : SIRGAS
Elipsoide : GRS-80
Unidad : N, E y Altura en metros.

Nombre de la Estación	Coordenadas Geográficas		Coordenadas Planas		Altura	Altura	Zona
	Latitud	Longitud	Norte	Este	Elipsoidal	MMM	
EAF CHILLAN (CLL1)	36° 35' 42.2526"	72° 4' 47.867"	5,946,076.055	761,217.620	154,387	---	18

NOTA : Las coordenadas entregadas en éste certificado están referidas a la época 2016,00



Gonzalo Molina Díaz
GONZALO MOLINA DÍAZ
Jefe de Asesoría Técnica
Subdirección Comercial

Sala de Ventas - Calle Dieciocho 369, Santiago - Teléfonos: (56-2) 22410 9360 / 22410 9363 - Fax: (56-2) 22410 9380
Email: ventas@igm.cl - compras@igm.cl - Web: www.igm.cl

Figura 11.1-2. Certificado de Coordenadas SIRGAS

- Poligonal Primaria o Geodésica

Se utilizaron equipos geodésicos de doble frecuencia con precisión nominal de $\pm 3\text{mm} + 0,5\text{ppm}$, se realizaron las mediciones entre los extremos de la red y el vértice IGM CLL1.

La secuencia de medición y cálculos de cada figura principal fue la siguiente:

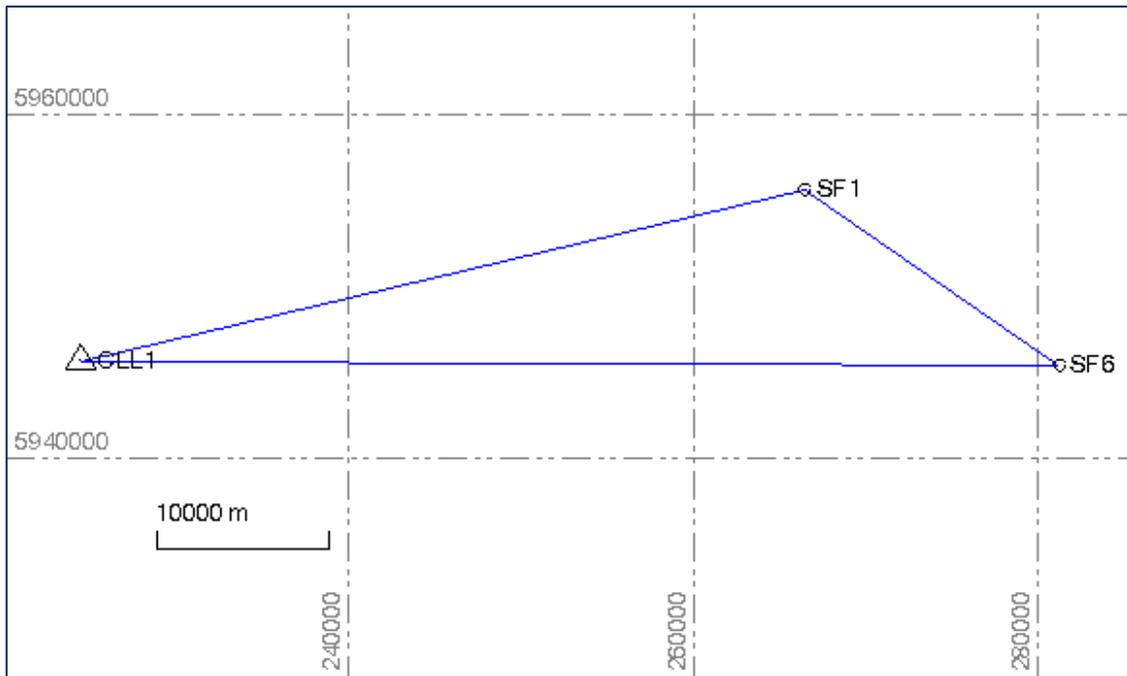


Figura 11.1-3. Esquema de vinculación Geodésica de la poligonal Principal

11.1.3.4 Cálculo de Poligonal Primaria.

Se utilizó el software Trimble Business Center, para el proceso de todos los datos crudos, previo a corregir las alturas de antena y nombre del punto. Los vectores resultaron con soluciones fijas (Fixed) y un PDOP inferior a 5.

Tabla 11.1-2. Cuadro de cálculo de vectores.

ID del punto de origen	Al ID de punto	Solución	PDOP	RCM	Satélites	Épocas	Largo vector	Duración
CLL1	SF1	Fija	4,959	0,013	6	182	43132,62	1:30:52
CLL1	SF6	Fija	4,425	0,014	5	109	56667,74	1:11:19
SF1	SF6	Fija	4,959	0,016	5	127	17876,82	1:03:28

La vinculación cerró en tolerancia con un PPM de 0,830, cumpliendo ampliamente la razón de 2 partes por millón (2 PPM).

Tabla 11.1-3. Cuadro de cierre de ciclo GNSS.

	Longitud (Metro)	$\Delta 3D$ (Metro)	Δ Horiz. (Metro)	Δ Vert. (Metro)	PPM
Criterios pase/error					2,000
Módulo medio	117677,176	0,098	0,019	0,096	0,830
Error típico	0,000	0,098	0,019	0,096	0,000

11.1.3.5 Determinación de Altura Ortométrica

La altura elipsoidal es aquella altura referida a una superficie de referencia adoptada (Elipsoide). Cuando hablamos de alturas elipsoidales nos ubicamos inmediatamente en las alturas proporcionadas por las mediciones GNSS, pues son las que estos instrumentos nos presentan. La ondulación geoidal, corresponde a la distancia de la superficie del elipsoide de referencia al geoide, medida a lo largo de la normal al elipsoide. El modelo EGM-08 es una solución combinada de datos provenientes de satélites y de una base de datos global de anomalía de gravedad. Este modelo, al combinar los datos terrestres, marinos y aéreos con los datos de satélite, alcanza un alto orden del desarrollo en armónicos esféricos.

En el software de procesamiento GNSS Trimble Business Center se configuró el modelo Geoidal EGM-08 para la obtención de las alturas ortométricas.

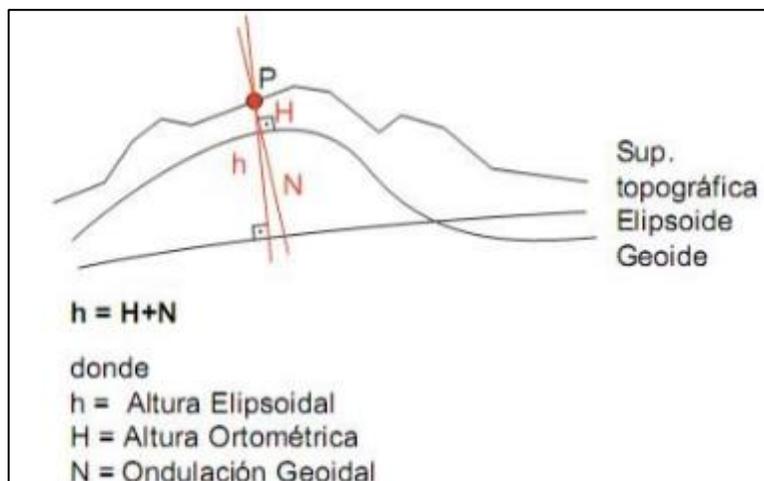


Figura 11.1-4. Esquema de superficies de referencia

Para realizar el cálculo se utilizó el vértice SF-1 como punto de inicio, aplicándose la siguiente fórmula:

$$H_B = H_A + \Delta h - \Delta N$$

Donde:

- H_A : Cota ó altura Ortométrica conocida respecto al NMM.
 Δh : Desnivel entre A y B respecto del elipsoide (obtenido con GPS).
 ΔN : Diferencia de Ondulación Geoidal entre A y B (obtenido del modelo Geoidal utilizado).

Tabla 11.1-4 Cuadro de Cálculo de Altura Ortométrica

PUNTO	ALTURA ELIPOIDAL	ALTURA ORTOMÉTRICA (HA)	Δh	ONDULACIÓN GEOIDAL	ΔN	ALTURA ORTOMÉTRICA CALCULADA (HB)
SF1 (*)	398,759	376,465		22,294		
SF2	403,94		5,181	22,360	0,066	381,580
SF2A	464,301		60,361	22,662	0,302	441,639
SF3	477,975		13,674	23,034	0,372	454,941
SF4	479,438		1,463	23,061	0,027	456,377
SF4A	518,069		38,631	23,314	0,253	494,755
SF5	598,113		80,044	23,713	0,399	574,400
SF6	597,783		-0,33	23,741	0,028	574,042

(*) Punto de inicio del cálculo

11.1.3.6 Poligonal Secundaria

El transporte de coordenadas a cada vértice, se realizó a través de una poligonal secundaria, la cual se compone de 8 vértices, materializados del mismo modo que la poligonal primaria.

Las mediciones se ejecutaron con instrumental GNSS de doble frecuencia.

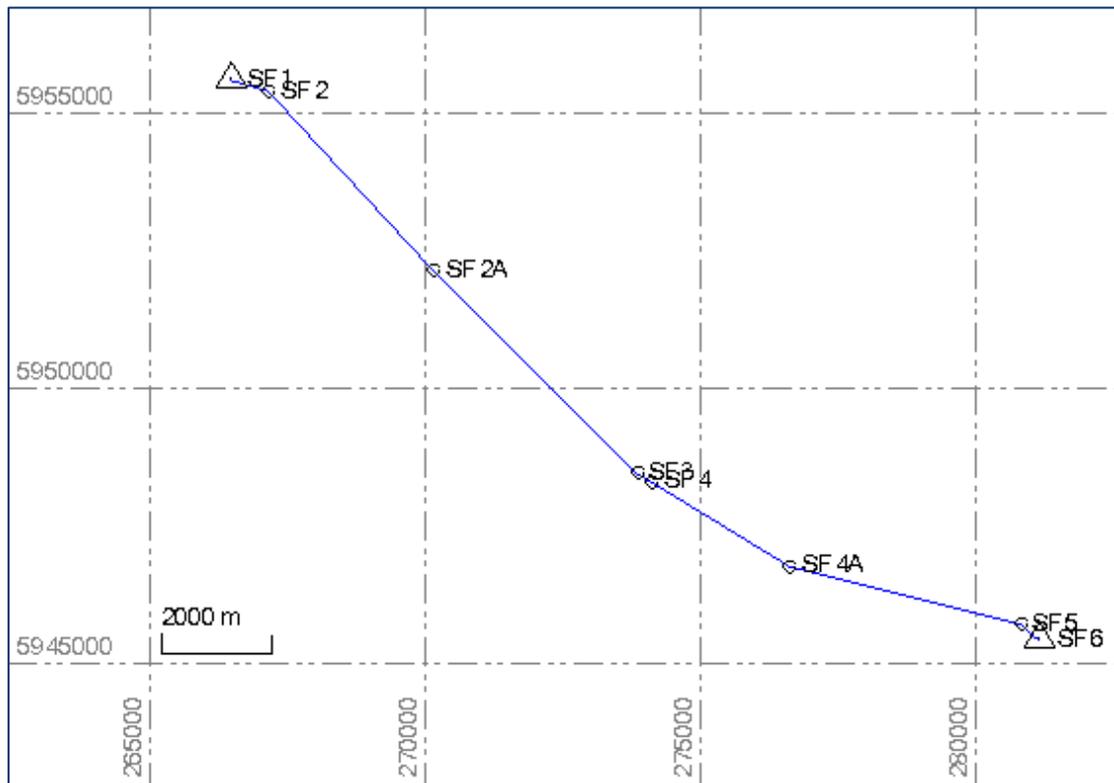


Figura 11.1-5. Esquema Poligonal Secundaria

11.1.3.7 Cálculo de Poligonal Secundaria

Respecto al tipo de solución, todos los vectores resultaron con solución fija. Por otra parte, la cantidad de satélites que participaron en el proceso fue superior a seis y el PDOP resultó inferior a 3 en todos los vectores.

Tabla 11.1-5. Cuadro de Vectores Red Secundaria.

ID del punto de origen	Al de punto	ID Solución	PDOP	RCM	Satélites	Épocas	Largo vector	Duración
SF2	SF1	Fija	1,767	0,011	13	125	720,552	1:02:52
SF2A	SF2	Fija	2,093	0,012	15	135	4432,763	1:07:40
SF3	SF2A	Fija	1,892	0,013	13	133	5221,896	1:06:17
SF4	SF3	Fija	2,659	0,014	10	136	304,629	1:07:49
SF4A	SF4	Fija	2,192	0,009	11	137	2942,334	1:08:34
SF5	SF4A	Fija	1,761	0,010	11	133	4318,807	1:06:39
SF5	SF6	Fija	2,133	0,010	12	142	453,716	1:10:45

11.1.3.8 Control de Calidad de Poligonales GNSS

A modo de verificación y para determinar la calidad del cierre planimétrico, se procedió a contrastar las coordenadas en el último punto del circuito con el punto fijo de la red geodésica. Este procedimiento asegura que los archivos generados en las sesiones de medición no contengan perturbaciones en la adquisición de datos.

Tabla 11.1-6. Cuadro de control de cierres.

PUNTOS		COORDENADAS	
NOMBRE		NORTE (m)	ESTE (m)
SF6 (Pol. Primaria)		5945407,715	281154,583
SF6 (medido)		5945407,692	281154,593
Diferencias		0,023	-0,010
CUADRO DE PRECISIONES OBTENIDAS			
Figura	Recorrido (m)	Error lineal (m)	Precisión
STC	18396,109	0,025	735844,360

Dado que se obtuvo una precisión de 1:735.844, por sobre a la razón 1:20.000, se pudo establecer que los resultados cumplen ampliamente lo normado para este tipo de trabajos.

11.1.4 Resultados

Tras el cálculo y ajuste de la red geodésica se presentan las siguientes coordenadas, cuya elevación ortométrica está referida al modelo geoidal EGM-08.

Tabla 11.1-7. Cuadro de Coordenadas de Red Geodésica.

PTO.	COORDENADAS UTM		ALTURA ELIPSOIDAL	ONDULACIÓN GEOIDAL	ALTURA ORTOMÉTRICA
	NORTE	ESTE			
SF1	5955584,393	266455,135	398,759	22,294	376,465
SF2	5955392,293	267149,742	403,940	22,360	381,580
SF2A	5952128,536	270149,927	464,301	22,662	441,639
SF3	5948443,765	273851,209	477,975	23,034	454,941
SF4	5948289,012	274113,652	479,438	23,061	456,377
SF4A	5946753,683	276623,845	518,069	23,314	494,755
SF5	5945707,203	280813,695	598,113	23,713	574,400
SF6	5945407,715	281154,583	597,783	23,741	574,042

A continuación, se presentan los productos asociados al levantamiento LiDAR y la red geodésica.

1. **Tile Index (dwg):** Archivo en formato dwg que muestra la distribución y nomenclatura de la subdivisión del área en tiles de 2,000 x 2,000 m.

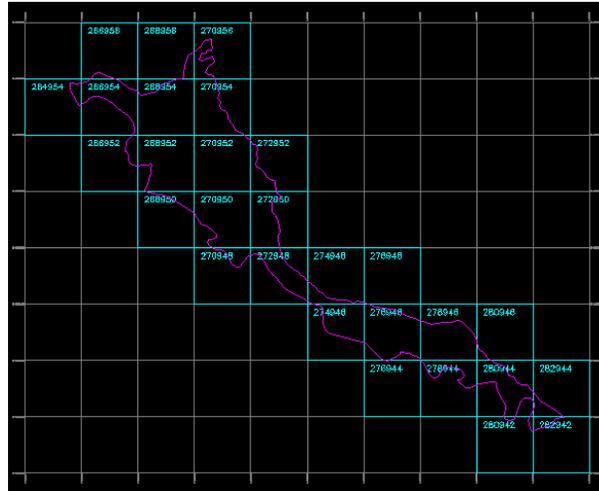


Figura 11.1-6. Índice de Tiles (Tile Index)

Este archivo se incluye en el Anexo 11.1-2 digital (archivo i).

2. **DTM (Modelo Digital de Terreno):** con tamaño de celda de 1.0 m
 - a. DTM en formato binario ASCII
 - b. DTM (LAS): Nube de puntos colorizada RGB
 - c. DTM en formato xyz

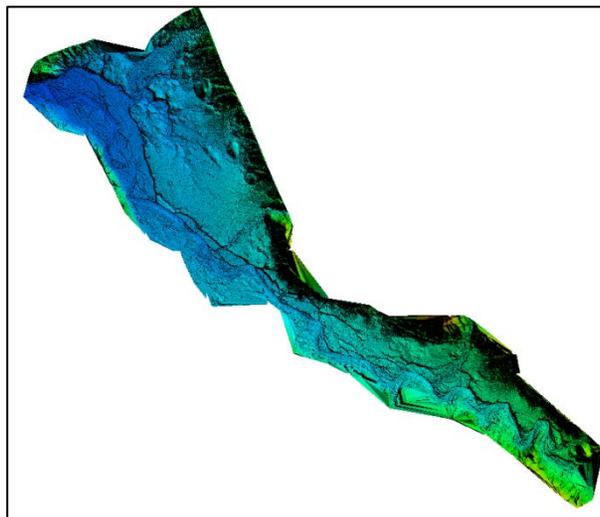


Figura 11.1-7. Modelo Digital de Terreno



Figura 11.1-8. DTM como nube de puntos con color RGB

Estos archivos se incluyen en el Anexo 11.1-2 digital (archivo iv).

3. **Cartografía (dwg):** Láminas con planimetría y curvas de nivel (cada 2m) en formato dwg. Incluye la ortofoto asociada en formato ecw.

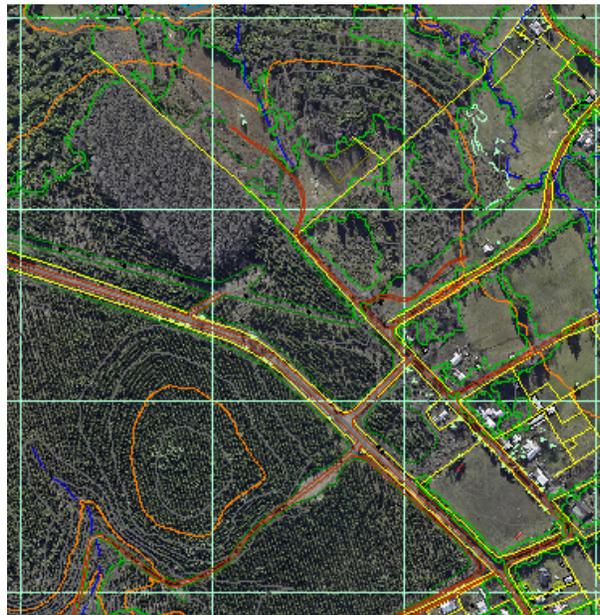


Figura 11.1-9. Cartografía con curvas de nivel e imágenes ecw insertadas.

Este archivo se incluye en el Anexo 11.1-2 digital (archivo ii).

4. **Ortofotos (tif):** Ortofoto consolidada en formato geotiff, con tamaño de píxel 0.20 cm.

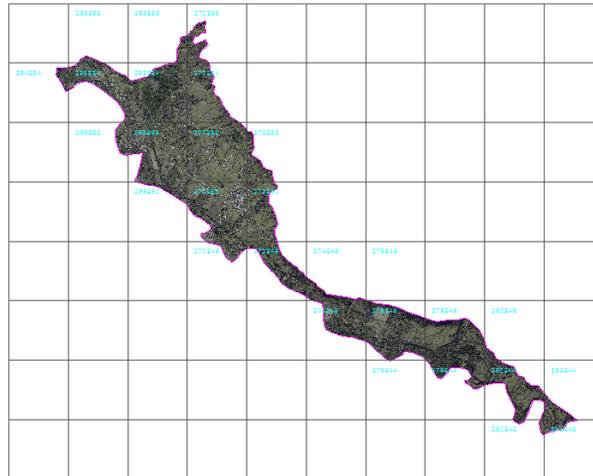


Figura 11.1-10. Ortofotos en formato tif

Este archivo se incluye en el Anexo 11.1-2 digital (archivo iii).

5. **Planimetría (dwg):** Modelo de planimetría completo en formato en 2D y 3D.

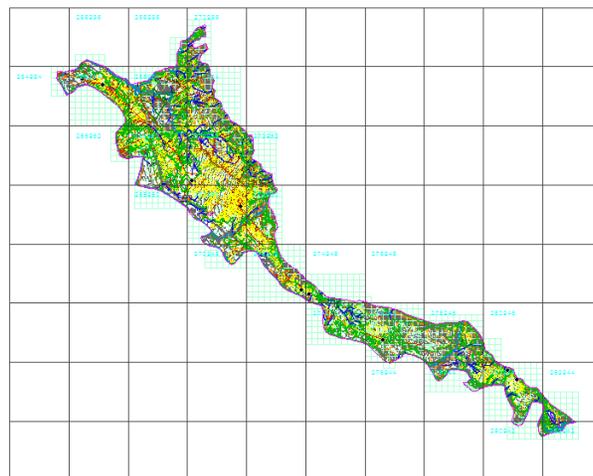


Figura 11.1-11. Archivos dwg de planimetría unificada sin curvas de nivel

Este archivo se incluye en el Anexo 11.1-2 digital (archivo v).

6. **Informe Técnico (Docx y pdf):** Describe el desarrollo del vuelo, georreferenciación, red geodésica, procesamiento y entregables.



1	2019/07/02	ME	SVP	OCF		
REV	FECHA	FOR	REVISO	EMITIDO PARA	REVISO	APROBADO
CONSULTOR			MANDANTE			
AEROTOP			OCF Ingenieros Consultores			

AEROTOP contacto@aerotop.cl
+56 2 2230 77 20
General Poma #178, Providencia - Chile
www.aerotop.cl

Levantamiento Topográfico Láser Aerotransportado
Diagnóstico para el Desarrollo del Riego en la Comuna de San Fabián

CONTENIDO

- INTRODUCCIÓN 3
- ANTECEDENTES 4
- METODOLOGÍA DE TRABAJO 5
 - PLANIFICACIÓN DE VUELO 5
 - METEOROLOGÍA 5
 - EJECUCIÓN DEL VUELO 9
 - EVALUACIÓN DE LOS DATOS OBTENIDOS EN VUELO 10
- CONTROL DE COBERTURA 13
- PROCESAMIENTO DE DATOS 14
 - PROCESO DE FOTOGRAFÍAS 14
 - REVLADO 14
 - ARCHIVO DE ORIENTACIÓN DE CADA FOTO 15
 - ORTORECTIFICACIÓN 17
 - MOSAICO 18
 - PROCESO DE NUBE DE PUNTOS 19
 - MODELO DIGITAL DE SUPERFICIE (DSM) 20
 - MODELO DIGITAL DE TERRENO (DTM) 21
 - CURVAS DE NIVEL Y PLANIMETRÍA 22
- RED GEODÉSICA Y CONTROL TERRESTRE 23
 - MONUMENTACIÓN RED GEODÉSICA 23
 - IDENTIFICACIÓN 24
 - REFERENCIACIÓN 26
 - COORDENADAS DE RED GEODÉSICA 28
 - 3.2 POLIGONAL PRIMARIA O GEODÉSICA 28
 - 3.3 POLIGONAL SECUNDARIA 30
 - CONTROL DE CALIDAD DE POLIGONALES GNSS 31
 - COORDENADAS DE RED GEODÉSICA 32
 - MONOGRAFÍAS DE RED GEODÉSICA 33
 - CONTROL HORIZONTAL Y VERTICAL 42
 - 4.1 CONTROL PLANIMÉTRICO 43
 - 4.2 CONTROL ALTIMÉTRICO 45
- EQUIPAMIENTO EMPLEADO 46
 - TRABAJOS DE TERRENO 46
 - PRODUCCIÓN DE CARTOGRAFÍA LÁSER 46
- ENTREGABLES 48
- CONCLUSIONES 49

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Parámetros láser escala 1:2000 5
 Tabla 2. Estación Base GNSS para el vuelo LIDAR 23
 Tabla 3. Coordenadas desde Certificado ISM SURGAS 26
 Tabla 4. Cuadro de cálculo de vectores 28
 Tabla 5. Cuadro de cierre de dato GNSS 29
 Tabla 6. Cuadro de vectores Red Secundaria 31
 Tabla 7. Cuadro de control de cámara 31
 Tabla 8. Cuadro de Coordenadas de Red Geodésica 32
 Tabla 9. Tolerancias al momento de verificar el plano 42
 Tabla 10. Detalles control planimétrico coordenadas UTM 43
 Tabla 11. Resultados Control planimétrico UTM 44
 Tabla 12. Detalles control altimétrico coordenadas UTM 45
 Tabla 13. Resultados Control altimétrico UTM 45

AEROTOP contacto@aerotop.cl
+56 2 2230 77 20
General Poma #178, Providencia - Chile
www.aerotop.cl

Figura 11.1-12. Vista de informe de Aerotop

Este informe se incluye en el Anexo 11.1-1.

- Certificado Bases Nivelantes:** certificados de instrumental. Este archivo se incluye en el Anexo 11.1-2 digital (archivo ix).



Figura 11.1-13. Vista de certificados de equipos

8. **Datos GNSS:** archivos RINEX de observación GPS/GNSS. Estos archivos se incluyen en el Anexo 11.1-2 digital (archivos vii.1 y vii.2)

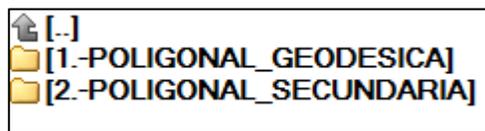


Figura 11.1-14. Vista de carpetas de archivos RINEX

9. **Monografías:** Documento pdf con monografías de vértices, también se encuentran insertas dentro del informe presentado por Aerotop. Este archivo se incluye en el Anexo 11.1-2 digital (archivo vi).

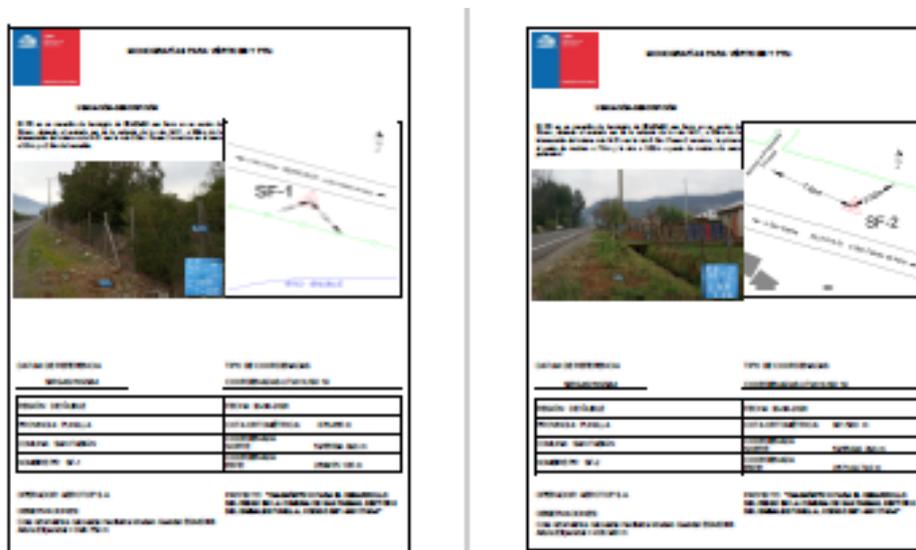


Figura 11.1-15. Vista de Monografías

10. **Certificado de IGM del Punto CLL1:** Este archivo se incluye en el Anexo 11.1-2 digital (archivo viii).
11. **Cuadro de Coordenadas:** Este archivo se incluye en el Anexo 11.1-2 digital (archivo x).
12. **Levantamiento complementario:** Debido a que en el trazado de las alternativas de soluciones propuestas, hubo sectores que no fueron cubiertos por el levantamiento

original, fue necesario complementar este levantamiento, mediante un reprocesamiento de las fotografías tomadas durante el vuelo LiDAR ejecutado para este trabajo. De esta manera se aumentó en 317 has el área con información de topográfica, alcanzando un total de 4.000 has.

11.2 Autocontrol Topográfico

11.2.1 Antecedentes Generales

El autocontrol topográfico propuesto para este estudio, se basó en el capítulo 14. Verificaciones en Terreno del “Manual de Procedimientos Geodésicos y Topográficos de la CNR”, versión marzo de 2020.

Este control topográfico se realizó en la Región de Ñuble, en la Comuna de San Fabián, en el marco del estudio “Diagnostico para el Desarrollo del Riego en la Comuna de San Fabián, Sector 6 del Embalse Punilla”. El área comprende de 3.680 hectáreas aproximadamente.

El autocontrol topográfico estuvo a cargo del señor Sergio López Vargas de profesión Ingeniero Ejecución en Geomensura.

Este autocontrol consistió en la revisión de la poligonal principal y secundaria emplazada en el sector de San Fabián de Alico, que construyó Aerotop, más una revisión y comparación de puntos levantados en terreno, con un plano de levantamiento del vuelo LIDAR.

11.2.2 Equipos de Medición Utilizados en Autocontrol

Los equipos usados son:

3 GPS marca SOUTH modelo S82V.

3 BASES NIVELANTES TRIBACH.

Los certificados de calibración de las bases nivelantes, se incluyen en el Anexo 11.2-1.

11.2.3 Revisión Informe Técnico

GCF Ingenieros Limitada, entregó la ruta ftp de descarga de la información del levantamiento LIDAR, que se utilizó para planificar y ejecutar el autocontrol.

Nombre
o_Informe Técnico.rar
i_Tile_Index (San_Fabián_2000_UTM-h19).rar
ii_Levantamiento_Unificado.rar
iii_Ortofoto_Consolidada.rar
iv_Modelo_Digital_Terreno.rar
ix_Certificados Bases Nivelantes-AEROTOP.rar
v_Planimetría.rar
vi_Monografías_Separadas.rar
vii.1_Rinex (Enlace).rar
vii.2_Rinex (Poligonal).rar
viii_Certificado IGM CLL1.rar
x_Cuadro Coordenadas.rar

Figura 11.2-1 . Recepción de Antecedentes Levantamiento LIDAR

Según el archivo “o_ Informe Técnico” del listado (Anexo 11.1-1), entregado por Aerotop, se puede indicar:

Se presentan antecedentes, introducción e imagen del proyecto y se indica un resumen de lo entregable de Aerotop.

En el capítulo Metodología de Trabajo explica e incluye la planificación y Líneas de vuelo (según Escala 1:2000), Meteorología y Estación Base que se utilizó en el proyecto (vuelo).

También hace referencia a la evaluación de datos obtenidos, cobertura de dichos datos, y después presenta procesamiento de datos que incluye Ortorectificación, procesos de datos, modelo digital de terreno, curvas de nivel y planimetría.

En el capítulo red geodésica y control terrestre, incorpora la monumentación de los PR's según Manual de Procedimientos Geodésicos y Topográficos de CNR, v2020.

En esta parte del informe incluye la referenciación del proyecto UTM SIRGAS 2000 Huso 19 Sur, la estación de referencia es CLL1 del centro sismológico nacional, también incorpora el certificado IGM del punto, pero no incluye la monografía, ya que es una estación permanente del Servicio Sismológico Nacional. El certificado de este vértice se adjunta en el archivo viii y Anexo 11.2-2.

Para la Poligonal Principal incorpora una imagen general de la vinculación geodésica, indica que las soluciones son fijas de los vectores mostrando que esta vinculación esta correcta y cumple con las tolerancias y cuadro de cierre (2PPM) según el “Manual de Procedimientos Geodésicos y Topográficos de la CNR v2020”, capítulo 7.2 Poligonal Primaria y Geodésica.

Después, incorpora el cálculo de Poligonal Secundaria y muestra que los vectores tienen soluciones fijas y cumplen con las tolerancias establecidas en el capítulo 7.3 Poligonales Secundarias del “Manual de Procedimientos Geodésicos y Topográficos de la CNR v2020”.

Según el informe presentado por Aerotop, presenta los capítulos desde el 3.1 al 3.10 la metodología de trabajo donde se realiza el vuelo LIDAR hasta obtener el producto final que son las curvas y planimetría del proyecto, la cual es un levantamiento Escala 1:2000, también entrega un chequeo de control altimétrico y planimétrico del levantamiento haciendo una comparación con los puntos de la poligonal de terreno cumpliendo con las tolerancias establecidas en la Tabla 7 del Capítulo 10.2 Fotogrametría Digital, sobre las precisiones en la verificación de los levantamientos fotogramétricos digitales en relación a la escala, de acuerdo al “Manual de Procedimientos Geodésicos y Topográficos de la CNR v2020”.

Se revisaron los planos de cartografía donde se comprobó la correcta asignación de nombre de layers, colores y espesores, según 16.5. Especificaciones de Capas o Layer en los Planos Digitales.

11.2.4 Desarrollo de Actividades

De acuerdo a lo tratado en reunión del día lunes 28 de septiembre de 2020 con la inspección técnica se realizaron las siguientes tareas:

- Revisión y chequeo de Triángulo para la vinculación de enlace red principal vértice CLL1, PR SF-1 y PR SF-6.



Figura 11.2-2. Tres Vértices de Figura Principal

- Revisión y chequeo de poligonal secundaria circuito SF-1, SF-2, SF-4, SF-5 y SF-6. (80% de Pr).



Figura 11.2-3. Poligonal Secundaria

- Revisión del 80% de los PR, en posición, emplazamiento y verificación de monumentación. Monolitos a controlar SF-1, SF-2, SF2A, SF-3, SF-4A y SF-5.
- Revisión y verificación de 30 puntos entregados por la inspección dentro del área comprendida del proyecto tanto planimetría como altimetría entregado por Aerotop.

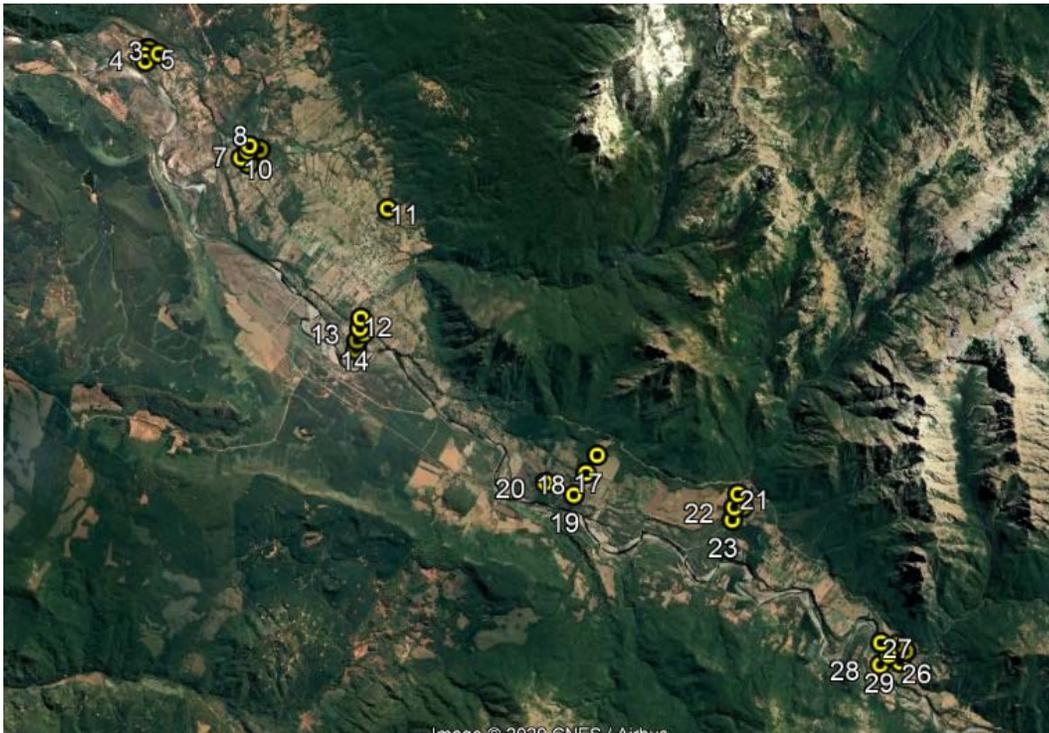


Figura 11.2-4. Puntos Fotoidentificables Propuestos

- Revisión y verificación de Informe Técnico elaborado por Aerotop, según formato del “Manual de Procedimientos Geodésicos y Topográficos de la CNR 2020”.
- Informe de Autocontrol según “Manual de Procedimientos Geodésicos y Topográficos de la CNR 2020”.

11.2.5 Trabajos de Terreno Ejecutados.

Para comenzar y ejecutar los trabajos se viajó a la zona de San Fabián el día lunes 5 octubre de 2020.

Según la planificación estipulada, el día martes 6 de octubre se hizo la verificación del triángulo principal de la red, el cual está conformado por el punto IGM CLL1, SF-1 y SF-6.

Debido a que el punto IGM CLL1 es una estación permanente, no fue necesario instalarse ahí, los datos se descargaron desde el Servicio Sismológico Nacional, se instaló el primer Equipo GPS marca SOUTH en el punto PR SF-1 y se instaló y niveló el segundo Equipo GPS marca SOUTH en PR SF-6 para leer el tercer vector del triángulo y se encendieron los dos equipos a la vez y se dejaron midiendo una hora según MC para mediciones Método Estático. (Ver Figura).



Figura 11.2-5. Figura Principal

Una vez terminadas las mediciones de la red principal del proyecto, se continuó con la revisión y verificación de la poligonal secundaria, la que consiste en el circuito SF-1, SF-2, SF-4, SF-5 y SF-6.

Se instalaron los GPS SOUTH en los PR SF-1, SF-2 y SF-4 para medir los vectores SF-1 a SF-2 y SF-2 a SF-4 y se dio un tiempo de 30 minutos para su medición.



Figura 11.2-6. Tres Primeros Vectores Poligonal

Después de realizada esta primera sección de medición, el GPS instalado en el PR SF-4 se dejó en su misma posición y los otros GPS se instalaron y nivelaron en los PR's SF-5 y SF-6 para medir los vectores SF4 a SF-5 y SF-5 a SF-6, una vez realizada esta operación, se encendieron los equipos y se dejaron midiendo durante 30 minutos.



Figura 11.2-7. Últimos Vectores de Poligonal

Después de terminadas las secciones con los GPS, se procedió a bajar la información de cada uno de los equipos para realizar el post-proceso en gabinete.

Una vez terminada esta etapa de medición, se procedió a hacer la verificación de la monumentación, los puntos a verificar fueron: SF-1, SF-2, SF-2A, SF-3, SF4A y SF-5.

De acuerdo al numeral 14.11 del "Manual de Procedimientos Geodésicos y Topográficos de la CNR", se presentan 2 cuadros de control de monumentación, uno para Amarras y otro para la Revisión de PR. Dichos cuadros se consignan a continuación.

a) Para las amarras

PR	AMARRAS CONSULTOR		AMARRAS CONTROL		APRUEBA (SI O NO)	OBSERVACIONES
	(A)	(B)	(A)	(B)		
SF-01	2.9	3.0	2.8	2.9	NO	Diferencias de 10 cm entre las amarras en terreno, se encuentra sobre 10 cm del terreno.
SF-02	7.6	3.85	7.59	3.84	SI	una de las amarras tiene una diferencia de 32 cm con respecto al informe, pero en terreno es 3.84 mt.
SF-2A	2.4	1.5	2.4	1.49	SI	Las amarras no tienen grandes diferencias.
SF-03	2.2	7.89	2.18	7.87	SI	Las amarras no tienen grandes diferencias.
SF-4A	2.26	1.7	2.27	1.69	SI	Las amarras no tienen grandes diferencias.
SF-05	5.3	8.6	5.28	8.59	SI	una de las amarras tiene de obstaculo unas ramas de matorrales, Las amarras no tienen grandes diferencias.

b) Revisión de PR

PR	DIMENSIONES 30 x 30 x 50 cm	FIERRO D 12mm	PINTURA	LEGIBILIDAD (ESCRITURA)	MOLDAJE	APRUEBA (SI O NO)	OBSERVACIONES
SF-01	cumple	cumple	cumple	cumple	cumple	SI	El monolito se encuentra bien emplazado y sobre 10 cm sobre el terreno.
SF-02	cumple	cumple	cumple	cumple	cumple	SI	El monolito se encuentra bien emplazado y sobre 10 cm sobre el terreno.
SF-2A	cumple	cumple	cumple	cumple	cumple	SI	Se introduce el chuzo por el lado (30 cm) y se ejerce presión y el monolito no sufre ningún movimiento.
SF-03	cumple	cumple	cumple	cumple	cumple	SI	El monolito se encuentra bien emplazado y sobre 10 cm sobre el terreno.
SF-4A	cumple	cumple	cumple	cumple	cumple	SI	El monolito se encuentra bien emplazado y sobre 10 cm sobre el terreno.
SF-05	cumple	cumple	cumple	cumple	cumple	SI	El monolito se encuentra bien emplazado y sobre 10 cm sobre el terreno.

c) Imágenes de Monumentación

Monolito : SF-1

Observaciones : Monolito sobre nivel de terreno natural, sin los moldajes, las amarras presentan diferencias de 10 cm entre ellas, están pintadas y materializadas en terreno sobre pilares de cerco. Las letras son legibles y bajo relieve, con su nombre respectivo, fierro de diámetro 12 mm centrado en el monolito.



Figura 11.2-8. Monolito SF-1

Monolito : SF-2

Observaciones : Monolito sobre nivel de terreno natural, las amarras no presentan grandes diferencias, pintadas en terreno sobre cerco y poste de madera en buen estado. Las letras son legibles y bajo relieve, fierro estriado de diámetro 12 mm centrado en el monolito.



Figura 11.2-9. Monolito SF-2

Monolito : **SF-2A**

Observaciones : Monolito sobre nivel de terreno natural, las amarras no presentan grandes diferencias, pintadas y materializadas en terreno sobre pilares de cerco en buen estado. Se usa un chuzo para revisar su empotramiento y no se mueve su estructura. Las letras son legibles y bajo relieve, fierro estriado de diámetro 12 mm centrado en el monolito.



Figura 11.2-10. Monolito SF-2A

Monolito : **SF-3**

Observaciones : Monolito sobre nivel de terreno natural, las amarras no presentan grandes diferencias, pintadas en terreno sobre cerco y borde de Obra de Arte en buen estado. Las letras son legibles y bajo relieve, fierro estriado de diámetro 12 mm centrado en el monolito.



Figura 11.2-11. Monolito SF-3

Monolito : **SF-4A**

Observaciones : Monolito sobre nivel de terreno natural, las amarras no presentan grandes diferencias, pintadas en terreno sobre pilares de cerco en buen estado. Las letras son legibles y bajo relieve. El pilar se encuentra con tierra debido a que se ubica a un costado del camino, fierro estriado de diámetro 12 mm centrado en el monolito.



Figura 11.2-12. Monolito SF-4A

Monolito : **SF-5**

Observaciones : Monolito sobre nivel de terreno natural, las amarras no presentan grandes diferencias, una amarra tiene de obstáculo unas ramas de matorral, pintadas en terreno sobre dos rocas ubicadas a ambos costados. Las letras son legibles y bajo relieve, fierro estriado de diámetro 12 mm centrado en el monolito.



Figura 11.2-13. Monolito SF-5

En el Anexo Digital de Autocontrol "xx", se incluyen las fotografías tomadas de los PRs revisados.

Continuando con el Autocontrol, los días miércoles 7 y jueves 8 de octubre de 2020, correspondió hacer el chequeo de 30 puntos de terreno característicos en toda la zona comprendida del proyecto, los que fueron indicados por la Inspección Fiscal. Esta actividad se realizó mediante mediciones GPS en modo RTK, y siempre usando de base los vértices de la red primaria, para después, hacer una comparación con los puntos del levantamiento LIDAR entregado por Aerotop.

Para el tramo 1, que corresponde a los puntos del 1 al 5, se instaló una base GPS en el PR SF-2, esto se hizo debido a la cobertura de la radio de los GPS entre 1,5 a 2 km.



Figura 11.2-14. Tamo 1. RTK de Puntos de Control

Para el tramo 2, que corresponde a los puntos del 6 al 11, se instaló la base GPS en el PR SF-2A.



Figura 11.2-15. Tramo 2, RTK de Puntos de Control

Para el tramo 3, que corresponde a los puntos del 12 al 16, se instaló la base GPS en el PR SF-3.



Figura 11.2-16. Tramo 3, RTK de Puntos de Control

Para el tramo 4, que corresponde a los puntos del 17 al 20, se instaló la base GPS en el PR SF-4A.



Figura 11.2-17. Tramo 4, RTK de Puntos de Control

Para el tramo 5, que corresponde a los puntos del 21 al 30, se instaló la base GPS en el PR SF-5.

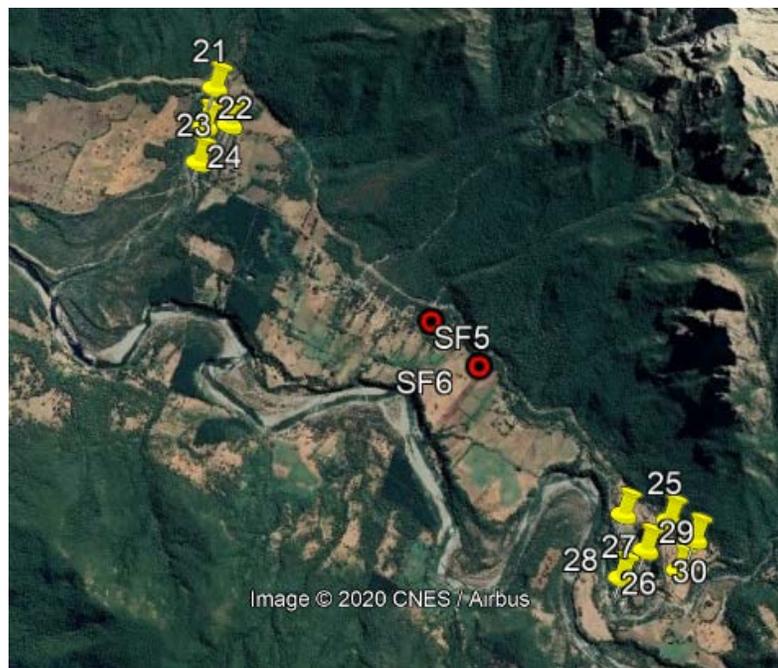


Figura 11.2-18. Tramo 5, RTK de Puntos de Control

Una vez terminado este levantamiento de puntos, se hizo un cuadro comparativo entre estos puntos de terreno con el levantamiento entregado por Aerotop.

Una vez concluido el terreno, se retornó a Santiago el día viernes 9 de octubre.

Como antecedente, para poder hacer el autocontrol se tuvo que pedir permiso para el ingreso a las áreas, pero hubo dificultades para ingresar al punto 1, en el cual había animales y estaban al cuidado de varios perros (no había un cuidador y no se ingresó para no exponer al personal) y en el punto 5 estaban cerrados los portones con candado. Don Eugenio Carrasco abrió el portón que conduce a las parcelas, pero indicó que se tiene que pedir permiso a los propietarios de cada parcela.



Figura 11.2-19. Portón de Acceso a Parcelas, donde se Ubican los Puntos 1- 5

También donde está ubicado el punto 16, la propiedad se encontraba cerrada y con candado, sin propietarios.



Figura 11.2-20. Sitio Cerrado en Punto 16

En los puntos indicados del 22 al 25, no se dio autorización para el ingreso a esta área, el propietario Sergio Rodríguez indicó que necesita los antecedentes del estudio para revisarlos y poder autorizar los trabajos de topografía, indicó su mail cocorodriguezb@yahoo.es.



Figura 11.2-21. Portón de Acceso a los Puntos 22-25

Para los puntos 26 al 29, no se dio permiso para ingresar a la propiedad de la Familia Campos, se indicó que deben pedir autorización antes, para recién ellos evaluar el ingreso al fundo.



Figura 11.2-22. Portón de Acceso a los Puntos 26-29

Ante todas estas situaciones, se informó a la Inspección quien sugirió cambiar las ubicaciones a sectores cercanos.

11.2.6 Revisión de Poligonal Principal

Para la revisión de la poligonal principal se usaron Equipos GPS marca SOUTH, Receptores GNSS South, modelo S82V. Se realizó la medición del triángulo principal de la red, formado por las estaciones CLL1, SF-1 y SF-6.

Cabe señalar que la estación CLL1 es una estación permanente, y su ubicación se muestra en la figura siguiente.

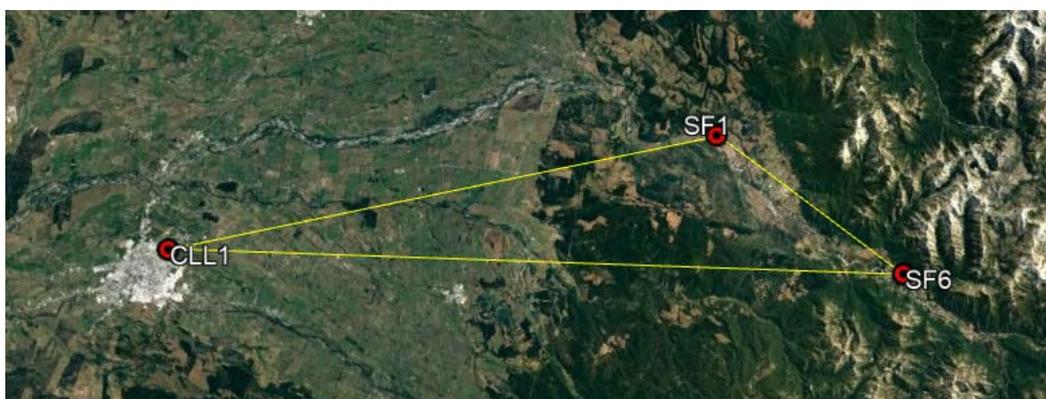


Figura 11.2-23. Revisión de Poligonal Principal

Para el proceso de datos se utilizó el software TRIMBLE BUSINESS CENTER, se procesaron los vectores de cada punto, una vez cambiada la altura de antena y nombre del punto. Se puede indicar que los vectores obtuvieron una solución fija y su PDOP resultó bajo 3.

Tabla 11.2-1. Cálculo de Vectores Poligonal Primaria Autocontrol

De Punto	Al Punto	Solución	PDOP	RMS	Satélites	Épocas	Largo vector	Duración
CLL1	SF1	Fija	2.215	0.011	13	153	43132.6	2:33:08
CLL1	SF6	Fija	2.627	0.013	9	146	56667.8	1:13:02
SF1	SF6	Fija	2.627	0.014	10	146	17876.8	1:13:02

Se obtuvo coordenadas de estos puntos, lo cual indica que la vinculación cierra en tolerancia con un PPM de 0,358, cumpliendo la tolerancia de 2 PPM (2 partes por millón), según capítulo 14.20 Control de la Poligonal Primaria del “Manual de Procedimientos Geodésicos y Topográficos de la CNR v2020”.

Tabla 11.2-2. Cierre de Ciclos GNSS

	Longitud (Metro)	Δ 3D (Metro)	Δ Horiz (Metro)	Δ Vert (Metro)	PPM
Criterios pase/error					2
Módulo medio	1176771.98	0.042	0.004	0.042	0.358
Error típico	0	0.042	0.004	0.042	0

Una vez revisado que el cierre de la figura está dentro de las tolerancias admisibles, se calcularon las coordenadas que se adjuntan en la siguiente tabla.

Tabla 11.2-3. Coordenadas de Poligonal Principal.

PTO.	Norte	Este	Altura	Elevación
			Elipsoidal	Ortométrica
CLL1	5945628.947	224471.966	154.387	133.811
SF1	5955584.390	266455.147	398.754	376.461
SF6	5945407.715	281154.592	597.803	574.061

Haciendo el cuadro comparativo con lo obtenido por la empresa AEROTOP, se obtienen los siguientes resultados:

Tabla 11.2-4. Cuadro Comparativo.

PTO.	COORDENADAS AEROTOP				COORDENADAS AUTOCONTROL				DIFERENCIAS					
	Norte	Este	Altura	Elevación	PTO.	Norte	Este	Altura	Elevación	ΔN	ΔE	Altura	Elevación	Tolerancia 2PPM
			Elipsoidal	Ortométrica				Elipsoidal	Ortométrica			Elipsoidal	Ortométrica	
CLL1	5945628.947	224471.966	154.387	133.811	CLL1	5945628.947	224471.966	154.387	133.811	0.000	0.000	0.000	0.000	
SF1	5955584.393	266455.135	398.759	376.465	SF1	5955584.390	266455.147	398.754	376.461	0.003	-0.012	0.005	0.004	EN TOLERANCIA
SF6	5945407.715	281154.583	597.783	574.042	SF6	5945407.715	281154.592	597.803	574.061	0.000	-0.009	-0.020	-0.019	EN TOLERANCIA

11.2.7 Revisión de Poligonal Secundaria.

Una vez revisada la poligonal principal y verificando que se encuentre dentro de tolerancia, se procedió a hacer el cálculo de la poligonal secundaria que consta de los puntos SF-1, SF-2, SF-4, SF-5 y SF-6.

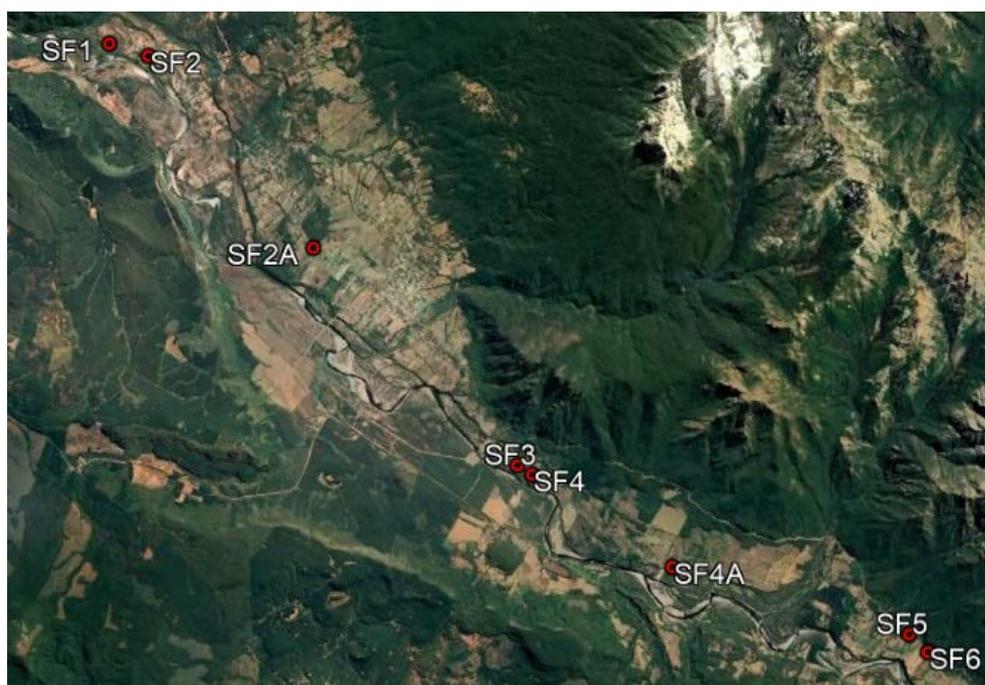


Figura 11.2-24. Ubicación de Puntos de Red Geodésica

Se realizó el cálculo de vectores, apreciándose que obtuvieron solución fija y su PDOP fue menor a 4.

Tabla 11.2-5. Cálculo de Vectores de Poligonal Secundaria

De Punto	Al Punto	Solución	PDOP	RMS	Satélites	Épocas	Largo vector	Duración
SF1	SF2	Fija	2.28	0.011	13	208	720.548	0:34:54
SF4	SF2	Fija	2.28	0.013	13	208	9946.02	0:34:54
SF4	SF5	Fija	2.125	0.017	13	230	7180.33	0:38:21
SF5	SF6	Fija	3.367	0.016	12	185	453.719	0:30:49

En la siguiente tabla se indican las coordenadas obtenidas para la poligonal secundaria cuya elevación ortométrica está referida al modelo geoidal EGM-08.

Tabla 11.2-6. Coordenadas de Poligonal Secundaria

PTO.	Norte	Este	Altura	Elevación
			Elipsoidal	Ortométrica
SF1	5955584.393	266455.135	398.759	376.465
SF2	5955392.290	267149.739	403.947	381.587
SF4	5948289.002	274113.662	479.490	456.430
SF5	5945707.179	280813.682	598.134	574.421
SF6	5945407.691	281154.575	597.810	574.069

Se hizo la comparación con cuadro de coordenadas entregadas por Aerotop, resultando lo siguiente:

Tabla 11.2-7. Cuadro Comparativo de Poligonal Secundaria

Coordenadas Consultor					Coordenadas Autocontrol				Diferencias				Tolerancia
PUNTO	Norte	Este	Alt. Elip.	Alt. Ortom.	PUNTO	Norte	Este	Alt. Ortom.	Norte	Este	Alt. Elip.	Alt. Ortom.	50 PPM
SF1	5955584.393	266455.135	398.759	376.465	SF1	5955584.393	266455.135	376.465	0.000	0.000	0.000	0.000	En Tolerancia
SF2	5955392.293	267149.742	403.940	381.580	SF2	5955392.290	267149.739	381.587	0.003	0.003	-0.007	-0.007	En Tolerancia
SF4	5948289.012	274113.652	479.438	456.377	SF4	5948289.002	274113.662	456.430	0.010	-0.010	-0.052	-0.053	En Tolerancia
SF5	5945707.203	280813.695	598.113	574.400	SF5	5945707.179	280813.682	574.421	0.024	0.013	-0.021	-0.021	En Tolerancia
SF6	5945407.715	281154.583	597.783	574.042	SF6	5945407.691	281154.575	574.069	0.024	0.008	-0.027	-0.027	En Tolerancia

Tabla 11.2-8. Cuadro de Distancias por Tramos (Líneas Base)

Distancias Consultor			Distancias Autocontrol			Diferencia	Tolerancia
DE PUNTO	A PUNTO	Distancia	DE PUNTO	A PUNTO	Distancia	Distancia	1:20.000
SF1	SF2	720.681	SF1	SF2	720.679	0.002	En Tolerancia
SF2	SF4	9947.494	SF2	SF4	9947.508	-0.014	En Tolerancia
SF4	SF5	7180.273	SF4	SF5	7180.256	0.016	En Tolerancia
SF5	SF6	453.760	SF5	SF6	453.763	-0.004	En Tolerancia

En el Anexo Digital de Autocontrol "xxi" se incluye la planilla Excel con el respaldo de las dos tablas anteriores.

11.2.8 Chequeo y Revisión de Puntos Topográficos.

Para realizar el levantamiento de estos puntos, se ejecutó con tecnología GNSS en tiempo real (RTK), la cual permite la obtención de soluciones precisas en tiempo real.

La metodología de trabajo usada es el posicionamiento RTK que es usado para levantamientos de detalles. Este método consiste en que se deja una base fija con un receptor de referencia y el otro receptor móvil que se va desplazando y midiendo punto a punto realizando el levantamiento en tiempo real (RTK).

De preferencia los equipos GPS base y móvil no deben exceder 2 km de distancia entre sí, para tener una buena recepción de la señal entre los equipos. Considerando que la zona de levantamiento es muy extensa (>3600 has), se contemplaron puntos específicos en diferentes sectores cubriendo la totalidad del área.

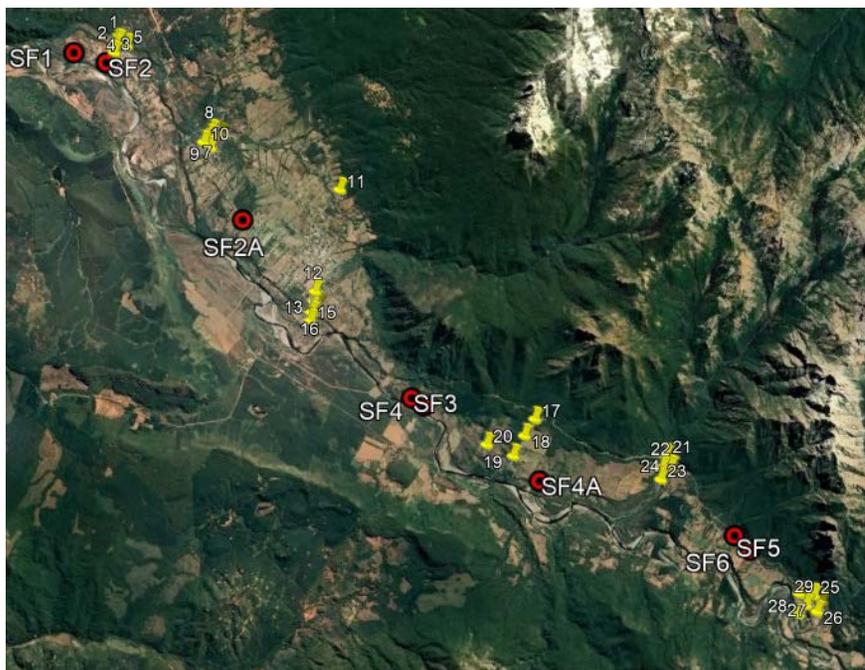


Figura 11.2-25. Puntos Propuestos para Revisión

El equipo GPS base se posicionó en diferentes sectores para hacer los levantamientos de estos puntos. Los puntos de terreno que se muestran son 43 y se compararon con el plano de

Levantamiento LIDAR entregado por AEROTOP, con respecto a su posición y su altimetría. Se incluye el listado de puntos a continuación.

Tabla 11.2-9. Comparación de Puntos según Planimetría

PUNTO	DESCRIPTOR	PLANO			TERRENO			DISTANCIA	PLANIMETRIA < 0.67 m
		NORTE	ESTE	COTA	NORTE	ESTE	COTA		
1	7	5955615.67	267316.69	386.223	5955615.84	267316.89	386.099	0.26	cumple
2	7	5955620.79	267320.10	386.254	5955620.30	267320.13	386.066	0.49	cumple
3	7	5955494.34	267205.40	381.184	5955494.21	267205.74	381.213	0.36	cumple
4	PH	5955475.35	267195.65	381.510	5955475.23	267195.76	381.456	0.17	cumple
5	PM	5955395.72	267142.77	381.161	5955395.33	267142.86	381.461	0.40	cumple
6	7	5955382.23	267131.74	381.492	5955382.22	267131.96	381.468	0.22	cumple
7	PH	5955374.03	267156.89	381.584	5955374.57	267156.94	381.678	0.54	cumple
8	OA	5955366.25	267185.70	382.229	5955366.18	267186.06	382.405	0.37	cumple
9	PM	5953716.34	269348.08	431.930	5953716.19	269348.27	431.834	0.24	cumple
10	77	5953627.23	269303.78	432.419	5953627.26	269304.08	432.116	0.30	cumple
11	PH	5953621.07	269330.27	432.505	5953621.54	269329.81	432.599	0.66	cumple
12	7	5953521.15	269163.91	430.386	5953521.22	269164.49	430.273	0.58	cumple
13	PM	5953616.68	269508.57	428.307	5953616.60	269508.52	428.286	0.09	cumple
14	PH	5953501.35	269187.42	431.704	5953501.62	269187.81	431.592	0.48	cumple
15	PH	5953332.22	269364.48	435.354	5953332.00	269364.91	435.236	0.48	cumple
16	7	5953603.47	269502.02	428.663	5953603.36	269502.27	428.550	0.27	cumple
17	7	5952596.75	272093.86	484.061	5952596.68	272093.44	484.119	0.42	cumple
18	7	5952596.39	272083.49	481.944	5952596.21	272083.48	481.862	0.18	cumple
19	PM	5950345.88	271647.72	458.039	5950345.70	271647.84	458.158	0.22	cumple
20	6	5950269.64	271498.43	457.987	5950269.60	271498.09	458.101	0.34	cumple
21	PM	5950147.87	271659.39	446.888	5950148.15	271659.32	447.257	0.29	cumple
22	7	5949887.09	271562.73	440.534	5949887.04	271562.97	440.233	0.24	cumple
23	PH	5949872.31	271541.05	439.387	5949871.81	271541.36	439.770	0.59	cumple
24	7	5949733.75	271555.98	428.461	5949733.65	271556.04	428.333	0.12	cumple
25	PH	5949730.49	271552.98	428.411	5949730.84	271553.02	428.199	0.35	cumple
26	3	5947780.82	276415.02	507.666	5947780.87	276414.72	507.878	0.31	cumple
27	7	5947471.04	276209.85	496.152	5947470.29	276209.83	495.872	0.75	No cumple
28	14	5947239.62	275420.68	481.168	5947239.75	275420.47	480.974	0.25	cumple
29	PH	5946994.04	276039.14	488.901	5946993.60	276039.28	488.866	0.46	cumple
30	OA	5946770.56	276613.38	494.584	5946770.47	276613.59	494.937	0.23	cumple
31	PH	5946603.72	279253.52	541.328	5946603.10	279253.70	540.950	0.64	cumple
32	PH	5946600.06	279119.79	526.467	5946599.06	279120.77	526.090	1.40	No cumple
33	OA	5946563.56	278109.10	523.263	5946563.40	278109.38	523.709	0.32	cumple
34	OA	5946545.62	278222.63	523.838	5946545.24	278222.34	524.095	0.48	cumple
35	OA	5946536.11	279412.99	549.863	5946535.89	279413.25	549.777	0.34	cumple
36	PH	5946530.96	278962.84	531.931	5946531.26	278962.76	531.728	0.31	cumple
37	OA	5946492.67	278556.49	530.602	5946492.19	278556.16	530.521	0.58	cumple
38	PM	5944272.83	282135.62	573.520	5944272.47	282135.47	573.546	0.39	cumple
39	PM	5944198.03	282154.84	575.662	5944198.29	282154.82	575.685	0.26	cumple
40	15	5944037.82	282175.69	560.426	5944037.47	282175.94	560.309	0.43	cumple
41	10	5944016.12	282185.29	558.897	5944016.07	282185.44	558.889	0.16	cumple
42	PH	5943863.35	282182.85	552.207	5943863.33	282183.28	552.251	0.43	cumple
43	OA	5943806.48	282124.06	547.983	5943806.46	282124.22	548.173	0.16	cumple

De acuerdo al listado, los puntos 27 y 32 no cumplen en planimetría con la tolerancia exigida para la escala (0,67 m). Tras revisar la planimetría, corresponde al consultor corregir la posición en el dibujo.

Puntos fuera de tolerancia

Figura 11.2-26. Punto controlado 27



Figura 11.2-27. Punto controlado 32



Tabla 11.2-10. Comparación de Puntos por Altimetría

PUNTO	DESCRIPTOR	PLANO			TERRENO			DIF COTA	ALTIMETRIA < 0.67 m
		NORTE	ESTE	COTA	NORTE	ESTE	COTA		
1	7	5955615.67	267316.69	386.223	5955615.84	267316.89	386.099	0.12	cumple
2	7	5955620.79	267320.10	386.254	5955620.30	267320.13	386.066	0.19	cumple
3	7	5955494.34	267205.40	381.184	5955494.21	267205.74	381.213	-0.03	cumple
4	PH	5955475.35	267195.65	381.510	5955475.23	267195.76	381.456	0.05	cumple
5	PM	5955395.72	267142.77	381.161	5955395.33	267142.86	381.461	-0.30	cumple
6	7	5955382.23	267131.74	381.492	5955382.22	267131.96	381.468	0.02	cumple
7	PH	5955374.03	267156.89	381.584	5955374.57	267156.94	381.678	-0.09	cumple
8	OA	5955366.25	267185.70	382.229	5955366.18	267186.06	382.405	-0.18	cumple
9	PM	5953716.34	269348.08	431.930	5953716.19	269348.27	431.834	0.10	cumple
10	77	5953627.23	269303.78	432.419	5953627.26	269304.08	432.116	0.30	cumple
11	PH	5953621.07	269330.27	432.505	5953621.54	269329.81	432.599	-0.09	cumple
12	7	5953521.15	269163.91	430.386	5953521.22	269164.49	430.273	0.11	cumple
13	PM	5953616.68	269508.57	428.307	5953616.60	269508.52	428.286	0.02	cumple
14	PH	5953501.35	269187.42	431.704	5953501.62	269187.81	431.592	0.11	cumple
15	PH	5953332.22	269364.48	435.354	5953332.00	269364.91	435.236	0.12	cumple
16	7	5953603.47	269502.02	428.663	5953603.36	269502.27	428.550	0.11	cumple
17	7	5952596.75	272093.86	484.061	5952596.68	272093.44	484.119	-0.06	cumple
18	7	5952596.39	272083.49	481.944	5952596.21	272083.48	481.862	0.08	cumple
19	PM	5950345.88	271647.72	458.039	5950345.70	271647.84	458.158	-0.12	cumple
20	6	5950269.64	271498.43	457.987	5950269.60	271498.09	458.101	-0.11	cumple
21	PM	5950147.87	271659.39	446.888	5950148.15	271659.32	447.257	-0.37	cumple
22	7	5949887.09	271562.73	440.534	5949887.04	271562.97	440.233	0.30	cumple
23	PH	5949872.31	271541.05	439.387	5949871.81	271541.36	439.770	-0.38	cumple
24	7	5949733.75	271555.98	428.461	5949733.65	271556.04	428.333	0.13	cumple
25	PH	5949730.49	271552.98	428.411	5949730.84	271553.02	428.199	0.21	cumple
26	3	5947780.82	276415.02	507.666	5947780.87	276414.72	507.878	-0.21	cumple
27	7	5947471.04	276209.85	496.152	5947470.29	276209.83	495.872	0.28	cumple
28	14	5947239.62	275420.68	481.168	5947239.75	275420.47	480.974	0.19	cumple
29	PH	5946994.04	276039.14	488.901	5946993.60	276039.28	488.866	0.04	cumple
30	OA	5946770.56	276613.38	494.584	5946770.47	276613.59	494.937	-0.35	cumple
31	PH	5946603.72	279253.52	541.328	5946603.10	279253.70	540.950	0.38	cumple
32	PH	5946600.06	279119.79	526.467	5946599.06	279120.77	526.090	0.38	cumple
33	OA	5946563.56	278109.10	523.263	5946563.40	278109.38	523.709	-0.45	cumple
34	OA	5946545.62	278222.63	523.838	5946545.24	278222.34	524.095	-0.26	cumple
35	OA	5946536.11	279412.99	549.863	5946535.89	279413.25	549.777	0.09	cumple
36	PH	5946530.96	278962.84	531.931	5946531.26	278962.76	531.728	0.20	cumple
37	OA	5946492.67	278556.49	530.602	5946492.19	278556.16	530.521	0.08	cumple
38	PM	5944272.83	282135.62	573.520	5944272.47	282135.47	573.546	-0.03	cumple
39	PM	5944198.03	282154.84	575.662	5944198.29	282154.82	575.685	-0.02	cumple
40	15	5944037.82	282175.69	560.426	5944037.47	282175.94	560.309	0.12	cumple
41	10	5944016.12	282185.29	558.897	5944016.07	282185.44	558.889	0.01	cumple
42	PH	5943863.35	282182.85	552.207	5943863.33	282183.28	552.251	-0.04	cumple
43	OA	5943806.48	282124.06	547.983	5943806.46	282124.22	548.173	-0.19	cumple

De acuerdo al listado presentado, todos los puntos cumplen en altimetría con la tolerancia exigida (0,67 m).

Tabla 11.2-11. Cuadro Resumen Autocontrol

NOMBRE LEVANTAMIENTO	ESCALA	TOLERANCIA	PUNTOS MUESTREADOS	PUNTOS EN TOLERANCIA	% TOLERANCIA	ESTADO
SAN FABIAN	1:2000	PLANIMETRIA	43	41	95	EN TOLERANCIA
		0.67 m				
SAN FABIAN	1:2000	ALTIMETRIA	43	43	100	EN TOLERANCIA
		0.67 m				

Según el cuadro de resumen, se puede concluir que más del 90% de los puntos cumplen con las tolerancias exigidas para un plano Escala 1:2000, de acuerdo con el “Manual de Procedimientos Geodésicos y Topográficos de la CNR v2020”, Tabla 7 del capítulo 10.2 Fotogrametría Digital, sobre las precisiones en la verificación de los levantamientos fotogramétricos digitales en relación a la escala del levantamiento.

En el Anexo Digital de Autocontrol “xxi”, se incluye planilla Excel con las coordenadas de los puntos levantados.

11.2.9 Conclusiones del Autocontrol

De acuerdo al trabajo realizado se puede concluir:

- Respecto de la monumentación y el listado de monografías, el monolito SF-1 presentó diferencias en sus amarras, de 10 cm, por lo tanto, se recomienda, actualizar los valores de las medidas hacia el monolito, tanto en terreno como en la monografía.
- La monografía SF-2 presenta un error de escritura en el informe entregado por Aerotop en una de sus amarras, pero en terreno está indicado correctamente, se recomienda hacer la corrección de la monografía del informe.
- Se puede indicar que los monolitos inspeccionados se encuentran emplazados en una buena ubicación donde se pueda posicionar un equipo GNSS o estación Total, están 10 cm sobre el terreno, sus amarras están marcadas y materializadas en terreno.

- Para el levantamiento de puntos que propone la Inspección Fiscal se presentaron dificultades para el ingreso a algunos sectores y propiedades, debido a que no daban autorización o había propiedades que se encontraban cerradas con sus portones con candado. Por esto, se cambiaron y se ubicaron nuevos puntos de terreno, cercanos a las zonas indicadas por la Inspección.
- Se chequearon y midieron 43 puntos para hacer la revisión y comparación del plano del levantamiento LIDAR entregado por Aerotop y se concluye que el 95% de los puntos se encontraron dentro de la tolerancia planimétrica. Por parte de la altimetría los 43 puntos medidos cumplen en un 100% con la tolerancia, según Capítulo 10.2 Fotogrametría Digital, Tabla 7, sobre precisiones en la verificación de los levantamientos fotogramétricos digitales.
- Respecto de la fotointerpretación, se revisaron los 2 puntos que están fuera de tolerancia con la ortofoto y se pudo apreciar que la vectorización de esos dos elementos esta errónea. Se recomienda revisar y actualizar el dibujo de las ortofotos 278_946 y 278_946.
- Se revisó el plano entregado por Aerotop con respecto a los layers, tipos de líneas y espesores. Se puede señalar que cumplen con las especificaciones según el Manual de Procedimientos y Geodésicos de la CNR v2020, Capítulo 16.4.
- En resumen, el informe presentado por Aerotop, cumple en el cuerpo con la información exigida en el Manual, pero en la versión anterior faltó adjuntar los anexos o respaldos digitales respectivos, los que fueron incorporados en la versión modificada del Informe de topografía.
- Finalmente, en el Anexo 11.2-3 se presentan los Anexos Digitales correspondientes al capítulo de Autocontrol Topográfico.



SERCIO LOPEZ VARGAS

