



GOBIERNO DE CHILE
Comisión Nacional de Riego



ESTUDIO Y PROPUESTAS DE RECUPERACIÓN DE SUELOS CON MAL DRENAJE EN EL SECTOR BAJO DEL HUASCO



INFORME FINAL

AGOSTO, 2002



GOBIERNO DE CHILE
Comisión Nacional de Riego

ESTUDIO Y PROPUESTAS DE RECUPERACIÓN DE SUELOS CON MAL DRENAJE EN EL SECTOR BAJO DEL HUASCO

INFORME FINAL



AGOSTO, 2002

EQUIPO PROFESIONAL DEL PROYECTO HUASCO

COMISION NACIONAL DE RIEGO

Rolando Núñez Herrera	Seretario Ejecutivo
Nelson Pereira Muñoz	Jefe del Departamento de Estudios y Políticas de Riego
Julia Toro Barreda	Departamento de Estudios
Juan P. Schuster V.	Sistema de Información de Riego e Informática

CICA INGENIEROS CONSULTORES

Leonardo Machuca Silva	Ingeniero Agrónomo	Jefe del Proyecto
Mario Urrea Simonet	Ingeniero Agrónomo, Mag.	Coordinador del Equipo
Roberto Delpiano P-C	Ingeniero Agrónomo, M.Sc.	Asesor General
Raul Carrasco Valenzuela	Ingeniero Agrónomo	Ingeniero del Proyecto
Rodrigo Alemany Garay	Ingeniero Agrónomo	Ingeniero del Proyecto
Pamela Mardones Gonzales	Ingeniero Agrónomo	Ingeniero del Proyecto
Ramon Leva Cordero	Ingeniero Agrónomo	Ingeniero del Proyecto
Pablo Norambuena Vega	Ingeniero Agrónomo	Ingeniero del Proyecto
Jorge González Vilches	Médico Veterinario	Asesor en Fauna
Gustavo Mieres Urquieta	Ingeniero Forestal	Asesor en Flora
Francisco Rozas Mesquida	Ing. Ejec. en Geomensura	Ingeniero del Proyecto
José Albornoz Martinez	Analista de Sistemas	Informática
Hernan Benavides	Dibujante Técnico	Digitalización
Jaime Barrera Palomera	Dibujante Técnico	Dibujo CAD

COMITE TECNICO REGIONAL

Julio Toro Barreda	Comisión Nacional de Riego (CNR)
Juan Pablo Schuster	Comisión Nacional de Riego (CNR)
Miguel Andrade	Comisión Nacional de Riego (CNR)
Alicia Espinosa C.	Comisión Nacional de Riego (CNR)
Luis Mancilla Pereira	SEREMI Agricultura IV Región
Marcela del Solar	Asesor SEREMI Agricultura IV Región
Sergio Catalan G.	Director Regional Dirección de Obras Hidráulicas (DOH)
Edgardo Cerda Morales	Dirección de Obras Hidráulicas Regional (DOH)
Carlos Gonzales O.	Jefe Sector Huasco del Servicio Agrícola y Ganadero (SAG)
Tito Villalobos	Instituto de Desarrollo Agropecuario (INDAP)
Patricio Araya	Instituto de Desarrollo Agropecuario (INDAP)
Miguel Toledo G.	Instituto de Desarrollo Agropecuario (INDAP)
Alfonso Osorio Ulloa	Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA)
Leoncio Martínez B.	Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA)
Hector Portilla E.	Representante de los Agricultores de Huasco Bajo

INDICE DEL ESTUDIO

INDICE DEL ESTUDIO

CAPÍTULO 1 INTRODUCCIÓN Y ANTECEDENTES

1.1	Introducción.....	1-1
1.2	Antecedentes del Área de Estudio	1-1
1.2.1	Localización.....	1-1
1.2.2	Clima	1-2
1.2.3	Cultivos.....	1-2
1.2.4	Calidad del Agua de Riego	1-3
1.2.5	Suelos	1-4
1.2.6	Drenaje y Salinidad.....	1-5

CAPÍTULO 2 MARCO DE REFERENCIA

2.1	Hipótesis del Estudio	2-1
2.2	Objetivo General del Estudio	2-1
2.3	Objetivos Específicos del Estudio	2-1

CAPÍTULO 3 RECOPIACIÓN Y ANÁLISIS DE ANTECEDENTES

3.1	Situación Geográfica	3-1
3.2	Estructura Político Administrativa	3-2
3.3	Superficie.....	3-6
3.4	Hidrografía.....	3-7
3.4.1	Descripción General de los Recursos Hídricos	3-8
3.4.2	Aguas Subterráneas	3-8
3.4.3	Calidad de Aguas.....	3-13
3.4.3.1	Calidad de Aguas Superficiales	3-13
3.4.3.2	Muestras de Calidad de Agua	3-14
3.4.3.3	Calidad de Aguas Subterráneas	3-16
3.4.3.4	Contaminación de Origen Bacteriológico	3-18
3.4.4	Infraestructura Hidráulica	3-20
3.4.4.1	Canales de Riego	3-20

3.4.4.2	Bocatomas	3-22
3.5	Geomorfología y Estudio de Suelos	3-23
3.5.1	Geomorfología.....	3-23
3.5.2	Estudio de Suelos.....	3-24
3.5.2.1	Metodología de Trabajo.....	3-24
3.5.2.2	Agrupaciones de Suelos.....	3-26
3.5.2.3	Superficies de las Series y Fases de Suelo.....	3-26
	a. Series de Suelo.....	3-26
	b. Fases o Variaciones de Suelo	3-27
3.5.2.4	Clasificaciones Interpretativas de los Suelos y Superficie de las Fases	3-28
	a. Capacidad de Uso	3-29
	b. Aptitud Frutal	3-33
	c. Categorías de Riego.....	3-34
	d. Clases de Drenaje	3-35
	e. Categorías de Aptitud Agrícola o Forestal	3-37
	f. Situación Actual de la Erosión	3-37
	g. Grupos de Manejo	3-38
3.6	Características Climáticas y Agroclimáticas	3-40
3.6.1	Caracterización Agroclimática del Valle del Río Huasco	3-40
3.6.2	Distritos Agroclimáticos.....	3-42
3.6.3	Características del Clima	3-45
3.7	Características Ecológicas	3-46
3.7.1	Flora y Vegetación.....	3-46
3.7.2	Fauna	3-48
3.7.3	Estado de Conservación de la Biodiversidad.....	3-49
3.7.4	Áreas Silvestres Protegidas.....	3-52
3.8	Aspectos Poblaciones y Sociales	3-57
3.8.1	Antecedentes Históricos	3-57
3.8.2	Características de la Sociedad y Cultura.....	3-58
3.8.3	Población	3-59
3.8.4	Condiciones de Vida de la Población	3-63
3.8.4.1	Vivienda.....	3-63
3.8.4.2	Servicios a la Vivienda	3-66
3.8.4.3	Salud	3-70
3.8.4.4	Educación	3-73
3.8.4.5	Nivel de Vida de la Población	3-75
3.8.5	Tenencia de la Tierra	3-76
3.8.6	Infraestructura de Transporte.....	3-77
3.9	Características de la Economía.....	3-79

3.9.1	Fuerza de Trabajo	3-79
3.9.2	Sectores Económicos	3-80
3.9.2.1	Indicadores Económicos a Nivel Regional	3-85
3.9.2.2	Sector Silvoagropecuario	3-85
3.9.2.3	Sector Pesquero	3-91
3.9.2.4	Sector Minería	3-91
3.9.2.5	Sector Turismo	3-92

CAPÍTULO 4 DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL

4.1	Diagnóstico de la Situación Actual.....	4-1
4.1.1	Estudio de Suelos.....	4-1
4.1.1.1	Calicatas y Muestreo para Análisis de Suelos	4-1
4.1.1.2	Descripción de Calicatas.....	4-3
4.1.1.3	Resultados Análisis de Suelos	4-11
4.1.1.4	Salinidad	4-11
4.1.1.5	Reacción de los Suelos	4-18
4.1.1.6	Caracterización Iónica	4-19
4.1.2	Topografía.....	4-25
4.1.3	Áreas de Preservación.....	4-25
4.1.4	Situación Medioambiental.....	4-27
4.1.5	Calidad de Aguas. Monitoreo.....	4-30
4.1.5.1	Análisis de Calidad de Aguas.....	4-30
	a. Normativa de Rangos Normales de Parámetros que Inciden en la Calidad de las Aguas para Riego	4-30
	b. Resultados Analíticos de Calidad de Aguas	4-35
	Río Huasco	4-35
	Canales de Riego	4-43
	Pozos de Observación.....	4-46
	Drenes	4-50
	c. Monitoreo de pH y CE.....	4-52
4.1.5.2	Conclusiones.....	4-56
4.1.6	Caracterización del Sistema Acuífero	4-57
4.1.6.1	Funcionamiento Hidrogeológico	4-57
4.1.6.2	Potencia de los Acuíferos	4-58
4.1.6.3	Características Elásticas.....	4-61
4.1.6.4	Movimiento del Flujo Propio de la Napa	4-61
4.1.6.5	Variaciones del Nivel Estático de la Napa	4-62
4.1.6.6	Recarga del Sistema.....	4-62
4.1.6.7	Antecedentes Existentes de Pozos Profundos	4-63
4.1.6.8	Recomendaciones Estudio Hidrogeológico	4-66
4.1.7	Catastro de la Infraestructura de Canales y Drenes Existentes.....	4-67
4.1.7.1	Antecedentes Generales.....	4-67

4.1.7.2	Objetivo	4-67
4.1.7.3	Metodología de Trabajo.....	4-67
4.1.7.4	Descripción de los Canales.....	4-68
	a. Canales Ribera Norte.....	4-68
	b. Canales Ribera Sur	4-70
4.1.7.5	Drenes.....	4-72
	a. Drenes Sector Las Tablas	4-72
	b. Drenes Sector Los Lirios	4-73
	c. Drenes Sector La Cachina.....	4-73
4.1.8	Especies de la Flora y Fauna en Categorías de Conservación	4-74
4.1.9	Adaptabilidad Edafoclimática de las Especies Cultivables	4-76
4.1.9.1	Adaptación de especies cultivables al clima.....	4-77
4.1.9.2	Adaptación de especies cultivables al suelo	4-80
4.1.9.3	Conclusiones.....	4-84
4.2	Universo Predial en Estudio y Encuesta Agropecuaria	4-84
4.2.1	Universo Predial del Área de Estudio.....	4-84
4.2.2	Estratificación Predial.....	4-86
4.2.3	Selección de Predios Encuestados	4-87
4.2.4	Situación Actual del Área de Estudio a Partir de la Encuesta	4-88
4.2.4.1	Caracterización General de los Aspectos Socioeconómicos, Administrativos y Productivos del Área de Estudio	4-88
	a. Caracterización de la Superficie	4-89
	b. Caracterización de la Propiedad	4-92
	c. Antecedentes Sociales	4-95
	d. Caracterización Técnico Productiva.....	4-98
	e. Características de la Comercialización.....	4-107
	f. Fuente Laboral	4-110
	g. Financiamiento del Sistema Agropecuario	4-113
	h. Asistencia, Capacitación e Información Técnica.....	4-114
4.2.4.2	Nivel de Compromiso con el Proyecto	4-116
4.2.4.3	Restricciones al Desarrollo	4-117
4.2.4.4	Expectativas de Desarrollo Agrícola Frente al Proyecto	4-119
4.2.4.5	Caracterización General de los Predios de Referencia	4-121
4.3	Identificación y Caracterización de los Casos en Situación Actual.....	4-122
4.4	Mercados, Comercialización y Precios.....	4-130
4.4.1	Análisis de Precios.....	4-130
4.4.1.1	Precios a Valores Privados	4-130
4.4.1.2	Precios a Valores Sociales	4-137
4.4.2	Análisis de Mercados.....	4-141
4.4.2.1	Mercado Olivícola	4-141
4.4.2.2	Damascos Deshidratados	4-158

4.4.2.3	Higos.....	4-160
4.4.2.4	Dulce de Membrillo.....	4-163
4.4.2.5	Hortalizas.....	4-163

CAPÍTULO 5 ALTERNATIVAS AGROPECUARIAS DE DESARROLLO

5.1	Evaluación Económica de las Alternativas de Desarrollo.....	5-1
5.1.1.	Definición y Caracterización de la Situación Actual.....	5-1
5.1.1.1.	Patrón Productivo para el Año Cero.....	5-2
5.1.1.2.	Producción para el Año Cero.....	5-2
5.1.1.3.	Expansión al Universo Predial.....	5-2
5.1.2.	Definición de la Situación Base y Parámetros Agroeconómicos.....	5-3
5.1.2.1.	Producción de la Situación Base.....	5-4
5.1.2.2.	Ingresos Brutos de la Situación Base.....	5-4
5.1.2.3.	Costos Directos de la Situación Base.....	5-5
5.1.2.4.	Costos Indirectos y Gastos Generales de la Situación Base.....	5-5
5.1.2.5.	Costos de Inversión Intrapredial de la Situación Base.....	5-6
5.1.2.6.	Margen Neto de la Situación Base.....	5-6
5.1.3.	Definición de la Situación Con Proyecto y Parámetros Agroeconómicos.....	5-6
5.1.3.1.	Análisis de los Rubros Productivos Propuestos.....	5-6
5.1.3.2.	Producción de la Situación Con Proyecto.....	5-9
5.1.3.3.	Ingresos Brutos de la Situación Con Proyecto.....	5-9
5.1.3.4.	Costos Directos de la Situación Con Proyecto.....	5-10
5.1.3.5.	Costos Indirectos y Gastos Generales de la Situación Con Proyecto.....	5-10
5.1.3.6	Costos de Capacitación y Transferencia Tecnológica de la Situación Con Proyecto.....	5-11
5.1.3.7.	Costos de Asesoría Tecnológica Permanente de la Situación Con Proyecto.....	5-11
5.1.3.8.	Costos de Inversión Intrapredial de la Situación Con Proyecto.....	5-11
5.1.3.9.	Margen Neto de la Situación Con Proyecto.....	5-11
5.2	Descripción de los Casos en Situación Con Proyecto.....	5-12
5.3	Requerimientos de Inversión.....	5-16
5.3.1	Costos de implementación de sistemas de riego.....	5-16
5.3.1.1	Sistema de surcos con conducción del tipo californiano.....	5-16
5.3.1.2	Sistema de riego por goteo.....	5-17
5.3.1.3	Sistema de riego por cintas.....	5-18
5.3.2	Costos de implementación de sistemas de drenaje intrapredial.....	5-19
5.3.2.1	Casos 1 y 2.....	5-20
5.3.2.2	Casos 3, 4 y 5.....	5-20
5.3.2.3	Casos 6, 7 y 8.....	5-21
5.3.3	Inversiones en invernaderos.....	5-22
5.3.4	Inversiones en Planta para Aceite de Oliva.....	5-23

5.3.5	Inversiones en Planta para Aceitunas Rellenas.....	5-28
5.3.6	Inversiones en Planta para Damasco Deshidratado	5-32
5.3.7	Inversiones en Planta para Dulce de Membrillo	5-34
5.4.	Balance Hídrico	5-35
5.4.1	Antecedentes y Metodología	5-35
5.4.2	Evapotranspiración de Cultivo (Etc), Potencial (Etp) y Coeficiente de Cultivo (Kc).....	5-36
5.4.3	Demanda Hídrica Neta	5-40
5.4.4	Requerimientos de Lixiviación.....	5-43
5.4.5	Tasa de Riego por Cultivo	5-44
5.4.5.1.	Eficiencia de Riego.....	5-45
5.4.5.2	Percolación Profunda.....	5-47
5.4.5.3	Tasa de Riego Neta.....	5-49
5.4.6	Demandas hídricas brutas, Situación Actual	5-52
5.4.7.	Demandas hídricas brutas, Situación Con Proyecto	5-58
5.4.8	Balance Disponibilidad Hídrica / Demandas de Riego	5-69
5.5.	Fichas Técnicas.....	5-71
5.5.1	Situación Actual	5-72
5.5.2	Situación Con Proyecto	5-74
5.6.	Capacitación, Transferencia y Asesoría Tecnológica Permanente	5-77
5.6.1.	Etapas de Transferencia Tecnológica.....	5-77
5.6.2.	Etapas de Asistencia Técnica Continua	5-80

CAPÍTULO 6 DISEÑO DE DRENAJE

6.1	Estudio de Niveles Freáticos	6-1
6.1.1	Profundidad del Nivel Freático y Fluctuaciones en el Tiempo.....	6-1
6.1.2	Hidrogramas	6-7
6.1.3	Plano de Equipotenciales o Isohypsas	6-8
6.1.4	Plano de Isoprofundidad	6-9
6.2	Medición de la Conductividad Hidráulica (K)	6-10
6.3	Determinación del Eje Hidráulico Río Huasco 4ª Sección.....	6-14
6.3.1	Metodología de Trabajo.....	6-14
6.3.2	Análisis de los resultados	6-15
6.4	Diseño del Sistema de Drenaje Intrapredial	6-16
6.4.1	Metodología.....	6-16
6.4.2	Resultados.....	6-18

6.4.3	Costos Drenaje Intrapredial en Predios Reales.....	6-19
6.4.3.1	Predio Rol 145-8, Estrato 2	6-20
6.4.3.2	Predio Rol 141-6, Estrato 3	6-21
6.4.3.3	Predio Rol 107-2, Estrato 4	6-22
6.5	Diseño Sistema de Drenaje Extrapredial	6-23
6.5.1	Alternativa 1 con drenes colectores cerrados	6-30
6.5.1.1	Sector 1, La Cachina.....	6-30
6.5.1.2	Sector 2, Los Loros.....	6-31
6.5.1.3	Sector 3, Las Tablas – Freirina	6-33
6.5.1.4	Resumen de costos del sistema de drenaje extrapredial, Alternativa 1.	6-34
6.5.2	Alternativa 2 drenes colectores abiertos	6-35
6.5.2.1	Sector 1, La Cachina.....	6-36
6.5.2.2	Sector 2, Los Loros.....	6-37
6.5.2.3	Sector 3, Las Tablas – Freirina	6-38
6.5.2.4	Resumen de costos del sistema de drenaje extrapredial, Alternativa 2	6-40
6.5.3	Alternativa Propuesta	6-41
6.5.3.1	Costos a Precios Privados.....	6-42
	a) Sector 1, La Cachina.....	6-43
	b) Sector 2, Los Loros.....	6-44
	c) Sector 3, Las Tablas – Freirina	6-44
6.5.3.2	Costos a Precios Sociales	6-45
	a) Sector 1, La Cachina.....	6-47
	b) Sector 2, Los Loros.....	6-48
	c) Sector 3, Las Tablas – Freirina	6-48

CAPÍTULO 7 EVALUACIÓN ECONÓMICA Y FINANCIERA

7.1	Evaluación Económica	7-1
7.1.1	Análisis Económico de Proyectos Unitarios.....	7-1
7.1.2	Análisis Económico del Proyecto Integral.....	7-1
7.1.3	Modelo de Integración de los Programas de Desarrollo	7-2
7.1.4	Adopción de los Programas de Desarrollo	7-3
7.1.5	Flujos Económicos proyectados	7-5
7.1.6	Proyección de los Flujos de Caja Diferenciales.....	7-10
7.1.7	Costos de Inversión, Operación y Mantenimiento en Obras Civiles	7-13
7.1.8	Resultados Económicos.....	7-14
7.1.9	Análisis de Sensibilidad.....	7-17
7.1.9.1	Parámetros Seleccionados para Verificar la Rentabilidad del Proyecto	7-17
7.1.9.2	Análisis de Resultados de la Evaluación a Valores Privados	7-18
7.1.9.3	Análisis de Resultados de la Evaluación a Valores Sociales.....	7-22
7.1.9.4	Conclusiones.....	7-27

7.2	Evaluación Financiera	7-28
7.2.1	Flujo de Beneficio Neto.....	7-30
7.2.1.1	Ingresos.....	7-30
7.2.1.2	Egresos.....	7-31
7.2.1.3	Beneficio Neto	7-32
7.2.2	Depreciación de Bienes Incorporados por el Proyecto	7-32
7.2.3	Utilidad Operacional.....	7-32
7.2.4	Ingreso No Operacional	7-32
7.2.5	Costo No Operacional	7-32
7.2.6	Utilidad No Operacional.....	7-37
7.2.7	Valor Residual	7-37
7.2.8	Valor antes de Impuesto	7-37
7.2.9	Impuestos	7-37
7.2.10	Ingreso Neto.....	7-37
7.2.11	Requerimientos de Capital.....	7-38
7.2.12	Flujo de Caja Neto	7-40
7.2.13	Conclusiones.....	7-40
7.3	Mano de Obra	7-41
7.3.1	Demanda de Mano de Obra Agrícola	7-41
7.3.1.1	Demanda de Mano de Obra Agrícola en Situación Actual Normalizada	7-42
7.3.1.2	Demanda de Mano de Obra en Situación Con Proyecto	7-45
7.3.2	Oferta de Mano de Obra	7-49
7.3.3	Balance de Mano de Obra.....	7-50
7.3.4	Conclusiones.....	7-50
7.3.4.1	Situación Actual Normalizada.....	7-50
7.3.4.2	Situación Con Proyecto	7-50

CAPÍTULO 8 ORGANIZACIÓN DE USUARIOS EN COMUNIDAD DE DRENANTES

8.1	Introducción.....	8-1
8.2	Antecedentes Generales.....	8-1
8.3	Normas Jurídicas Generales y Antecedentes Básicos.....	8-2
8.3.1	Reseña histórica de la Legislación de Aguas Terrestres en Chile	8-2
8.3.2	El Medio Ambiente y el Recurso Hídrico	8-4
8.3.3	Código de Aguas.....	8-4
8.3.4	Dominio de las Aguas.....	8-5
8.3.4.1	Derecho de Aprovechamiento de Aguas	8-5
8.3.4.1.1	Distribución de los Derechos de Aprovechamiento de Aguas	8-6
8.3.4.1.2	Proceso de Adquisición de Derechos de Agua por Sucesión	8-8

8.3.4.1.3	Proceso de Adquisición de Derechos de Agua por Tradición	8-8
8.3.4.1.4	Proceso de Adquisición de Derechos de Agua en Forma Originaria.....	8-8
8.3.4.1.5	Proceso de Regularización de Derechos de Aprovechamiento de Aguas.....	8-11
8.3.4.1.6	Proceso de Traslado del Ejercicio de Aprovechamiento de Aguas	8-12
8.3.4.1.7	Otros Procedimientos Legales Relacionados con los Derechos de Aprovechamiento de Aguas.....	8-12
8.4	Organizaciones de Usuarios de Aguas.....	8-14
8.4.1	Comunidades de Aguas	8-16
8.4.2	Asociaciones de Canalistas.....	8-16
8.4.3	Juntas de Vigilancia.....	8-16
8.4.4	Comunidades de Obras de Drenaje.....	8-17
8.5	Estado Actual de las Organizaciones de Usuarios en el Área de Estudio	8-18
8.6	Metodología de Trabajo de la Comunidad de Drenantes	8-20
8.6.1	Reuniones con los Beneficiarios de la Obra de Drenaje y Elección de Líderes	8-20
8.6.2	Bases para la Constitución en Comunidad de Drenantes	8-27
8.6.3	Responsabilidades del Directorio de la Comunidad de Drenantes	8-30
8.6.4	Conclusiones.....	8-30

CAPÍTULO 9 PARCELA MODELO

9.1	Ubicación del Ensayo	9-1
9.2	Selección de Parcelas Modelo	9-1
9.3	Patrón Productivo	9-2
9.4	Esquema de las Parcelas Modelo.....	9-2
9.4.1	Tamaño de las Parcelas.....	9-4
9.4.1.1	Parcela Experimental para Frutales	9-4
9.4.1.2	Parcela Experimental para Hortalizas.....	9-4
9.4.1.3	Parcela Experimental para Invernaderos	9-5
9.4.2	Pozos de Observación.....	9-6
9.5	Diseño Estadístico	9-6
9.6	Materiales a Utilizar	9-8
9.6.1	Sistema de Riego	9-8
9.6.2	Pozos de Observación.....	9-8
9.6.3	Huinchas y Pie de Metro	9-8

9.6.4	Almacigueras	9-8
9.7	Seguimiento y Evaluación	9-8
9.7.1	Mediciones al Suelo.....	9-9
9.7.2	Mediciones a la Planta.....	9-9
9.7.2.1	Crecimiento	9-9
9.7.2.2	Crecimiento de los Frutos.....	9-9
9.7.3	Mediciones al Momento de la Cosecha.....	9-10
9.7.3.1	Frutales	9-10
9.7.3.2	Hortalizas.....	9-10
9.7.4	Mediciones del Nivel Freático.....	9-10
9.8	Planilla de Registros	9-10

CAPÍTULO 10 ANÁLISIS AMBIENTAL

10.1	Tipo de Proyecto o Actividad	10-1
10.2	Antecedentes.....	10-2
10.2.1	Zona de conservación	10-4
10.2.2	Organismos públicos involucrados.....	10-6
10.3	Objetivos del Análisis Ambiental.....	10-7
10.3.1	Objetivo General.....	10-7
10.3.2	Objetivos Específicos	10-7
10.4	Consideraciones Ambientales que Justifiquen su Ingreso al SEIA y Forma de Presentación.....	10-8
10.4.1	Justificación de Ingreso al SEIA.....	10-10
10.4.2	Proyectos de Drenaje y su Relación con la Ley N° 18.450.....	10-11
10.4.3	Forma de Ingreso al SEIA.....	10-12
10.4.4	Conclusiones.....	10-19
10.5	Descripción del Proyecto o Actividad	10-20
10.5.1	Localización.....	10-20
10.5.1.1	Ubicación Político-Administrativa	10-20
10.5.1.2	Ubicación Geográfica	10-20
10.5.2	Consideraciones Respecto de la Localización de la Actividad.....	10-22
10.5.3	Definición de sus Partes, Acciones y Obras Físicas	10-24
10.5.3.1	Estudio y Diseño del sistema de drenaje	10-25
10.5.3.2	Construcción.....	10-25
10.5.3.3	Operación y Manutención.....	10-26
10.5.4	Vida útil	10-28

10.5.5	Cronograma de Actividades	10-28
10.6	Legislación Ambiental Aplicable al Proyecto	10-29
10.6.1	Normativa General.....	10-29
10.6.2	Normativa Ambiental Específica.....	10-29
10.7	Permisos Ambientales Sectoriales.....	10-32
10.8	Línea Base	10-35
10.8.1	Medio Físico	10-36
10.8.1.1	Clima y Meteorología.....	10-36
10.8.1.2	Geología y Geomorfología	10-37
10.8.1.3	Suelo	10-38
10.8.1.4	Hidrología.....	10-41
10.8.1.5	Calidad de Aguas.....	10-42
10.8.2	Medio Biótico	10-43
10.8.2.1	Flora y Vegetación.....	10-44
10.8.2.2	Fauna	10-54
10.8.3	Medio Antrópico.....	10-60
10.8.3.1	Población	10-60
10.8.3.2	Aspectos socioeconómicos y culturales.....	10-61
10.8.3.3	Sistema de Tenencia de la Tierra.....	10-62
10.8.3.4	Infraestructura Predial.....	10-62
10.8.3.5	Servicios Básicos	10-63
10.8.3.6	Antecedentes Sociales	10-63
10.8.3.7	Parámetros Técnicos.....	10-64
10.8.3.8	Comercialización	10-65
10.8.3.9	Vialidad y Transporte	10-66
10.8.3.10	Fuerza de Trabajo	10-68
10.8.3.11	Uso del Suelo.....	10-69
10.8.3.12	Arqueología	10-70
10.8.4	Paisaje y Estética	10-73
10.8.4.1	Paisaje.....	10-73
10.8.4.2	Componentes del paisaje	10-74
10.8.4.3	Características visuales básicas	10-75
10.8.4.4	Calidad visual del paisaje	10-78
10.8.4.5	Descripción de Componentes del paisaje	10-81
10.8.4.6	Descripción de Características visuales básicas	10-81
10.8.4.7	Fragilidad visual	10-83
10.8.4.8	Factores biofísicos	10-84
10.8.4.9	Factores morfológicos de visualización.....	10-84
10.8.4.10	Fragilidad derivada de las características histórico - culturales del territorio	10-85
10.8.4.11	Accesibilidad de la observación	10-85

10.9	Evaluación de impacto ambiental.....	10-91
10.9.1	Identificación, descripción y clasificación de impactos ambientales	10-91
10.9.2	Componentes ambientales	10-91
10.9.3	Descripción de los componentes ambientales y sus impactos.....	10-92
10.9.3.1	Medio físico.....	10-92
10.9.3.2	Medio biótico.....	10-94
10.9.3.3	Medio antrópico.....	10-96
10.9.3.4	Paisaje.....	10-98
10.9.4	Acciones sobre el medio ambiente	10-98
10.9.5	Identificación de los impactos	10-99
10.9.5.1	Etapas de construcción.....	10-100
10.9.5.2	Etapas de operación.....	10-102
10.9.5.3	Proyecto de desarrollo	10-103
10.9.6	Calificación de los impactos.....	10-104
10.10	Medidas de control y gestión ambiental	10-112
10.10.1	Consideraciones generales.....	10-112
10.10.2	Plan de medidas de mitigación	10-112
10.10.3	Plan de medidas de reparación	10-112
10.10.4	Plan de medidas de compensación	10-113
10.10.5	Medidas propuestas	10-113
10.10.6	Seguimiento ambiental	10-115

CAPÍTULO 11 REGISTRO AUDIOVISUAL DEL PROYECTO

11.1	Registro Fotográfico	11-1
11.1.1	Registro Fotográfico de Canales.....	11-1
11.1.2	Registro Fotográfico de Drenes	11-1
11.1.3	Presentación de Fotografías	11-2
11.2	Video	11-2
11.2.1	Plan de Trabajo de Edición y Post Producción de Registro de Procesos	11-2
11.2.2	Metodología.....	11-3
11.2.3	Matriz de Funcionamiento.....	11-3
11.2.4	Infraestructura Técnica y Soportes	11-3
11.2.5	Recursos Humanos	11-4
11.2.6	Guión del Video.....	11-4

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ESQUEMA DE TRABAJO Y CARTA GANTT DE ACTIVIDADES

INDICE DE ANEXOS

ANEXO 3 RECOPIACIÓN Y ANÁLISIS DE ANTECEDENTES

ANEXO 3.1 Fichas Técnicas de los Canales

ANEXO 3.2 Listado de Usuarios por Canal

ANEXO 3.3 Simbología y Leyenda del Estudio de Suelos

ANEXO 3.4 Descripción las Series de Suelos y Propiedades Físicas, Químicas y Físico-Químicas de los Suelos

ANEXO 4 DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL

ANEXO 4.1 Criterios de Conservación de Humedales en el Sector Bajo del Rio Huasco

ANEXO 4.2 Calidad de Aguas

ANEXO 4.3 Registro Nivel Freático de Pozos Profundos

ANEXO 4.4 Monografías de Canales y Drenes

ANEXO 4.5 Requerimientos Edafoclimaticos de los Cultivos

ANEXO 4.6 Listados de Roles que Integran el Universo Predial

ANEXO 4.7 Encuesta Procesada del Área de Estudio

ANEXO 4.8 Encuesta Procesada del Estrato de Referencia

ANEXO 4.9 Mercados y Precios

ANEXO 5 ALTERNATIVAS AGROPECUARIAS DE DESARROLLO

ANEXO 5.1 Flujos Agroeconómicos

ANEXO 5.2 Demanda Hídrica Ponderada

ANEXO 5.3 Fichas Técnicas

ANEXO 6 DISEÑO DE DRENAJE

ANEXO 6.1 Hidrogramas

ANEXO 6.2 Planillas de Medición y Cálculo de Conductividad Hidráulica

ANEXO 6.3 Planillas Perfiles Longitudinales y Transversales Rio Huasco. Tabla de Resultados Hec-Ras

ANEXO 6.4 Memoria de Calculo Diseño del Sistema de Drenaje

ANEXO 6.5 Cubicación de Movimientos de Tierra para el Sistema de Drenaje

ANEXO 6.6 Repalanteo Topográfico para la Construcción del Sistema de Drenaje

ANEXO 6.7 Listado de Precios y Factores de Rendimiento de Materiales y Obras

ANEXO 6.8 Desglose de Costos. Alternativas Sistemas de Drenaje

ANEXO 7 EVALUACIÓN ECONÓMICA Y FINANCIERA

ANEXO 7.1 Resumen de Flujos Unitarios

ANEXO 7.2 Flujos de Caja Proyectados

ANEXO 7.3 Evaluación Financiera

ANEXO 7.4 Requerimiento de Mano de Obra

ANEXO 8 ORGANIZACIÓN DE USUARIOS EN COMUNIDAD DE DRENANTES

ANEXO 8.1 Presentación y Objetivos del Estudio

ANEXO 8.2 Boletín Técnico N°1 “Drenaje de Suelos Agrícolas”

ANEXO 8.3 Boletín Técnico N°2 “Salinidad de los Suelos Técnicas de Recuperación”

ANEXO 8.4 Boletín Técnico N°3 “Comunidades de Obras de Drenaje”

ANEXO 8.5 Tríptico

ANEXO 11 REGISTRO AUDIOVISUAL DEL PROYECTO

ANEXO 11.1 Registro Fotográfico de Canales

ANEXO 11.2 Registro Fotográfico de Drenes

Indice de Planos

	N°	Escala Horizontal	Escala Vertical
Categoría A			
A-01L1	Mapa Base	A-1 1/2	1: 10.000
		A-1 2/2	1: 10.000
A-02L1	Mapa Catastro de Propiedades	A-2 1/2	1: 10.000
		A-2 2/2	1: 10.000
A-03L1	Mapa Series y Fases de Suelos	A-3 1/2	1: 10.000
		A-3 2/2	1: 10.000
A-04L1	Mapa Interpretativo de Clases de Capacidad de Uso	A-4 1/2	1: 10.000
		A-4 2/2	1: 10.000
A-05L1	Mapa Interpretativo de Clases de Drenaje	A-5 1/2	1: 10.000
		A-5 2/2	1: 10.000
A-06L1	Mapa Interpretativo de Grupos de Manejo	A-6 1/2	1: 10.000
		A-6 2/2	1: 10.000
A-07L1	Mapa Áreas de Conservación	A-7 1/1	1: 20.000
A-08L1	Mapa Uso Futuro del Suelo	A-8 1/2	1: 10.000
		A-8 2/2	1: 10.000
Categoría B			
B-01L1	Perfil Longitudinal Río Huasco Km 0,0 a 7,0	B-1 1/3	1: 10.000
B-01L2	Perfil Longitudinal Río Huasco Km 7,0 a 14,0	B-1 2/3	1: 10.000
B-01L3	Perfil Longitudinal Río Huasco Km 14,0 a 15,845	B-1 3/3	1: 10.000
B-02L1	Perfiles Transversales Río Huasco Km 0,0 a 15,527	B-2 1/1	1: 5.000
Categoría C			
C-01L1	Pozos de Observación Napa Freática	C-1 1/1	1: 10.000
		C-1 1/2	1: 10.000
C-02	Isohypsas Diciembre 2001	C-2 1/1	1: 20.000
C-03	Isohypsas Enero 2002	C-3 1/1	1: 20.000
C-04	Isohypsas Febrero 2002	C-4 1/1	1: 20.000
C-05	Isohypsas Marzo 2002	C-5 1/1	1: 20.000
C-06	Isohypsas Traslape 4 Mediciones	C-6 1/1	1: 20.000
C-07	Isopropfundidades Diciembre 2001	C-7 1/1	1: 20.000
C-08	Isopropfundidades Enero 2002	C-8 1/1	1: 20.000
C-09	Isopropfundidades Febrero 2002	C-9 1/1	1: 20.000
C-10	Isopropfundidades Marzo 2002	C-10 1/1	1: 20.000
C-11	Conductividad Hidráulica	C-11 1/1	1: 20.000
Categoría D			
D-01L1	Trazado Drenes Colectores	D-1 1/4	1: 5.000
D-01L2		D-1 2/4	1: 5.000
D-01L3		D-1 3/4	1: 5.000
D-01L4		D-1 4/4	1: 5.000
D-02L1	Perfiles Longitudinales Drenes Colectores	D-2 1/8	1: 5.000
D-02L2		D-2 2/8	1: 5.000
D-02L3		D-2 3/8	1: 5.000
D-02L4		D-2 4/8	1: 5.000
D-02L5		D-2 5/8	1: 5.000
D-02L6		D-2 6/8	1: 5.000
D-02L7		D-2 7/8	1: 5.000
D-02L8		D-2 8/8	1: 5.000
D-03L1	Esquemas de Obras Tipo	D-3 1/2	1: 50
D-03L2		D-3 2/2	1: 50
D-04L1	Areas de Influencia por Dren Colector	D-4 1/1	1: 20.000

INDICE DE CUADROS

CAPÍTULO 3

Cuadro N° 3.1	Superficies Según División Político Administrativa de las Áreas de Interés (km ²)	3-6
Cuadro N° 3.2	Caudales Subterráneos del Área 2	3-10
Cuadro N° 3.3	Variaciones de la Profundidad del Nivel Estático	3-10
Cuadro N° 3.4	Usos Potenciales del Agua Subterránea Según Pozos Existentes	3-11
Cuadro N° 3.5	Cantidad y Situación de Pozos Existentes Según Comuna	3-12
Cuadro N° 3.6	Demanda Potencial del Recurso Hídrico Subterráneo (L/s)	3-12
Cuadro N° 3.7	Demandas Mineras del Recurso Hídrico Subterráneo (L/s)	3-13
Cuadro N° 3.8	Estaciones de Muestreo de Calidad de las Aguas Superficiales (DGA)	3-14
Cuadro N° 3.9	Calidad de las Aguas Superficiales.....	3-17
Cuadro N° 3.10	Calidad de las Aguas Subterráneas.....	3-18
Cuadro N° 3.11	Demandas de Agua para Uso Potable por Localidad Urbana.....	3-19
Cuadro N° 3.12	Descargas de Aguas Servidas	3-19
Cuadro N° 3.13	Estimación del Coeficiente de Dilución en el Río Huasco.....	3-20
Cuadro N° 3.14	Antecedentes Generales Sobre los Canales de la Cuenca para la Cuarta Sección del Río Huasco	3-21
Cuadro N° 3.15	Antecedentes Sobre la Totalidad de los Canales de la Cuarta Sección del Río Huasco.....	3-22
Cuadro N° 3.16	Canales Principales de la Cuarta Sección del Río Huasco	3-23
Cuadro N° 3.17	Superficies por Serie de Suelo.....	3-27
Cuadro N° 3.18	Superficies de las Unidades Cartográficas por Serie de Suelo	3-28

Cuadro N° 3. 19	Resumen de las Clases Interpretativas de las Series y Fases de Suelos	3-29
Cuadro N° 3.20	Superficie por Clase y Subclase de Capacidad de Uso por Serie de Suelo	3-31
Cuadro N° 3.21	Resumen de las Clases y Subclases de Capacidad de Uso de los Suelos.....	3-32
Cuadro N° 3.22	Aptitud Frutal por Serie de Suelos	3-34
Cuadro N° 3.23	Categorías de Riego por Serie de Suelos.....	3-35
Cuadro N° 3.24	Clases de Drenaje por Serie de Suelos	3-36
Cuadro N° 3.25	Categorías de Aptitud Agrícola o Forestal por Serie de Suelos	3-37
Cuadro N° 3.26	Situación Actual de la Erosión por Serie de Suelo	3-38
Cuadro N° 3.27	Grupos de Manejo por Serie de Suelos.....	3-40
Cuadro N° 3.28	Ficha Agoclimática. Distrito I: Huasco – Maitencillo. Estación Tipo Analizada: Huasco.....	3-44
Cuadro N° 3.29	Población Total, Urbana y Rural Según División Político Administrativa del Área de Estudio (n°).....	3-62
Cuadro N° 3.30	Viviendas Ocupadas y Desocupadas, en Sector Urbano y Rural, Según División Político Administrativa del Área de Estudio (n°)	3-65
Cuadro N° 3.31	Viviendas Ocupadas, Particulares y Colectivas, por Tipo de Vivienda Según División Político Administrativa del Área de Estudio (n°)	3-66
Cuadro N° 3.32	Hogares, por Tipo de Servicios Básicos Según División Político Administrativa del Área de Estudio (n°).....	3-69
Cuadro N° 3.33	Población Beneficiaria del Sistema de Atención Primaria de Salud, Según División Político Administrativa del Área de Estudio (n°)	3-70
Cuadro N° 3.34	Población Discapacitada, por Tipo de Discapacidad, Según División Político Administrativa del Área de Estudio (n°)	3-71
Cuadro N° 3.35	Cobertura de Programas de Alimentación Infantil, Según División Político Administrativa del Área de Estudio.....	3-72

Cuadro N° 3.36	Total de Personas Matriculadas, Según División Político Administrativa del Área de Estudio (n°).....	3-73
Cuadro N° 3.37	Nivel de Educación por Grado de Instrucción, Según División Político Administrativa del Área de Estudio.....	3-74
Cuadro N° 3.38	Nivel de Alfabetismo, por Sexo, Según División Político Administrativa del Área de Estudio.....	3-75
Cuadro N° 3.39	Ingreso Mensual Promedio de los Hogares por Línea de Pobreza, Según División Político Administrativa (n°).....	3-76
Cuadro N° 3.40	Fuerza de Trabajo, Ocupación y Desocupación de la Población de 15 Años y Más, Según División Político Administrativa del Área de Estudio	3-80
Cuadro N° 3.41	Población de 15 Años y Más, Ocupada por Sector Económico, Según División Político Administrativa (n°).....	3-82
Cuadro N° 3.42	Población Económicamente Activa de 15 Años y Más, por Rama de Actividad Económica, Según División Político Administrativa	3-84
Cuadro N° 3.43	Número y Superficie de las Explotaciones Censadas por Tipo, Según División Político Administrativa.....	3-88
Cuadro N° 3.44	Superficie de las Explotaciones Agropecuarias con Tierra, por Uso del Suelo, Según División Político Administrativa.....	3-88
Cuadro N° 3.45	Superficie Total Sembrada o Plantada por Grupo de Cultivos, Según División Político Administrativa.....	3-89
Cuadro N° 3.46	Existencia de Ganado en las Explotaciones Agropecuarias, por Especie, Según División Político Administrativa.....	3-90

CAPÍTULO 4

Cuadro N° 4.1	Series y Misceláneos Muestreados	4-2
Cuadro N° 4.2	Ubicación y Características Generales de Predios Mestreados	4-2
Cuadro N° 4.3	Identificación de Predios Estudiados en Prospección Nutricional de Olivos	

	en el Valle del Huasco	4-8
Cuadro N° 4.4	Descripción de Calicatas Estudiadas en Prospección Nutricional de Olivos en el Valle del Huasco	4-9
Cuadro N° 4.5	Resultados Análisis de Suelos (15-35 cm) Estudiados en Prospección Nutricional de Olivos en el Valle del Huasco	4-10
Cuadro N° 4.6	Categorías Suelos Salinos.....	4-12
Cuadro N° 4.7	pH, Conductividad Eléctrica, PSI y RAS de los Suelos con Drenaje Restringido Más Representativos del Sector Bajo del Huasco.....	4-14
Cuadro N° 4.8	Identificación de Predios Muestreados para Análisis de Conductividad Eléctrica	4-16
Cuadro N° 4.9	Resultados Análisis de Conductividad Eléctrica en el extracto de saturación (a 25 °C)	4-17
Cuadro N° 4.10	Fechas de Riego y Lluvias (Diciembre a Mayo).....	4-17
Cuadro N° 4.11	Clasificación de los Suelos de Acuerdo al pH de la Solución.....	4-18
Cuadro N° 4.12	Caracterización Química de los Suelos a través de la Concentración de Macroaniones y Macroaniones en Miliequivalentes por Litro para los Suelos más Representativos de Huasco	4-21
Cuadro N° 4.13	Caracterización Química de los Suelos a Través de la Concentración de Macroaniones y Macroaniones en Miliequivalentes por 100 Gramos de Suelo, para los Suelos más Representativos de Huasco	4-22
Cuadro N° 4.14	Caracterización Química de los Suelos a Través de la Concentración de Macroaniones y Macroaniones en Centimoles por Kilo, para los Suelos más Representativos de Huasco.....	4-23
Cuadro N° 4.15	Composición Porcentual de las Concentraciones de Macroaniones y Macroaniones de los Suelos más Representativos de Huasco.....	4-24
Cuadro N° 4.16	Clasificación de Aguas para Riego según su Salinidad Norma Oficial Chilena NCh 1333/1978	4-31
Cuadro N° 4.17	Estándares para Aguas destinadas a Regadío Norma Oficial Chilena NCh 1333/1978.....	4-34

Cuadro N° 4.18	Rangos de Valores Normales para Agua de Riego.....	4-35
Cuadro N° 4.19	Puntos de Muestreo de Calidad de Aguas Río Huasco.....	4-36
Cuadro N° 4.20	Resultados de Análisis de Calidad de Aguas Río Huasco.....	4-37
Cuadro N° 4.21	Resultados de Análisis de Calidad de Aguas Canales de Riego.....	4-45
Cuadro N° 4.22	Resultados de Análisis de Calidad de Aguas Pozos de Observación	4-48
Cuadro N° 4.23	Resultados de Análisis de Calidad de Aguas de Drenes.....	4-51
Cuadro N° 4.24	Monitoreo de pH y CE.....	4-53
Cuadro N° 4.25	Sondajes existentes en el Área de Proyecto.....	4-58
Cuadro N° 4.26	Potencia de los Acuíferos para el Área 2.....	4-61
Cuadro N° 4.27	Caudales Subterráneos del Área 2.....	4-62
Cuadro N° 4.28	Variaciones de la Profundidad del Nivel Estático.....	4-62
Cuadro N° 4.29	Pozos Profundos Existentes en Huasco y Freirina.....	4-64
Cuadro N° 4.30	Valores Medios Mensuales de Profundidad de la Napa Freática En Pozos Profundos de Huasco y Freirina (m).....	4-64
Cuadro N° 4.31	Niveles Promedio, Máximos y Mínimos de Profundidad de la Napa Freática En Pozos Profundos de Huasco y Freirina (m).....	4-65
Cuadro N° 4.32	Especies florísticas en Categoría de Conservación en la Región de Atacama.....	4-74
Cuadro N° 4.33	Especies Faunísticas de la III Región en Categorías de Conservación	4-75
Cuadro N° 4.34	Antecedentes Agroclimáticos Distrito Huasco-Maitencillo.....	4-77
Cuadro N° 4.35	Requerimiento Térmico (Días-grado, base 10°C).....	4-78
Cuadro N° 4.36	Requerimiento de Frío (Horas-frío).....	4-80
Cuadro N° 4.37	Adaptabilidad de Cultivos a los Suelos en Condiciones Actuales....	4-81
Cuadro N° 4.38	Adaptabilidad de Cultivos a los Suelos en Situación Con Proyecto.	4-82

Cuadro N° 4.39	Parámetros a y b de Maas y Hoffman, y Producción del cultivo (P) para distintas conductividades eléctricas del extracto de saturación (CEe)	4-83
Cuadro N° 4.40	Número y Porcentaje de Predios Totales y Encuestados del Área de Estudio, Según Estrato de Tamaño	4-87
Cuadro N° 4.41	Superficie Predial Total y Promedio para el Universo Predial y Predios Encuestados, Según Estrato de Tamaño	4-90
Cuadro N° 4.42	Superficie Promedio por Tipo para los Predios Encuestados, Según Estrato de Tamaño (ha)	4-91
Cuadro N° 4.43	Sistema de Tenencia de la Tierra por Estrato de Tamaño (%)	4-93
Cuadro N° 4.44	Infraestructura Predial por Estrato de Tamaño	4-93
Cuadro N° 4.45	Servicios Básicos y Otros, Según Estrato de Tamaño (%)	4-95
Cuadro N° 4.46	Antecedentes Familiares Según Estrato de Tamaño (%)	4-96
Cuadro N° 4.47	Nivel de Educación del Grupo Familiar, Según Estrato de Tamaño (%)	4-97
Cuadro N° 4.48	Porcentaje de Predios Agrícolas en el Área de Estudio, por Especie, Según Estrato de Tamaño (%)	4-99
Cuadro N° 4.49	Patrón Productivo Silvoagropecuario del Área de Estudio, Según Estrato de Tamaño	4-100
Cuadro N° 4.50	Parámetros Técnicos de la Producción Agrícola, Según Estrato de Tamaño (%)	4-103
Cuadro N° 4.51	Metodología de Riego por Especie Agrícola, Según Estrato de Tamaño	4-105
Cuadro N° 4.52	Rendimiento y Fechas de Siembra y Cosecha de las Especies Agrícolas, Según Estrato de Tamaño	4-106
Cuadro N° 4.53	Comercialización de Productos Agrícolas, Según Estrato de Tamaño	4-108
Cuadro N° 4.54	Tipo y Número de Trabajadores Agrícolas, Según Estrato de	

	Tamaño	4-111
Cuadro N° 4.55	Dedicación Laboral al Predio, Según Estrato de Tamaño (%)	4-112
Cuadro N° 4.56	Capital para Trabajos Silvoagropecuarios, Según Estrato de Tamaño (%)	4-113
Cuadro N° 4.57	Asistencia e Información Técnica, Según Estrato de Tamaño (%) ...	4-115
Cuadro N° 4.58	Nivel de Conocimiento y Compromiso con el Proyecto, Según Estrato de Tamaño (%).....	4-116
Cuadro N° 4.59	Restricciones al Desarrollo Agropecuario, Según Estrato de Tamaño (%)	4-118
Cuadro N° 4.60	Expectativas de Manejo Sin Proyecto y Con Proyecto, Según Estrato de Tamaño (%)	4-120
Cuadro N° 4.61	Matriz de Parámetros para Selección de Casos	4-123
Cuadro N° 4.62	Estudio de Casos: Uso del Suelo y Estructura Productiva en la Situación Actual (Año Cero)	4-127
Cuadro N° 4.63	Estructura Productiva y Proyección de Uso del Suelo en la Situación Actual Normalizada.....	4-128
Cuadro N° 4.64	Estudio de Casos: Flujo de Caja Anual para la Situación Actual (Año Cero) (\$/ Caso)	4-129
Cuadro N° 4.65	Precios de Semillas y Plantas (\$ a diciembre de 2001)	4-131
Cuadro N° 4.66	Precios de Fertilizantes (\$ a diciembre de 2001).....	4-132
Cuadro N° 4.67	Precios de Herbicidas (\$ a diciembre de 2001)	4-132
Cuadro N° 4.68	Precios de Insecticidas (\$ a diciembre de 2001).....	4-133
Cuadro N° 4.69	Precios de Fungicidas (\$ a diciembre de 2001)	4-134
Cuadro N° 4.70	Precios de Insumos para Infraestructura y Accesorios de Producción (\$ a diciembre de 2001)	4-135
Cuadro N° 4.71	Precios de Maquinaria (\$ a diciembre de 2001)	4-136

Cuadro N° 4.72	Índices de MIDEPLAN.....	4-139
Cuadro N° 4.73	Superficie de Olivos por Región y Total País.....	4-142
Cuadro N° 4.74	Volúmenes Exportados de Aceitunas y Precios Promedios Ponderados de Retorno.....	4-144
Cuadro N° 4.75	Volúmenes de Aceitunas por Mercado de Destino, Años 2000 y 2001	4-146
Cuadro N° 4.76	Precios a Consumidor de Aceitunas – Base Santiago (\$/bolsa 250g)	4-148
Cuadro N° 4.77	Volúmenes Exportados de Aceite de Oliva y Precios Promedios Ponderados.....	4-152
Cuadro N° 4.78	Volúmenes de Aceite de Oliva por Mercado de Destino, Años 2000 y 2001	4-154
Cuadro N° 4.79	Volúmenes Exportados de Damascos Secos y Precios Promedios Ponderados.....	4-158
Cuadro N° 4.80	Volúmenes (Kg) de Damascos Secos por Mercado de Destino, Años 1998 al 2001	4-160
Cuadro N° 4.81	Volúmenes Exportados de Higos y Precios Promedios Ponderados.	4-161
Cuadro N° 4.82	Volúmenes (Kg) de Higos por Mercado de Destino, Años 1998 al 2001	4-162

CAPÍTULO 5

Cuadro N° 5.1	Superficies Agrícolas por Caso y su Proyección al Universo Predial (Suelo con Mal Drenaje).....	5-3
Cuadro N° 5.2	Ingresos Brutos por Caso para la Situación Base y Situación Con Proyecto al Año de Estabilización (Año 18)	5-10
Cuadro N° 5.3	Costos Directos por Caso para la Situación Base y Situación Con Proyecto al Año de Estabilización (Año 18)	5-10
Cuadro N° 5.4	Costos Indirectos y Gastos Generales por Caso para la Situación Base y Situación Con Proyecto al Año de Estabilización (Año 18).....	5-11

Cuadro N° 5.5	Margen Neto por Caso para la Situación Base y Situación Con Proyecto al Año de Estabilización (Año 18)	5-11
Cuadro N° 5.6	Patrón Productivo y Superficies por Casos para la Situación Con Proyecto	5-13
Cuadro N° 5.7	Patrón Productivo y Superficie Total de Casos y Expandida al Universo Predial para la Situación Con Proyecto	5-14
Cuadro N° 5.8	Parámetros Agroeconómicos por Casos para la Situación Con Proyecto (miles \$/Caso) (Año 18)	5-15
Cuadro N° 5.9	Componentes de Costos/ ha , Sistema de Surcos con Conducción del Tipo Californiano	5-17
Cuadro N° 5.10	Componentes de Costo/ ha, Sistema de Riego por Goteo	5-18
Cuadro N° 5.11	Componentes de Costo/ ha, Sistema de Riego por Cintas.....	5-19
Cuadro N° 5.12	Costos de Construcción y Mantenimiento Anual, Casos 1 y 2	5-20
Cuadro N° 5.13	Costos de Construcción y Mantenimiento Anual, Casos 3, 4 y 5	5-21
Cuadro N° 5.14	Costos de Construcción y Mantenimiento Anual, Casos 6, 7 y 8	5-22
Cuadro N° 5.15	Valores de Inversión en Infraestructura de Invernaderos	5-23
Cuadro N° 5.16	Producción Total de Aceitunas y Aceite de Oliva Casos 3 y 4	5-24
Cuadro N° 5.17	Inversiones en Planta para Aceite de Oliva Casos 3 y 4 (\$ S/IVA)...	5-25
Cuadro N° 5.18	Producción Total de Aceitunas y Aceite de Oliva Casos 6, 7 y 8	5-26
Cuadro N° 5.19	Inversiones en Planta para Aceite de Oliva Casos 6, 7 y 8 (\$ S/IVA)	5-27
Cuadro N° 5.20	Producción Total de Aceitunas para Cocktail Casos 3 y 4	5-28
Cuadro N° 5.21	Inversiones en Planta para Aceitunas de Cocktail Casos 3 y 4 (\$ S/IVA)	5-30
Cuadro N° 5.22	Producción Total de Aceitunas para Cocktail Casos 6, 7 y 8	5-30
Cuadro N° 5.23	Inversiones en Planta para Aceitunas de Cocktail Casos 6, 7 y 8	

	(\$ S/IVA)	5-32
Cuadro N° 5.24	Producción Total de Damascos Deshidratados Casos 6, 7 y 8	5-33
Cuadro N° 5.25	Inversiones en Planta para Damascos Deshidratados Casos 6, 7 y 8 (\$ S/IVA)	5-33
Cuadro N° 5.26	Producción Total de Dulce de Membrillo Casos 4 y 6	5-34
Cuadro N° 5.27	Inversiones en Planta para Dulce de Membrillo Casos 4 y 6 (\$ S/IVA)	5-35
Cuadro N° 5.28	Evapotranspiración Potencial (mm)	5-36
Cuadro N° 5.29	Duración de Fases de Cultivos (días)	5-38
Cuadro N° 5.30	Coefficientes de Cultivo Situación Actual (Kc)	5-38
Cuadro N° 5.31	Coefficientes de Cultivo Situación Con Proyecto (Kc)	5-39
Cuadro N° 5.32	Aportes a la Rizósfera por Fenómenos Capilares Según Sector de Riego para la Situación Actual y Con Proyecto	5-40
Cuadro N° 5.33	Precipitación Promedio, Real 85 % de Probabilidad de Excedencia y Efectiva o Utilizable (Pef) por las Plantas (mm)	5-41
Cuadro N° 5.34	Demanda Hídrica Neta de los Cultivos (m ³ /ha), Situación Actual ...	5-42
Cuadro N° 5.35	Demanda Hídrica Neta de los Cultivos (m ³ /ha), Situación Con Proyecto	5-42
Cuadro N° 5.36	Fracciones de Lixiviación, Situación Con Proyecto	5-44
Cuadro N° 5.37	Eficiencia de Aplicación del Riego según C.N.R.	5-45
Cuadro N° 5.38	Distribución de Métodos de Riego según Cultivo por Grupo de Casos para la Situación Actual	5-46
Cuadro N° 5.39	Distribución de Métodos de Riego según Cultivo por Grupo de Casos para la Situación Con Proyecto	5-46
Cuadro N° 5.40	Pérdidas por Percolación Profunda (%) Según el Método de Riego Utilizado	5-47
Cuadro N° 5.41	Fracción de la Tasa de Riego que va a Percolación Profunda, Según Caso	

	y Cultivo para la Situación Actual.....	5-47
Cuadro N° 5.42	Fracción de la Tasa de Riego que va a Percolación Profunda, Según Caso y Cultivo para la Situación Con Proyecto.....	5-48
Cuadro N° 5.43	Percolación Profunda, Situación Actual.....	5-48
Cuadro N° 5.44	Percolación Profunda, Situación Con Proyecto.....	5-49
Cuadro N° 5.45	Tasas de Riego Neta, Situación Actual.....	5-50
Cuadro N° 5.46	Tasas de Riego Neta, Situación Con Proyecto	5-51
Cuadro N° 5.47	Demanda Bruta de Agua de Riego por Caso, Situación Actual (m3)	5-53
Cuadro N° 5.48	Demanda Bruta de Agua de Riego por Caso Proyectado, Situación Actual (miles m3)	5-54
Cuadro N° 5.49	Resumen de Demanda de Agua de Riego en Situación Actual (miles m3).....	5-56
Cuadro N° 5.50	Demanda Mensual de Agua de Riego en Situación Actual (L/s)	5-56
Cuadro N° 5.51	Tasas de Riego Ponderadas en Situación Actual.....	5-57
Cuadro N° 5.52	Demanda Hídrica de Olivos por Sector y su Relación con Respecto al Total.....	5-58
Cuadro N° 5.53	Demanda Bruta de Agua de Riego por Caso (m3), Situación Con Proyecto	5-59
Cuadro N° 5.54	Demanda Bruta de Agua de Riego (miles m3) Caso Proyectado Sector 1, Situación Con Proyecto	5-61
Cuadro N° 5.55	Demanda Bruta de Agua de Riego (miles m3) Caso Proyectado Sector 2, Situación Con Proyecto	5-63
Cuadro N° 5.56	Demanda Bruta de Agua de Riego (miles m3) Caso Proyectado Sector 3, Situación Con Proyecto	5-65
Cuadro N° 5.57	Demanda de Agua de Riego en Situación Con Proyecto Superficies Proyectadas (m3)	5-67
Cuadro N° 5.58	Demanda Mensual de Agua de Riego en Situación Con Proyecto por	

	Sector (L/s)	5-67
Cuadro N° 5.59	Tasas de Riego Ponderada en Situación Con Proyecto	5-68
Cuadro N° 5.60	Superficies y Demanda Hídrica de Olivos en la Situación Con Proyecto según Sector.....	5-69
Cuadro N° 5.61	Balance de Oferta de Agua (85% P exc) / Demandas de Riego en Situación Actual.....	5-70
Cuadro N° 5.62	Balance de Oferta de Agua (85% P exc) / Demandas de Riego en Situación Con Proyecto	5-70
Cuadro N° 5.63	Porcentaje de la Producción de Aceitunas destinadas a Mesa y Aceite de Oliva - Situación Actual	5-73
Cuadro N° 5.64	Cálculo de la Producción e Ingreso de Aceitunas y Aceite de Oliva.	5-73
Cuadro N° 5.65	Porcentajes de Adopción Supuestos de los Sistemas de Riego por Casos – Situación Con Proyecto.....	5-75
Cuadro N° 5.66	Porcentajes de Adopción Supuestos de Riego Gravitacional con Conducción Californiana.....	5-75
Cuadro N° 5.67	Capacitación y Transferencia en Situación Con Proyecto.....	5-82
 CAPÍTULO 6		
Cuadro N° 6.1	Nivel Freático en Pozos de Observación.....	6-4
Cuadro N° 6.2	Conductividad Hidráulica y Porosidad Drenable	6-13
Cuadro N° 6.3	Resultados Sistema de Drenaje Intrapredial según Predio Estudiado	6-19
Cuadro N° 6.4	Costos de Construcción y Mantenición, Predio Rol 145-8.....	6-21
Cuadro N° 6.5	Costos de Construcción y Mantenición, Predio Rol 141-6.....	6-22
Cuadro N° 6.6	Costos de Construcción y Mantenición, Predio Rol 107-2.....	6-23
Cuadro N° 6.7	Superficie Drenada por Sector.....	6-24

Cuadro N° 6.8	Costos sistema dren colector sector La Cachina. Alternativa 1 a Precios Privados	6-31
Cuadro N° 6.9	Costos sistema dren colector sector Los Loros. Alternativa 1 a Precios Privados	6-32
Cuadro N° 6.10	Costos sistema dren colector sector Las Tablas - Freirina. Alternativa 1 a Precios Privados	6-33
Cuadro N° 6.11	Resumen de costos del sistema de drenaje extrapredial. Alternativa 1 a Precios Privados	6-35
Cuadro N° 6.12	Costos sistema dren colector sector La Cachina. Alternativa 2 a Precios Privados	6-37
Cuadro N° 6.13	Costos sistema dren colector sector Los Loros. Alternativa 2 a Precios Privados	6-38
Cuadro N° 6.14	Costos sistema dren colector sector Las Tablas - Freirina. Alternativa 2 a Precios Privados	6-39
Cuadro N° 6.15	Resumen de costos del sistema de drenaje extrapredial, Alternativa 2 a Precios Privados	6-40
Cuadro N° 6.16	Resumen de costos del sistema de drenaje extrapredial, Alternativa Propuesta a Precios Privados.....	6-42
Cuadro N° 6.17	Costos sistema dren colector sector La Cachina. Alternativa Propuesta a Precios Privados	6-43
Cuadro N° 6.18	Costos sistema dren colector sector Los Loros. Alternativa Propuesta a Precios Privados	6-44
Cuadro N° 6.19	Costos sistema dren colector sector Las Tablas – Freirina. Alternativa Propuesta a Precios Privados.....	6-45
Cuadro N° 6.20	Resumen de costos del sistema de drenaje extrapredial. Alternativa Propuesta a Precios Sociales.....	6-46
Cuadro N° 6.21	Costos sistema dren colector sector La Cachina. Alternativa Propuesta a Precios Sociales.....	6-47
Cuadro N° 6.22	Costos sistema dren colector sector Los Loros. Alternativa Propuesta a Precios Sociales.....	6-48

Cuadro N° 6.23	Costos sistema dren colector sector Las Tablas – Freirina. Alternativa Propuesta a Precios Sociales.....	6-49
----------------	--	------

CAPÍTULO 7

Cuadro N° 7.1	Adopción Tecnológica por Caso	7-3
Cuadro N° 7.2	Tasa de Crecimiento Tecnológico	7-4
Cuadro N° 7.3	Proyección de los Márgenes Netos, a Valores Privados (miles de \$)	7-6
Cuadro N° 7.4	Proyección de los Márgenes Netos, a Valores Sociales (miles de \$)	7-8
Cuadro N° 7.5	Proyección de los Flujos de Caja Diferenciales a Valores Privados (miles de \$).....	7-11
Cuadro N° 7.6	Proyección de los Flujos de Caja Diferenciales a Valores Sociales (miles de \$).....	7-12
Cuadro N° 7.7	Inversión en Obras Civiles, Operación y Mantenición de las Obras, a Valores Privados.....	7-13
Cuadro N° 7.8	Inversión en Obras Civiles, Operación y Mantenición de las Obras, a Valores Sociales	7-13
Cuadro N° 7.9	Resultados económicos finales, a Valores Privados (\$).....	7-15
Cuadro N° 7.10	Resultados económicos finales, a Valores Sociales (\$).....	7-16
Cuadro N° 7.11	Análisis de Sensibilidad a Valores Privados (\$).....	7-19
Cuadro N° 7.12	Análisis de Sensibilidad a Valores Sociales (\$)	7-23
Cuadro N° 7.13	Conceptualización del Estado de Resultados	7-29
Cuadro N° 7.14	Conceptualización de los Requerimientos y Generación de Capitales	7-30
Cuadro N° 7.15	Costos de Operación y Mantenición (\$)	7-31
Cuadro N° 7.16	Cálculo del Valor Residual de Bienes de Capital Transables y Depreciación Anual (\$).....	7-33

Cuadro N° 7.17	Cálculo de los Ingresos no Operacionales por Caso (\$)	7-34
Cuadro N° 7.18	Tabla de Cálculo del Impuesto Global Complementario	7-38
Cuadro N° 7.19	Caracterización de la Propuesta de Cuota de Pago de la Inversión de Obras (\$)	7-39
Cuadro N° 7.20	Requerimiento Total de Mano de Obra (JH y N° Trabajadores) Situación Actual Normalizada	7-43
Cuadro N° 7.21	Requerimiento Total de Mano de Obra por Mes (JH) Situación Actual Normalizada	7-44
Cuadro N° 7.22	Requerimiento Total de Mano de Obra (JH y N° Trabajadores) Situación Con Proyecto	7-46
Cuadro N° 7.23	Requerimiento Total de Mano de Obra por Mes (JH) Situación Con Proyecto	7-47
Cuadro N° 7.24	Demanda de Mano de Obra Total (N° de Trabajadores) Situación Con Proyecto	7-48
Cuadro N° 7.25	Población Actual y Proyectada Total y Económicamente Activa para las Comunas de Huasco y Freirina	7-49

CAPÍTULO 9

Cuadro N° 9.1	Predios Seleccionados para Parcelas Modelo por Sector de Drenaje	9-1
---------------	--	-----

CAPÍTULO 10

Cuadro N° 10.1	Pertinencia de Forma de Ingreso al SEIA	10-13
Cuadro N° 10.2	Solicitud de permisos ambientales sectoriales asociados al proyecto	10-32
Cuadro N° 10.3	Series de suelo y Misceláneos muestreados y su representación en el área de estudio	10-39
Cuadro N° 10.4	Listado Florístico de la vegetación identificada dentro del área del	

	proyecto	10-50
Cuadro N° 10.5	Listado de aves presentes en el área de conservación.....	10-55
Cuadro N° 10.6	Inventario / Evaluación de la calidad escénica según BLM (1980)...	10-79
Cuadro N° 10.7	Evaluación de la calidad escénica del área de estudio	10-83
Cuadro N° 10.8	Evaluación de la fragilidad visual de la Unidad de Paisaje	10-86
Cuadro N° 10.9	Valores de la Capacidad de Absorción Visual (C.A.V.) según Yeomans	10-89
Cuadro N° 10.10	Relación entre la Capacidad de Absorción Visual (C.A.V.) y Fragilidad.....	10-90
Cuadro N° 10.11	Criterios de Calificación de Impactos o Efectos Identificados en el estudio.....	10-105
Cuadro N° 10.12	Matriz de Identificación de Impactos Potenciales	10-108
Cuadro N° 10.13	Matriz de Evaluación de Impactos Ambientales	10-109
Cuadro N° 10.14	Medidas propuestas ante los impactos considerados.....	10-114

INDICE DE FIGURAS

CAPÍTULO 3

Figura N° 3.1	División Político Administrativa de la Región de Atacama y Provincia de Huasco - Ubicación del Área de Estudio	3-2
Figura N° 3.2	División Político Administrativa de la Comuna de Huasco y Localidades Involucradas en el Área de Estudio	3-4
Figura N° 3.3	División Político Administrativa de la Comuna de Freirina y Localidades Involucradas en el Área de Estudio	3-5
Figura N° 3.4	Área de Estudio	3-6
Figura N° 3.5	Área de Conservación en la Zona de la Desembocadura del Río Huasco	3-56
Figura N° 3.6	Distribución Porcentual de la Población Total Estimada del Área de Estudio, Según Localidades	3-60
Figura N° 3.7	Población Total, Masculina y Femenina del Área de Estudio, Según Localidades	3-63

CAPÍTULO 4

Figura N° 4.1	Nomograma para la Clasificación el Agua de Riego.....	4-33
Figura N° 4.2	Variación del pH y CE (mS/cm) en Diferentes Puntos de Muestreo del Río Huasco	4-38
Figura N° 4.3	Variación de Macroaniones en Diferentes Puntos de Muestreo del Río Huasco	4-40
Figura N° 4.4	Variación de Macrocationes en Diferentes Puntos de Muestreo del Río Huasco	4-42
Figura N° 4.5	Perfil Transversal en el Sector de Las Tablas.....	4-60
Figura N° 4.6	Tendencia de los Volúmenes y Precios Promedio Ponderados de Aceitunas	

	Exportadas en Salmuera (A) y en Conserva (B).....	4-145
Figura N° 4.7	Tendencia de los Precios Promedios Ponderados de Aceitunas a Consumidor	4-149
Figura N° 4.8	Tendencia de los Volúmenes y Precios Promedio Ponderados de Aceite de Oliva Virgen y Aceite de Otras Categorías.....	4-153
Figura N° 4.9	Tendencia de los Volúmenes y Precios Promedio Ponderados de Damascos Secos.....	4-159
Figura N° 4.10	Tendencia de los Volúmenes y Precios Promedio Ponderados de Higos.....	4-162
 CAPÍTULO 6		
Figura N° 6.1	Esquema de un Pozo de Observación.....	6-2
Figura N° 6.2	Nomograma de Dumm	6-11
Figura N° 6.3	Unifilares de Drenes Colectores	6-26
Figura N° 6.4	Unifilar Dren Colector N° 16.....	6-41
 CAPÍTULO 7		
Figura N°7.1	Tasa de Crecimiento Tecnológico	7-4
Figura N° 7.2	Demanda Mensual de Mano de Obra (JH) - Situación Actual Normalizada.....	7-47
Figura N° 7.3	Demanda Mensual de Mano de Obra (JH) - Situación Con Proyecto	
 CAPÍTULO 9		
Figura N° 9.1	Esquema General Parcela Modelo.....	9-3
Figura N° 9.2	Esquema de una Parcela Experimental para Frutales	9-4

Figura N° 9.3	Esquema de una Parcela Experimental para Hortalizas	9-5
Figura N° 9.4	Esquema de una Parcela Experimental para Invernaderos	9-6
Figura N° 9.5	Esquema de un Diseño en Bloque Completo al Azar con Tres Bloques y Tres Tratamientos.....	9-7

CAPÍTULO 10

Figura N° 1	Zona de conservación en la desembocadura del río Huasco.....	10-5
Figura N° 2	Ubicación del área en estudio	10-22
Figura N° 3	Descripción de las características visuales básicas.....	10-77

CAPÍTULO 1

INTRODUCCIÓN Y ANTECEDENTES

CAPÍTULO 1

INTRODUCCIÓN Y ANTECEDENTES

1.1 Introducción

De acuerdo a la Licitación Pública para la ejecución del “Estudio y Propuestas de Recuperación de Suelos con Mal Drenaje en el Sector Bajo del Huasco” llamada por la Comisión Nacional de Riego (CNR), CICA Ingenieros Consultores desarrolló el estudio en base a los requerimientos administrativos solicitados.

De acuerdo a los Términos de Referencia (TR), la cuarta sección del río Huasco presenta un área potencial de riego de aproximadamente 800 ha, con problemas de mal drenaje y exceso de sales solubles en el perfil de suelo, lo que ha restringido considerablemente las opciones de producción con buena rentabilidad de las explotaciones.

En general, los sistemas productivos de esta zona son de bajo nivel tecnológico. Un cambio dirigido a mejorar los métodos de riego y drenaje, junto con un adecuado manejo tecnológico de los cultivos y del agua, debiera incidir en un aumento del rendimiento y la calidad de los productos.

Los problemas de producción probablemente derivan del mal drenaje de una vasta superficie de los suelos, de la acumulación de sales y del alto contenido de sodio intercambiable que contiene el agua de riego. En consecuencia, una parte de los suelos están abandonados y los que se cultivan producen magras cosechas.

1.2 Antecedentes del Área de Estudio

1.2.1 Localización

Específicamente, el área de estudio se ubica en el valle de Huasco en el Sector Bajo, con una envolvente que se extiende al poniente de Freirina hacia la costa, y abarca las terrazas laterales de ambas riberas del río Huasco, antes de la desembocadura.

En general, los límites del valle son: al noreste con la zona desértica que separa el valle del Huasco del de Copiapó, al sur con la zona desértica que separa las provincias de Huasco y Coquimbo, al este con la cordillera de Los Andes y al oeste con el Océano Pacífico.

Esta zona se ubica en la III Región del país, Atacama, provincia de Huasco, entre los paralelos 28°30' y 29°30' de latitud sur y los meridianos 69°45' y 71° de longitud oeste. Esta provincia abarca una superficie de 19.065 km² e incluye extensas zonas desérticas a ambos lados del valle del Huasco.

Este valle incluye a los valles interiores de El Tránsito y San Félix, cuyos ríos, El Tránsito y El Carmen, respectivamente, se unen en la Junta del Carmen a 90 km del mar, dando origen al río Huasco propiamente tal.

1.2.2 Clima

Entre los rasgos diferenciadores, desde Freirina a Huasco, el clima es marítimo. Según la clasificación climática de Papadakis (1970) ¹, el área de estudio corresponde a un clima de "desierto subtropical marino". Se pueden producir heladas, pero de ocurrir éstas, son muy ligeras y excepcionales. Según Novoa y Villaseca (1989), el régimen térmico se caracteriza por una temperatura media anual de 16,5°, con una máxima media del mes más cálido de poco menos de 24°C, en febrero. El mes más frío es julio, con poco menos de 10°C. El régimen hídrico muestra precipitaciones que pueden alcanzar a 25 mm y algo más entre los meses de mayo a agosto. La nubosidad es abundante y constante por la cercanía a la línea costera.

1.2.3 Cultivos

En general, por las características climáticas el área de estudio no es apta para frutales con requerimientos de frío, pero sí para frutales subtropicales como papayos, chirimoyos, lúcumos y cítricos. El lúcumo es un frutal que podría considerarse como alternativa de complemento, ya que existen especies de gran antigüedad que se mantienen productivas. También se reconocen en el área nísperos.

Otra especie frutal bien adaptada es el membrillo aunque en la evaluación económica presentó baja rentabilidad, quedaría sujeta a criterios no económicos la recomendación de mantenerlo dentro del área de estudio.

También es apto para hortalizas muy tempranas y muy tardías, como cucurbitáceas, pimentón, tomate y otros.

El espárrago es un cultivo que se adapta a suelos salinos como los de las Serie Bellavista y Paona, condicionado a buen drenaje y aireación.

En materia de forraje, la alfalfa es la especie de óptimo desarrollo para estas condiciones.

Considerando que dentro del área de estudio la mayor limitante la constituye la salinidad de los suelos y el agua de riego, se destaca que entre los cultivos hortícolas es corriente observar repollos, aunque la principal especie productiva es el olivo.

¹ Novoa, R. y Villaseca, S. Ed. 1989. *Mapa agroclimático de Chile. Instituto de Investigaciones Agropecuarias.*

1.2.4 Calidad del Agua de Riego

La mala calidad de las aguas de riego puede tener efectos nocivos sobre los cultivos y afectar sus rendimientos. El uso continuado de aguas de mala calidad causa modificaciones físico químicas en el suelo por efecto directo de las sales o por efecto específico de los iones disueltos. El exceso de sodio, dispersa las partículas de arcilla destruyendo la estructura del suelo y la concentración de sales aumenta el potencial osmótico del suelo, dificultando la absorción de agua disponible para la planta. Esta condición afecta a los cultivos según su tolerancia a la salinidad.

Se ha demostrado que bajo condiciones especiales de clima, este efecto negativo se ve atenuado, como es el caso de cultivos como la alfalfa, olivo, porotos verdes, paltos y lúcumos, los cuales se desarrollan bien en este valle.

Por otra parte, en esta zona las lluvias son esporádicas e insuficientes, por lo que no se permite la lixiviación de las sales propias de los suelos y menos de aquellas que aportan las aguas de regadío.

Considerando que los estándares conocidos para clasificar las aguas de regadío tienen un valor relativo, estos deben tomarse como una guía.

En términos de la cuenca del río Huasco se puede señalar que:

- El contenido de cloruros es mucho más elevado en el río El Tránsito que en el río El Carmen, sin embargo más abajo de La Junta, la concentración de cloruros desciende, siendo menor que la del río El Tránsito. Posteriormente, siguiendo aguas abajo entre Vallenar y Maitencillo el nivel se recupera y nuevamente entre Freirina a Bellavista el contenido es altísimo.
- La salinidad total, registrada como conductividad eléctrica, aumenta de cordillera a mar, esta característica es común para los cursos de agua de zonas áridas. Mediciones hechas entre Maitencillo y Bellavista, muestran valores entre 2 y 4,5 mmhos/cm, lo que representa hasta cinco veces la conductividad eléctrica de las aguas de riego antes de ingresar al embalse Santa Juana.
- Sigue igual tendencia la concentración de aniones y cationes.
- La escasa variedad de cultivos y frutales que se observan en la zona de Huasco Bajo, refleja la mejor selección de especies tolerantes a la salinidad que han encontrado los agricultores.

La conductividad eléctrica del río en Huasco Bajo muestra valores de 2,58 a 2,80 milimhos/cm, la RAS entre 4,46 a 4,79 y el pH es ligeramente alcalino variando entre 7,5 a 7,9. A la altura de Freirina, los valores son similares, según datos de la Dirección General de Aguas².

El boro es otro elemento que puede transformarse en restrictivo en zonas áridas. Los niveles alcanzan concentraciones que van desde 0,5 a 1,3 mg/L.

1.2.5 Suelos

Los suelos que se ubican entre Freirina y Huasco, básicamente corresponden a las Series Bellavista, Paona y Freirina.

Preliminarmente, según Series y Fases reconocidas por CICA e Hidroconsult³ y ratificadas posteriormente por CICA⁴, la envolvente podría incluir las siguientes unidades cartográficas ():

- * Serie Bellavista (BVT): Corresponde a suelos de drenaje imperfecto. Ocupa una superficie de 172,8 ha.
- * Serie Freirina (FRN): Por estar en posición más alta que los otros suelos y no tener problemas de drenaje presenta un moderado tenor salino. Ocupa una superficie de 504,4 ha.
- * Serie Paona (PNA): Con 697,9 ha, se ha separado en tres unidades cartográficas de acuerdo a su creciente problema de drenaje:
 - PNA1 corresponde a suelos de drenaje moderado a imperfecto y ocupa una superficie de 491,4 ha (60,6 y 430,8 ha, respectivamente).
 - PNA2 corresponde a suelos de drenaje pobre y ocupa una superficie de 113,9 ha.
 - PNA3 corresponde a suelos de drenaje muy pobre con 92,6 ha.

La Fase PNA1 presenta una salinidad de ligera a moderada; PNA2 la salinidad es moderada a alta y PNA3 de alta a severa.

² SGS EcoCare. 1996. Proyecto Gestión Territorial en la Cuenca del Huasco: Estudio N° 3 "Calidad de las aguas de riego en la cuenca del río Huasco – Anexo A". Convenio Min. de Bienes Nacionales/GTZ/SERPLAC III Región.

³ SERPLAC III Región- CICA Ing. Consultores / Hidroconsult. 1980. Estudio Agrológico del valle del río Huasco.

⁴ CICA Ing. Consultores. 1996. *Op.cit*

El Misceláneo Pantano (MPT) ocupa una superficie total de 454,2 ha, de las cuales 205,2 ha se ubican al poniente de Freirina. Estos terrenos, húmedos, con nivel freático superficial y vegetación hidromórfica, son los que tienen mayor grado de salinidad.

El Misceláneo Aluvial (MAL) son depósitos de composición y profundidad variable, predominantemente arenosos y/o pedregosos. Ocupa una superficie de 478,0 ha, con un moderado problema de drenaje, sin detectarse problemas de salinidad, por poseer texturas gruesas y estar sometidos constantemente a lavados.

Además, existe el Misceláneo Escarpe (MEP), el que representa caídas entre terrazas y por sus características de pendiente no presenta problemas de salinidad.

1.2.6 Drenaje y Salinidad

El sector afectado por la presencia de sales se ubica, preferentemente, desde el oriente de la localidad de Freirina hasta su límite poniente, próximo al área costera.

La conductividad eléctrica, como un indicador de la salinidad, varía entre 3,2 y 5,7 milimhos/cm a 25°C⁵, rango de valores que indica que los perfiles de suelo del área de interés, son de ligeramente salinos a salinos⁶.

Los suelos presentan pH entre 8,0 y 8,6, lo que indica de "moderadamente a fuertemente alcalinos" concordante con los altos valores de Relación de Adsorción de Sodio (RAS) y con el alto contenido de sodio, siendo en los suelos mayor que el contenido de calcio⁷. Sin embargo, los altos valores de RAS, no permite indicar que los suelos sean sódicos, aún cuando existe la posibilidad de sodificación. Además de lo señalado, se han encontrado zonas con conductividades eléctricas de 8,8 milimhos/cm⁸ en el sector de la Cachina, ubicado en el límite oeste de la zona olivarera del Huasco, e incluso sobrepasan el valor señalado, por lo que los suelos se pueden considerar "muy salinos"⁹.

El ion cloruro, de reconocido peligro por su fitotoxicidad, presenta valores altos, constituyéndose en un elemento negativo para los cultivos.

La Serie de Suelos Freirina, en posición de terraza alta en la margen sur del río Huasco, en general, presenta un moderado tenor salino y sin problemas de drenaje, gracias a su posición en el paisaje (5 a 7 mmhos/cm).

⁵ CICA Ing. Consultores. 1996. *Op cit*

⁶ CONAMA. 1996. *Metodologías para la caracterización de la calidad ambiental*.

⁷ CICA Ing. Consultores. 1996. *Op cit*.

⁸ 1 milimhos/cm (sistema tradicional) = 1 dS/m (sistema internacional).

⁹ Alemany, Rodrigo. (en publicación). *Prospección nutricional de olivos cv Sevillano en el valle del Huasco. Memoria de Título Ingeniero Agrónomo. Facultad de Ciencias Agronómicas. Universidad de Chile.*

Con los valores señalados coinciden el estudio del INIA-CMP-SAG, del año 1991, donde se tomaron muestras de 20 perfiles, a dos profundidades ¹⁰.

Los problemas de drenaje del área, se encuentran asociados a suelos planos, baja velocidad de infiltración, permeabilidad lenta, ausencia o inadecuados sistemas de evacuación y microrelieve que impide el escurrimiento superficial del agua.

Así, la Serie Bellavista, ocupando una posición de terraza baja, de preferencia en el lado norte del río, tiene un drenaje imperfecto a moderado y un grado de salinidad moderado (4 a 8 mmhos/cm).

La Serie de Suelos Paona, en posición de terraza baja y con problemas de drenaje moderado a muy pobre, presenta salinidad desde ligera a severa. La salinidad de los suelos aumenta paralelamente con el problema de drenaje. En esta unidad se aprecian sectores que tienen una conductividad eléctrica en el rango de 5 a 16 mmhos/cm a 25°C.

Algunos terrenos húmedos correspondientes a Misceláneos Pantano, con nivel freático superficial y vegetación hidromórfica, pueden llegar a tener un alto grado de salinidad, como ocurre en el sector Las Tablas, al poniente de Freirina.

Los suelos Misceláneo Aluvial, en posición de terraza aluvial reciente, presentan un moderado problema de drenaje, sin detectarse problemas de salinidad.

El drenaje restringido, la presencia de un nivel freático variable a poca profundidad y la baja permeabilidad de los suelos han contribuido a la salinización.

En las Series de Suelos mencionadas se cultiva extensivamente el olivo, constituyéndose en la planta más tolerante a la salinidad y que representa un cultivo económicamente atractivo.

El exceso de sales solubles tiene una connotación económica importante en la producción de cultivos con interés agrocomercial y la eliminación de éstas se consigue mediante la técnica del lavado.

Los estudios específicos para los sectores afectados por salinidad y drenaje, que se indican en la presente Propuesta Técnica, permitirán determinar la factibilidad de habilitación.

El efecto de mayor trascendencia en la salinización de los suelos y su efecto sobre la vegetación y plantas cultivadas, es el exceso de solutos que aumentan el potencial osmótico de la solución suelo.

La presencia de sales solubles en la solución suelo exige un mayor gasto de energía de las plantas para absorber agua a través de sus raíces. Esta función desvía y concentra energía en detrimento de otras como crecimiento, floración, entre las más afectadas.

¹⁰ INIA-CMP-SAG. 1991. *Tipificación de elementos particulados en el valle del río Huasco. III Región.*

En consecuencia, las plantas afectadas por salinidad muestran signos de escaso crecimiento, menor desarrollo de hojas y color verde muy oscuro, en comparación con plantas que se desarrollan en condiciones normales. Los síntomas se asemejan a stress hídrico, en la medida que se incrementa la salinidad.

No siempre esta sintomatología es evidente y sólo la comparación del crecimiento, en relación a plantas normales, revela el efecto del exceso de sales, lo que podrá quedar en evidencia con la parcela experimental y demostrativa que se propone.

Como todo fenómeno en que se ven implicados procesos biológicos, la respuesta de los cultivos a la salinidad del suelo es difícil de cuantificar y debe considerarse, en el análisis, otros factores como período fenológico, clima, toxicidades específicas, fertilizaciones y riego, entre otros.

En un programa de lavado, los iones cloruros, altamente fitotóxicos, son los primeros en ser eliminados de los perfiles de suelo, aún cuando se presenten en grandes cantidades.

CAPÍTULO 2

MARCO DE REFERENCIA

CAPÍTULO 2

MARCO DE REFERENCIA

2.1 Hipótesis del Estudio

A nivel nacional y mundial, los problemas de salinización de los suelos se presentan en regiones áridas y semi-áridas, donde el balance hídrico está a favor de los procesos combinados de evaporación y evapotranspiración versus las escasas precipitaciones. Así, muchos de los suelos salinos se forman como resultado de un ascenso capilar de aguas salinas desde el nivel freático, generado por condiciones particulares, como puede ser la posición topográfica, estratas u horizontes compactos o endurecidos, exceso de agua de riego o escurrimientos superficiales y subsuperficiales, entre otras razones.

La posición baja de los suelos con respecto al cauce del río, incide en un drenaje restringido el que puede llegar a ser nulo (como ocurre en las zonas pantanosas); la baja eficiencia de los sistemas de riego a la aplicación de riego por tendido, la alta tasa de demanda evapotranspirativa, transportan las sales a la superficie del suelo, agravando el problema del exceso de humedad en el perfil del suelo.

Estas condiciones son la Hipótesis de Estudio del área de Huasco Bajo y que serán estudiadas en la presente Consultoría.

2.2 Objetivo General del Estudio

El objetivo principal del Estudio consiste en contribuir al desarrollo agrícola del Valle del Huasco y, por lo tanto, al desarrollo económico local, mediante la habilitación de los suelos mal drenados y la incorporación a la producción de un área actualmente marginada, gatillando el surgimiento de una agricultura de excelente productividad que genere, en el mediano plazo, fuentes de trabajo permanente para los propios productores y la comunidad.

2.3 Objetivos Específicos del Estudio

Se plantearon seis objetivos más específicos:

- i. Identificar las zonas susceptibles de drenar y delimitar, dentro de éstas, las que se justifica drenar, por su viabilidad técnica, económica y ambiental, y potencial uso agropecuario. Así mismo, delimitar e identificar las áreas y ecosistemas más frágiles y vulnerables, que

es prioritario preservar y en las que otras instancias del Estado, desarrollan algún manejo de conservación.

- ii. Elaborar una propuesta técnica de evacuación del exceso de agua en el perfil de suelo, en la parte baja de la cuenca del río Huasco. Dicha propuesta comprende la identificación, pre-diseño y determinación de los costos del sistema de drenaje principal, considerando alternativas hidráulicas de solución para toda el área identificada como drenable en el Huasco Bajo.
- iii. Proponer un plan de desarrollo agrícola para toda el área drenable. Con los beneficios agroeconómicos que se identifiquen se realizará la evaluación económica del proyecto comparado con la situación actual, estableciéndose la conveniencia de ejecutar el proyecto.

Para llevar a cabo este objetivo específico se propone:

- Determinar los costos, beneficios y rentabilidad de los cultivos y rubros agropecuarios actuales para los distintos tamaños de explotación, considerando antes y después de la realización de las obras de drenaje.
 - Determinar el diferencial de rentabilidad de los cultivos y rubros agropecuarios actuales para los distintos tamaños de explotación, considerando las situaciones "antes" y "después" de la realización de las obras de drenaje.
 - Realizar un análisis del clima y agroclima y suelo a objeto de establecer las potencialidades de los cultivos y rubros agropecuarios con la finalidad de reconocer su adaptabilidad.
 - Reconocer y proponer alternativas agropecuarias que sean rentables bajo las nuevas condiciones.
 - Determinar la estructura de costos de producción, asociada a cada especie presente y futura, considerando rendimientos y producciones diferenciales.
 - Reconocer los principales canales de comercialización y mercados de venta de los productos generados.
 - Determinar los precios de compra y venta de insumos y productos.
 - Evaluar el cambio proyectado desde la situación agropecuaria actual a la situación de desarrollo.
- iv. Elaborar un plan de manejo integral del agua de drenaje y riego, con recomendaciones para el manejo de la salinidad. Para ello se determinarán las tasas de riego diferenciadas

por mes y cultivo, tanto para los actuales como para los que se propongan, en función de la salinidad límite tolerada por los cultivos versus los rendimientos que se espera alcanzar. Se calculará el volumen de agua de riego adicional, denominada fracción de lavado, necesaria para bajar la concentración de sales a rangos que permitan rendimientos medios a buenos, en los cultivos que el estudio propone.

- v. Elaborar una metodología de trabajo para la constitución de una comunidad de drenantes, que acompañe al proceso de estudio, ejecución y operación de las obras de drenaje ha proponer.
- vi. Diseñar una unidad de experimentación que quede en operación una vez terminado el proyecto.

CAPÍTULO 3

RECOPIACIÓN Y ANÁLISIS DE ANTECEDENTES

CAPÍTULO 3

RECOPIACIÓN Y ANÁLISIS DE ANTECEDENTES

Los antecedentes generales involucran una caracterización de la zona en estudio dentro del contexto nacional, regional y provincial. Se presentan y analizan aspectos sociales, económicos y medioambientales, enfocado principalmente hacia el área agrícola.

Considerando la ubicación geográfica del área en estudio y que la información requerida se encuentra mayoritariamente a nivel de comunas, los antecedentes generales presentados son descritos, en general, en relación a la comuna de Huasco. Sin embargo, el Estudio profundiza a nivel local conforme a la información disponible.

3.1 Situación Geográfica

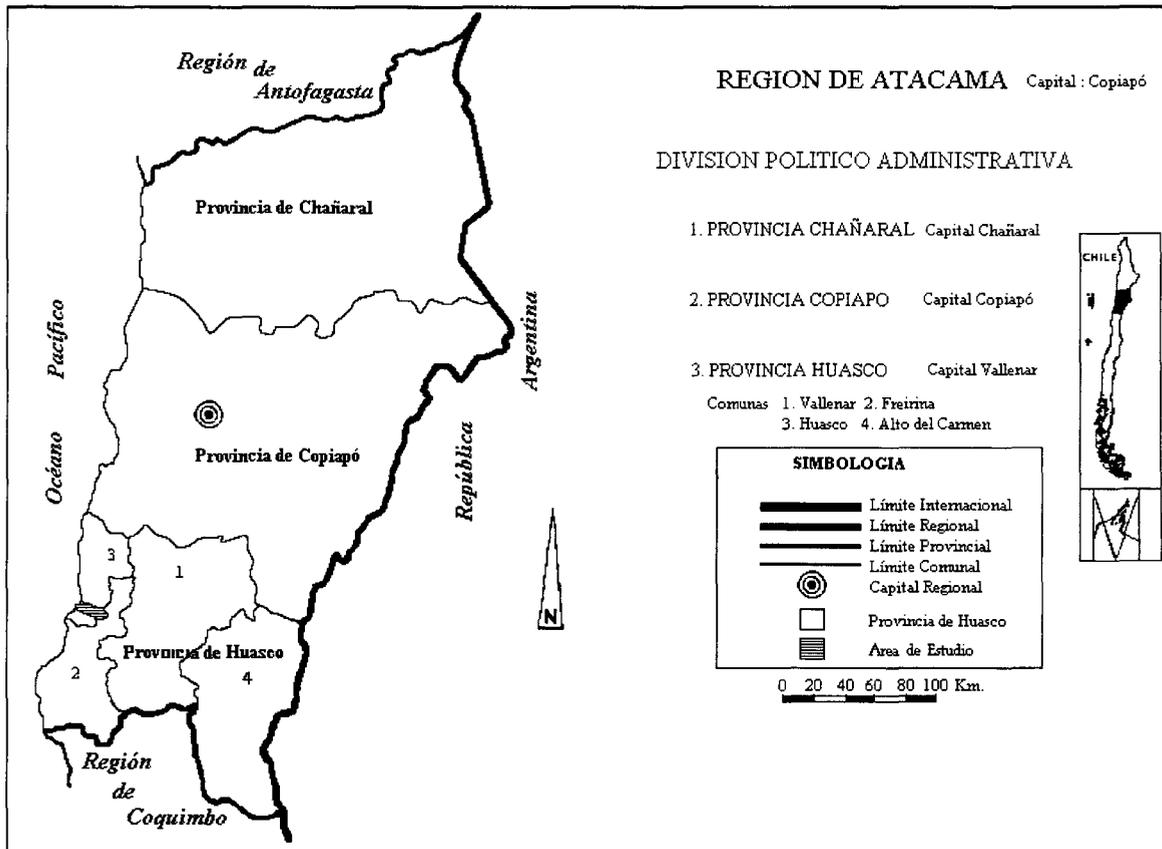
El sector bajo del Huasco se encuentra inserto en el valle del río Huasco en la III Región de Atacama. Este último ubicado en la provincia de Huasco, entre los paralelos 28°30' de Latitud Sur y los meridianos 69°45' y 71°00' de Longitud Oeste. Los límites generales del valle del río son: al norte con la zona desértica que separa el valle del Huasco y el de Copiapó, al sur con la zona desértica que separa las provincias de Huasco y Coquimbo, al este con la Cordillera de los Andes y al oeste con el océano Pacífico.

El valle del río Huasco posee las típicas características de los valles transversales del norte de Chile, que se desarrollan en su parte superior entre cordones de cerros que descienden paulatinamente desde las altas cumbres del macizo andino hacia la costa.

Específicamente, el área de estudio constituye una franja de tierra que va desde Freirina a la costa con un largo máximo de alrededor de 15 km y un ancho promedio de 1 km. Esta superficie se enmarca dentro del sector más bajo del valle del río Huasco, aguas abajo de Vallenar, el que presenta extensas terrazas de origen fluvial ubicadas en ambos márgenes del río, además de caracterizarse por extensas zonas desérticas a ambos lados del valle (CEDEC, 1985).

La ubicación del área de estudio dentro de un contexto regional se muestra en la Figura N° 3.1 y dentro de un contexto comunal en las Figuras N° 3.2 y N° 3.3.

Figura N° 3.1
División Político Administrativa de la Región de Atacama
y Provincia de Huasco - Ubicación del Área de Estudio



Fuente: Localidades Pobladas. Abril, 1982. III Región. XV Censo Nacional de Población y IV de Vivienda – Chile. INE, 1992.

3.2 Estructura Político Administrativa

Ubicando la zona de estudio dentro del contexto nacional, se menciona a la Región de Atacama, III Región del país con capital regional Copiapó, la cual se encuentra estructurada política y administrativamente en 3 grandes provincias que la dividen horizontalmente. Estas provincias, de norte a sur, son: Chañaral, Copiapó y Huasco.

Más específicamente, la provincia de Huasco, capital provincial Vallenar, se encuentra subdividida en 4 comunas: Freirina, Huasco, Vallenar y Alto del Carmen. Las dos primeras son de interés para el presente estudio, considerando que el área de proyecto compromete parte de la superficie de ellas.

En la Figura N° 3.2 y N° 3.3 se presenta la División Político Administrativa de las Comunas de Huasco y Freirina, respectivamente, destacando las localidades involucradas dentro del área de estudio.

Según se muestra en estas Figuras, las localidades de interés para el análisis y caracterización de la zona corresponden a:

Comuna de Huasco

Distrito Huasco

- Localidad - Huasco
- Huasco Bajo
- El Pino

Comuna de Freirina

Distrito Freirina

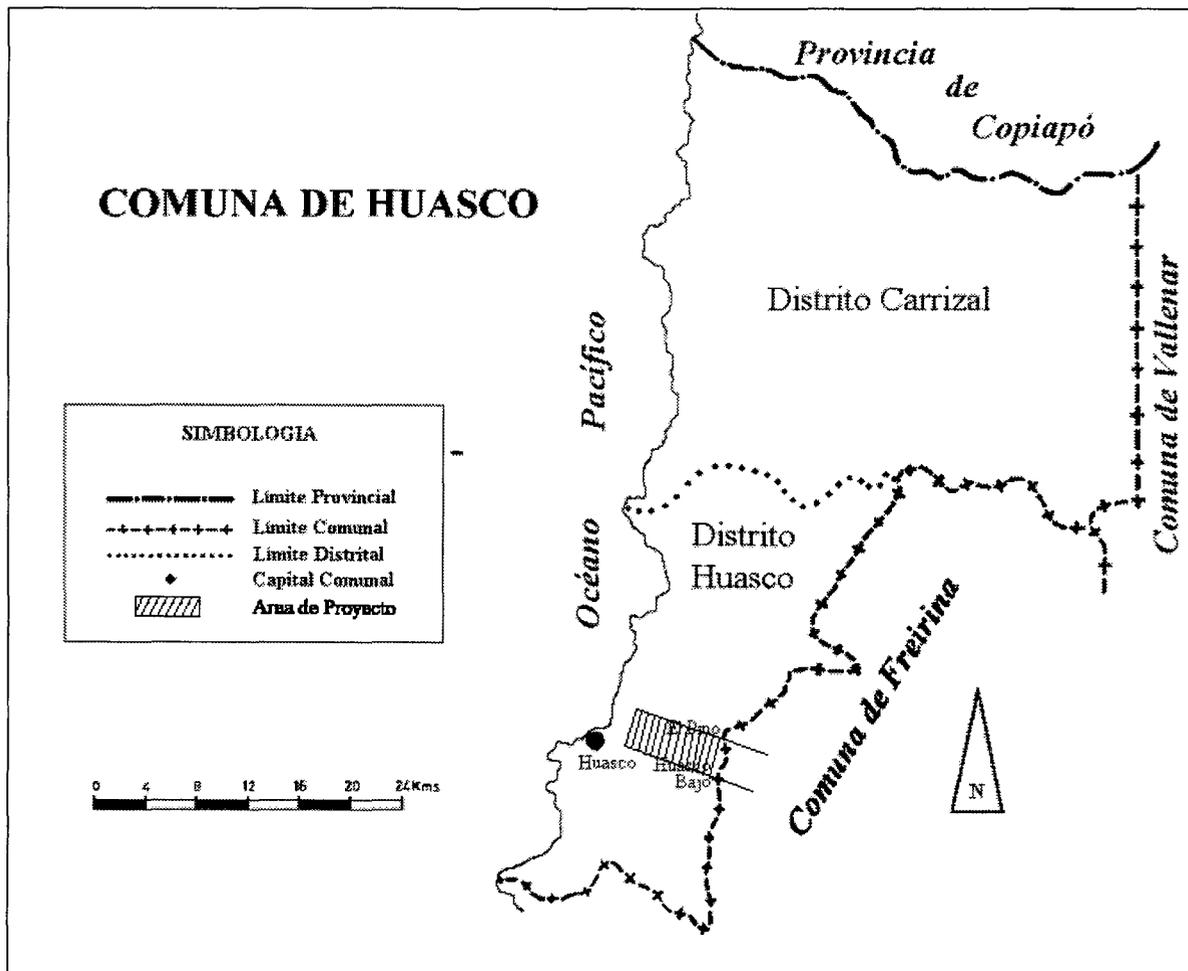
- Localidad - Freirina
- Las Tablas
- Los Loros
- Atacama
- Nicolasa
- Vicuña Mackena

Cabe destacar que, a parte de las localidades involucradas en el área de estudio, según el Censo de 1992, la comuna de Huasco tiene en total de 24 localidades y la comuna de Freirina un total de 15.

Según se mencionó anteriormente, debido a que el área de estudio considera una pequeña porción de las comunas de Huasco y Freirina, en los casos en que exista información estadística disponible, la caracterización será realizada a nivel de localidades, mientras que en caso contrario, los datos serán presentados solamente hasta el nivel de los dos distritos o de las dos comunas involucradas en el estudio, según corresponda.

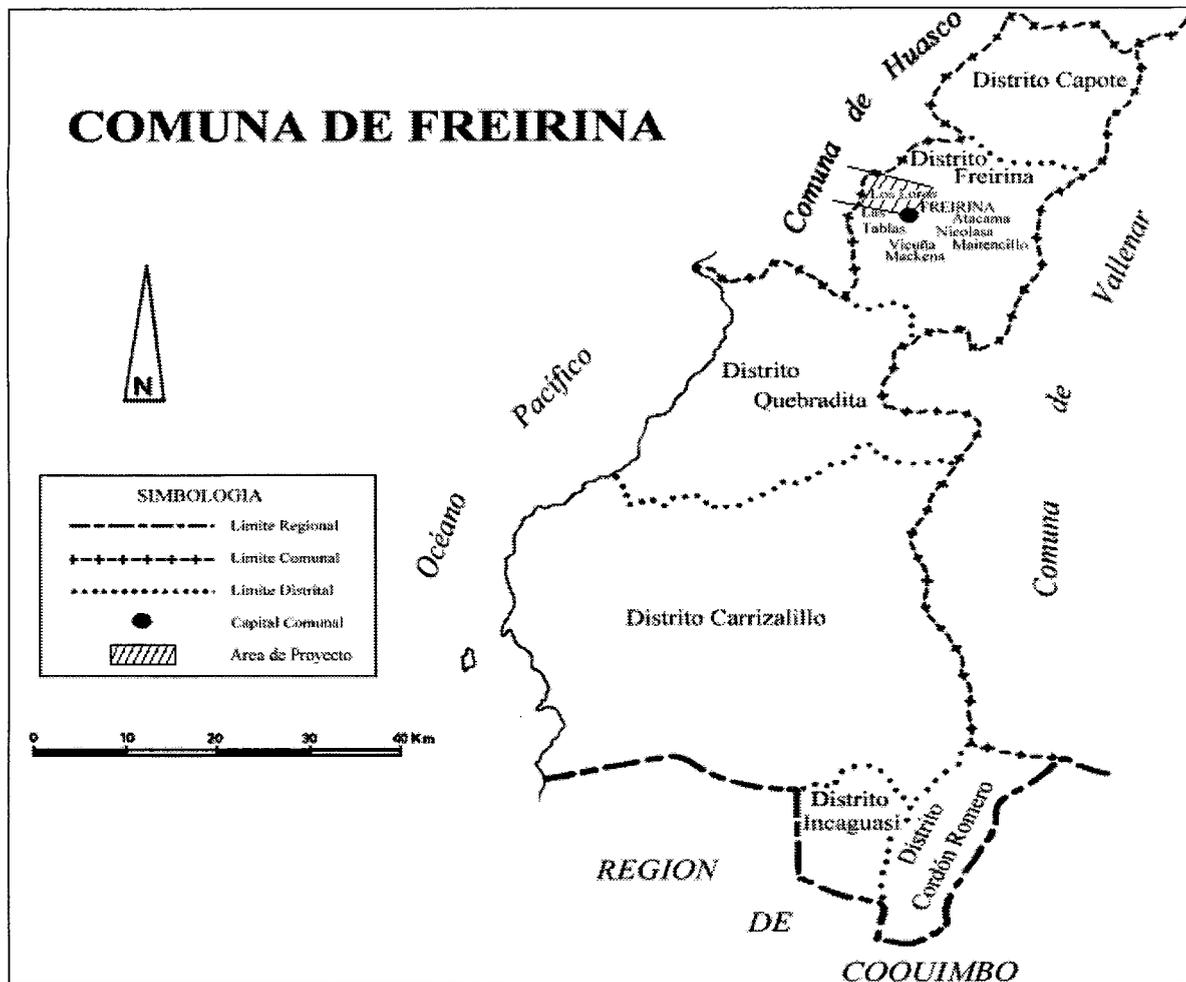
Se destaca que, en base a lo anterior, la etapa de entrega de Antecedentes Generales se elaborará principalmente con la información estadística de comunas y localidades, según sea el caso, considerando exclusivamente a las que están involucradas dentro de la zona de estudio. La mención de datos nacionales, regionales y/o provinciales se destacará solamente en forma comparativa según sea el caso.

Figura N°3.2
División Política Administrativa de la Comuna de Huasco
y Localidades Involucradas en el Área de Estudio



Fuente: Localidades Pobladas. Abril, 1982. III Región. XV Censo Nacional de Población y IV de Vivienda – Chile. INE, 1992.

Figura N° 3.3
División Política Administrativa de la Comuna de Freirina y
Localidades Involucradas en el Área de Estudio



Fuente: Localidades Pobladas. Abril, 1982. III Región. XV Censo Nacional de Población y IV de Vivienda – Chile. INE, 1992.

3.3 Superficie

El área de estudio considera una superficie total de 8 km², la que constituye un 0,15% de las comunas de Huasco y Freirina, y tan sólo un 0,01% del total de la superficie regional.

Se presentan las superficies según la división político administrativa, considerando localidades, comunas, provincias y región involucradas en la caracterización, así como también los datos a nivel nacional a modo de comparación.

Cuadro N° 3.1
Superficies Según División Político
Administrativa de las Áreas de Interés (km²)

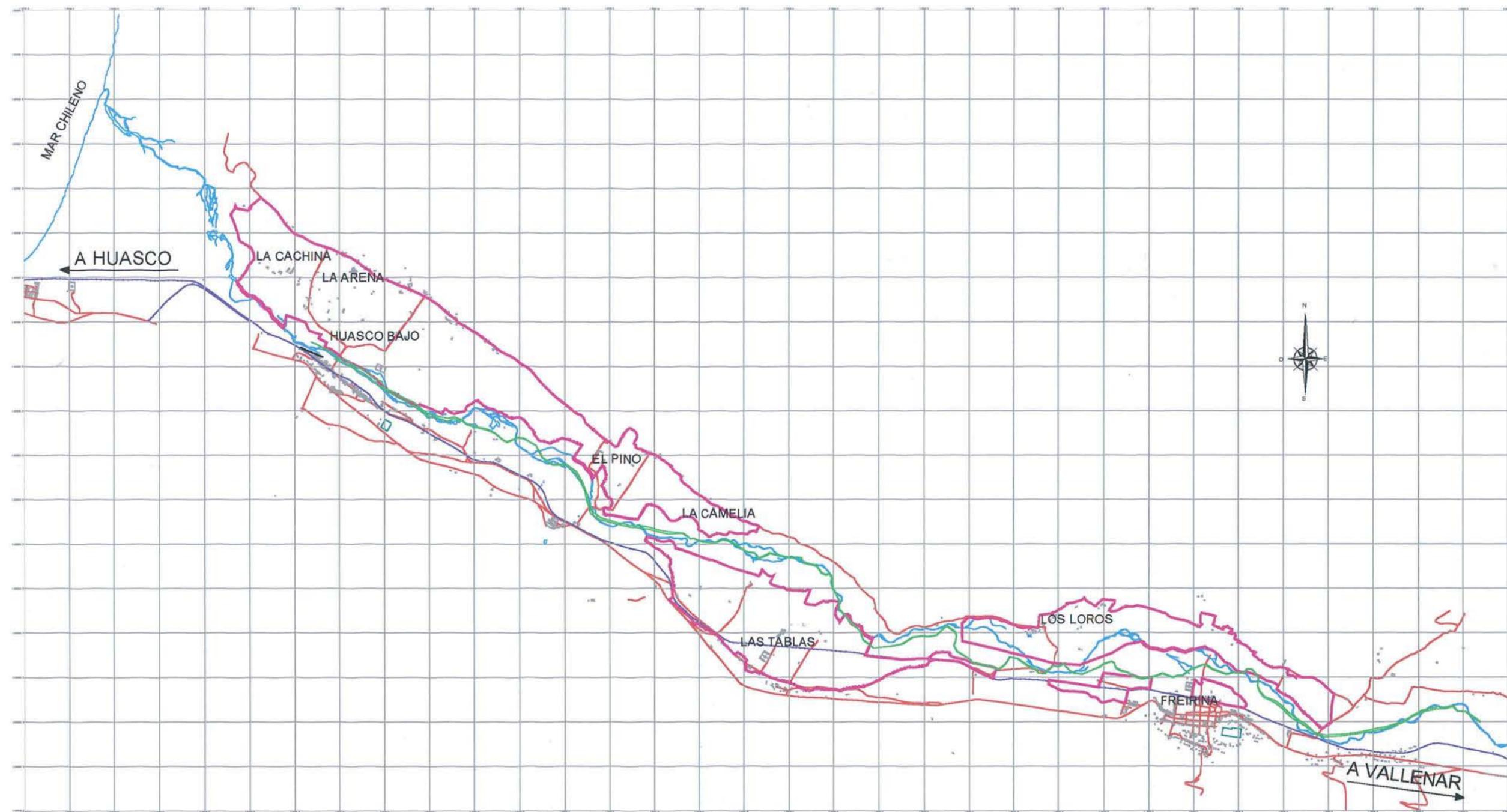
División Político Administrativa	Superficie (km ²)	Porcentaje Respecto al Total País (%)
País	2.006.626	100%
Región de Atacama	75.175,2	3,746%
Provincia de Huasco	7.083,7	0,353%
Comuna Huasco	1.601,4	0,079%
Distrito Huasco	480,0	0,023%
Comuna de Freirina	3.577,7	0,178%
Distrito Freirina	455,0	0,022%

Fuente: Chile. División Político Administrativa, 1998. INE y Atlas Geográfico de Chile para la Educación, 2° Edición, 1988.

Considerando que la Región de Atacama tiene una superficie de 75.175,2 km², lo que corresponde a un 3,74% de la superficie total del país, y que dentro de ésta las comunas de Huasco con 1.601,4 km² y Freirina con una superficie de 3.577,7 km² equivalen a un 2,13% y 4,75% de la superficie regional, respectivamente, es posible apreciar que el tamaño del área de estudio comprende una mínima porción de la III Región (0,01%)

En términos de información cuantitativa de superficie recopilada en el Instituto Nacional de Estadísticas, los distritos corresponden a la mínima entidad poblacional que abarca la zona de estudio. Estos corresponden a los distritos Huasco y Freirina, cada uno con una superficie de 480 km² y 455 km², lo que correspondería a un 29,97% y 12,71% de las comunas respectivas del mismo nombre. Sin embargo, a nivel regional estos distritos representan el 0,63% y 0,60% de toda la Región.

En la Figura N° 3.4 se presenta la zona de estudio con sus principales puntos de referencia como poblados, caminos, canales de riego y el río Huasco.



SIMBOLOGIA	
	AREA DE ESTUDIO
	RIO HUASCO
	CAMINOS

ESCALA 1 : 50.000

FIGURA N° 3.4
Area de Estudio

3.4 Hidrografía

La hoya hidrográfica del río Huasco tiene una superficie total de 9.850 km² y en ella se distinguen dos grandes subcuencas, correspondientes a los ríos El Tránsito y El Carmen. El río Huasco propiamente tal se forma justamente por la confluencia de estos ríos en la localidad denominada Alto del Carmen. Desde este lugar hasta el mar recibe el aporte de varias quebradas, entre las cuales se pueden mencionar la de Camarones, El Jilguero, El Membrillo, Maitencillo y otras; todas con régimen de escurrimiento pluvial intermitente.

Por su parte el río El Tránsito, ubicado en la parte alta de la cuenca, con una superficie total de 4.139 km², esta conformado por la confluencia principal de los ríos Conay y Chollay, y a lo largo de su Trazado recibe los aportes de una serie de quebradas de régimen intermitente, entre las cuales destacan: La Plata, Pinte, Chancoquín, las Pircas y del Tabaco. La agricultura en esta zona se desarrolla en terrazas y faldeos de cerros en aquellos sectores en que la topografía lo permite.

Por otro lado, la cuenca del río El Carmen, con una superficie total de 3.020 km², está orientada principalmente de sur a norte y en su recorrido recibe aportes de varios ríos, tales como: El Primero, El del Medio, Sancarrón, Potrerillos y otros.

El río Huasco desde Junta del Carmen hasta la Quebrada El Jilguero, ubicada a pocos kilómetros al oriente de Vallenar, es un valle muy estrecho con superficies de riego relativamente pequeñas ubicadas sobre terrazas o faldeos de cerros. Aguas abajo de la Quebrada, desde el sector inferior de El Jilguero hasta el mar, el río se ensancha y el valle se abre conformando las superficies agrícolas más importantes de la cuenca (cerca de 10.000 hectáreas bajo canal). Estas superficies agrícolas se ubican tanto en la caja del río, como en terrazas en distintos niveles.

El recurso hídrico proviene tanto de los deshielos que se producen en la alta cordillera, como de los aportes de la lagunas Grande y Chica, ubicadas en la cuenca del río El Tránsito. Eventualmente, en épocas de invierno y producto de las lluvias, el río Huasco recibe la esorrentía superficial desde múltiples quebradas.

Por otro lado, el área principal de riego se encuentra desde Vallenar hacia la costa. A partir del lugar denominado Santa Juana, empiezan a captar sus aguas los llamados siete grandes canales de la cuenca (Marañón, Compañía, Gallo y Ferrara, Buena Esperanza, Ventanas, Perales y Quebrada Honda), los cuales concentran el 66% de la totalidad de los derechos de la hoya del río Huasco. Aguas abajo de la Carretera Panamericana Norte, existe un área de riego que se abastece de los excedentes de las zonas de aguas arriba y de los afloramientos de las aguas subterráneas que se producen en todo su recorrido.

Como antecedentes generales adicionales, se puede mencionar que el valle del río Huasco, presenta una superficie total agrícola de unas 11.749 ha, según el estudio integral de CEDEC (1985) y un caudal medio anual de 5,6 m³/s (Huasco en Santa Juana). La precipitación media anual de Vallenar es de 28 mm.

3.4.1 Descripción General de los Recursos Hídricos

El río Huasco y sus afluentes están divididos, de acuerdo a los estatutos de la Junta de Vigilancia, en cuatro secciones, estas son:

- Sección I. Comprende todo el valle del río El Carmen desde las nacientes hasta la Confluencia con el río El Tránsito.
- Sección II. Abarca todo el valle del río El Tránsito, incluyendo sus tributarios, desde las lagunas del Huasco hasta la confluencia con el río El Carmen.
- Sección III. Corresponde al valle del río Huasco desde Alto del Carmen hasta el puente en Ruta 5 Norte.
- Sección IV. Se extiende desde el término de la tercera sección hasta la desembocadura del río al mar.

3.4.2 Aguas Subterráneas

De acuerdo al estudio de CEDEC (1985), el acuífero del valle del río Huasco se ha formado por la acumulación de material detrítico permeable de tipo grava, arena, bolones y arcilla, el cual descansa sobre la roca fundamental, conformada por material granítico. Para efectos hidrogeológicos, estas rocas se pueden considerar impermeables y constituyen las condiciones de borde acuífero.

Prácticamente a lo largo de toda su longitud, el río Huasco se comunica hidráulicamente con el acuífero, ya sea entregando o recibiendo agua del mismo. El funcionamiento hidráulico es tal, que los aportes de agua o recargas al sistema hidrogeológico se producen por infiltración directa desde el río, por efectos de la precipitación y/o por escurrimientos subterráneos originados en las quebradas afluentes. La descarga natural de agua se produce por distintas situaciones: en forma subterránea hacia el mar, en el proceso de evaporación o por afloramientos de vertientes.

Para efectos del análisis hidrogeológico (CEDEC, 1985), la cuenca fue dividida en dos grandes áreas. La primera (Área 1), comprende los valles tributarios El Carmen y El Tránsito, junto al río Huasco desde su nacimiento hasta la quebrada El Jilguero, inmediatamente aguas arriba de Vallenar (Huasco Alto. La segunda (Area 2), se inicia en el límite anterior y abarca el valle del río Huasco hasta su desembocadura en el mar (Huasco medio e inferior).

- *Potencia de los Acuíferos*

En los sedimentos recientes del fondo del valle del Huasco aguas abajo de Freirina (Huasco inferior) se produce un cambio con respecto a la continuidad de las unidades acuíferas de la parte

media y superior del valle. En este sector, se desarrollan acuíferos y acuífijos. Los primeros están conformados por sedimentos de granulometría gruesa y los segundos, por sedimentos finos (arcillas). En este sector se identificaron 5 unidades, cuyas características generales se establecen a continuación:

- Unidad 1: Está constituida por sedimentos finos, del tipo limo y arcilla, con proporciones subordinadas de granulometría mayor.
- Unidad 2: Corresponde al acuífero confinado por la Unidad 1. Está constituida por granulometría gruesa, predominando las fracciones del tamaño de ripios y grava.
- Unidad 3: Corresponde a un acuífijo muy arcilloso que contiene restos de materia orgánica, conchuela y restos calcáreos.
- Unidad 4: Constituye un acuífero confinado. Su granulometría es gruesa del tipo bolones de arena.
- Unidad 5: Es la unidad más profunda. Corresponde a un acuífijo.

El sector del Área 2 se caracteriza por la presencia de un acuífero freático, reconocido entre Vallenar y Chamonate, y cuya potencia varía entre 4 y 38 metros. Los mayores espesores se ubican al comienzo del sector, disminuyendo paulatinamente a medida que se avanza hacia la angostura de Chamonate. Se ha considerado la presencia de este acuífero hasta Freirina. A partir de Freirina nace un acuífero confinado, desarrollado a lo largo de dos niveles cuya potencia, sin incluir las capas confinantes, no sobrepasa los 20 metros.

- *Características Elásticas de los Acuíferos*

El Área 2 presenta el inconveniente de concentrar los antecedentes en dos sectores principales: Vallenar y Huasco.

La transmisibilidad en el sector de Vallenar muestra una variación acorde con la disminución del espesor saturado. En efecto, la cabecera del sector inmediatamente aguas abajo de la angostura de El Jilguero, acusa valores que fluctúan entre 1.500 y 3.000 m²/día, con un valor promedio de 2.200 m²/día.

Al avanzar hacia Chamonate, el valor desciende hasta alcanzar una transmisibilidad media de 1.200 m²/día. A partir de Chamonate, los antecedentes señalan una disminución de este valor hasta alcanzar 200 a 300 m²/día en la localidad de Tatara (valores posiblemente influenciados por las quebradas de Maitencillo y Tatara). A la altura de Freirina la transmisibilidad alcanza valores de 1.600 m²/día. En el último tramo, los valores de transmisibilidad no superan los 800 m²/día.

- *Movimiento del Flujo Propio de la Napa*

El Área 2 muestra la presencia de un escurrimiento más definido que el Área 1. Ella se inicia con la singularidad de El Jilguero en el que el caudal subterráneo es nulo. Aguas abajo de este punto, el valle se ensancha y la superficie evidencia la existencia de un sector netamente influente, es decir, el río acusaría pérdidas. Sin embargo dicho sector no alcanza más allá de 2 km, distancia a partir de la cual la superficie se transforma en efluente, manteniendo dicha característica hasta la desembocadura. En el Cuadro N° 3.2 se presenta el escurrimiento en secciones seleccionadas de los perfiles de suelo muestreados.

Cuadro N° 3.2
Caudales Subterráneos del Área 2

Sección	Transmisibilidad (m ² /día)	Pendiente	Q (L/s)
Vallendar	2.200	0,008	143,0
Puente Panamericana	1.200	0,01	28,0
Freirina	1.600	0,01	130,0
Huasco Bajo	600	0,005	52,0

Fuente: Estudio Integral, CEDEC 1985.

- *Variaciones del Nivel Estático de la Napa*

Con base en la información contenida en el estudio de Álamos y Peralta (1987) las variaciones de nivel estático de la napa subterránea se puede analizar por sectores de acuerdo a la ubicación de los pozos controlados. En el Cuadro N° 3.3 se presenta la información para los pozos ubicados en el Área 2.

Cuadro N° 3.3
Variaciones de la Profundidad del Nivel Estático

Pozo		Número Observaciones	Profundidad Nivel Estático (m)	
Identificación	Nombre		Máxima	Mínima
2820 7110 C-2	Huasco Alto	96	2,3	0,1
2820 7110 C-3	Huasco Alto	32	7,1	3,1
2820 7110 C-5	Canal Madariaga	69	3,7	2,5
2820 7110 D-6	Huasco Alto	152	12,6	0,9

Fuente: Manejo Integral de los Recursos Hídricos a Nivel de Cuencas. Cuencas del Río Huasco. CONIC-BF, 1997.

- *Usos del Agua Subterránea*

De acuerdo a los antecedentes contenidos en el estudio de Álamos y Peralta (1987) en lo que se refiere al catastro de pozos hasta el año 1987 y a la información actualizada que sobre el mismo tema proporcionó la Dirección de Aguas Regional, en el Cuadro N° 3.4, se presenta el número total de pozos en uso potencial y su caudal de prueba asociados a los distintos usos del agua subterránea, clasificados por sección del río.

Cuadro N° 3.4
Usos Potenciales del Agua Subterránea Según Pozos Existentes

Sector	Usos					
	Riego		Minero-Industrial		Agua Potable	
	Pozos	Caudal (L/s)	Pozos	Caudal (L/s)	Pozos	Caudal (L/s)
Tránsito – Carmen	6	275	0	0	9	259
Vallenar – Freirina	2	30	13	340	18	530
Freirina – Huasco	4	90	11	283	0	0
Total	12	395	24	623	27	789

Fuente: *Manejo Integral de los Recursos Hídricos a Nivel de Cuencas. Cuencas del Río Huasco. CONIC-BF, 1997*

Nota: Sección alta: Valle de los ríos Carmen y Tránsito.

Sección media: Valle del río Huasco, desde Alto del Carmen hasta Freirina.

Sección baja: Valle del río Huasco, desde Freirina al mar.

El caudal de prueba resulta mayor en el ámbito del uso potable y minero industrial del recurso; el uso en riego es de menor importancia frente a los restantes. Por otro lado, no se consideraron en este análisis los pozos sin información de los caudales de prueba y aquellos sobre los cuales no aparecía el constructor.

Como complemento de estos antecedentes, se ha obtenido información más reciente de la situación actual de los 77 pozos identificados en el estudio de Álamos y Peralta (1987), la cual se muestra en el siguiente Cuadro, de acuerdo a una clasificación por comuna.

Cuadro N° 3.5
Cantidad y Situación de Pozos Existentes Según Comuna

Comuna	N° Pozos	Situación
Alto del Carmen	7	En uso
	8	Sin uso
	5	Sin información
Sub - Total	20	
Vallenar	11	En uso
	11	Sin uso
	10	Sin información
Sub - Total	32	
Freirina	5	Sin información
Sub - Total	5	
Huasco	9	Sin uso
	11	Sin información
Sub - Total	20	
Total Pozos	77	

Fuente: Manejo Integral de los Recursos Hídricos a Nivel de Cuencas. Cuencas del Río Huasco. CONIC-BF, 1997

- *Demanda de Agua Subterránea*

Se ha definido como demanda de agua subterránea, el uso real esporádico o eventual del recurso, el cual se ha supuesto como el 50% del uso potencial entregado en la tabla anterior. A continuación en el Cuadro N° 3.6, se presenta la demanda de agua subterránea para cada sección del río Huasco, considerando los diferentes usos.

Cuadro N° 3.6
Demanda Potencial del Recurso Hídrico Subterráneo (L/s)

Sector	Demanda Potencial de Agua Subterránea (L/s)			
	Riego	Minero - Industrial	Potable	Total
Tránsito – Carmen	138	0	130	268
Vallenar – Freirina	15	170	265	450
Freirina – Huasco	45	142	0	187
Total	198	312	395	905

Fuente: Manejo Integral de los Recursos Hídricos a Nivel de Cuencas. Cuencas del Río Huasco. CONIC-BF, 1997

- *Uso Potable*

El sistema Huasco-Freirina tiene su fuente de abastecimiento en la napa subterránea del sistema hidrográfico de Quebrada Maitencillo – Quebrada la Higuera. Para captar el agua subterránea se utilizan tres piletas superficiales y un dren tipo peineta, los que se ubican en el sector Los Chorros, aproximadamente a 13 km al oeste de la ciudad de Vallenar.

- *Uso Minero*

El uso minero del recurso subterráneo se refleja en los derechos de agua otorgados a las empresas mineras, los cuales se especifican en el Cuadro N° 3.7. El caudal subterráneo total, otorgado para fines mineros, alcanza a 369 L/s.

Cuadro N° 3.7
Demandas Mineras del Recurso Hídrico Subterráneo (L/s)

Subcuenca	Nombre	Fuentes	Derechos (L/s)
0380	Cía. Azufrera Atacama	Subterránea	25,0
	Cía. Minera Codochedo S.A.	Qda La Coipa	15,0
0382	Cía. Minera del Pacífico S.A.	Río Huasco	140,0
	Cía. Minera regional de Vallenar	Subterránea	40,0
	Cía. Sud. Explot. de Minas S.A.	Vega	0,5
	C.A.P.	Subterránea	295,0
	Ignacio Berrío Blanco	Subterránea	4,0
	Cía. Minera Metalmine	Subterránea	5,0
0381	Cía. Minera Sancarrón	Río Sancarrón	130,0
Total			654,5

Fuente: Análisis uso actual y futuro. Recurso Hídrico. Ipla, 1995.

Nota Subcuenca 0380: Río Tránsito en Ang. Pinte.

Subcuenca 0381: Río Carmen en San Félix.

Subcuenca 0382: Río Huasco en Sta Juana.

3.4.3 Calidad de las Aguas

3.4.3.1 Calidad de Aguas Superficiales

De acuerdo a los antecedentes disponibles para la cuenca del Río Huasco, la Dirección General de Aguas posee estaciones de muestreo de calidad del agua superficial de carácter permanente, de carácter eventual, una de carácter ocasional y otra sin identificación. En el Cuadro N°3.8 se presenta el listado de estas estaciones pertenecientes a la DGA ubicadas en la cuarta sección, las cuales permiten caracterizar desde el punto de vista físico-químico la calidad de las aguas

superficiales para aquella área de cuenca. Se incluye además la duración de la estadística que contienen.

Cuadro N° 3.8 Estaciones de Muestreo de Calidad de las Aguas Superficiales (DGA)

Código	Nombre	Carácter	Periodos de Registro
03826800-7	Río Huasco en Huasco Bajo	Permanentes	02/86-02/92
03825801-k	Río Huasco en Puente Nicolasa	Eventuales	12/80-01/84
-	Río Huasco en Puente Panamericana	Sin Información	-

Fuente: Manejo Integral de los Recursos Hídricos a Nivel de Cuencas. Cuencas del Río Huasco. CONIC-BF, 1997

3.4.3.2 Muestreos de Calidad de Agua

Estudio SGS

La empresa **SGS** EcoCare, realizó un monitoreo en 21 sitios a lo largo de la cuenca de Río Huasco, divididas en cuatro etapas de muestreo entre Diciembre de 1994 y Abril de 1995.

El análisis de la información recopilada en la campaña de monitoreo indicó que a partir de Santa Juana y hasta su desembocadura, el uso de las aguas es más limitado, debido a los aumentos progresivos de la carga salina disuelta, hasta alcanzar valores CE en promedio cercanos a 3,0 dS/m. En este tramo, la concentración de sulfatos tiende a mantenerse por encima del máximo tolerable para riego, de 250 mg/L según la NCh 409 y 1333; por su parte, la de cloruros, a partir del Puente Nicolasa, excede largamente los máximos tolerables de 200 y 250 mg/L, definidos por las normas 409 y 1333 respectivamente.

El boro no está regulado por la NCh 409 pero si por la NCh 1333, para aguas de riego, con un límite máximo permisible de 0,75 mg/L. Se observa que, en todos los sitios, el máximo absoluto registrado excede claramente el umbral de tolerancia. Al analizar los promedios, es posible dividir la cuenca en dos tramos: el río El Carmen, con concentraciones bajo la norma, y los ríos El Tránsito y Huasco, con valores sobre la norma.

Aunque el número de observaciones es bajo, los pozos analizados indicaron que estas aguas contienen menos boro que las superficiales.

Para el caso de aniones menores, el fluoruro se presenta abundantemente en aguas que están enriquecidas por procesos de vulcanismo. De acuerdo a los resultados obtenidos, la concentración de este anión es relativamente baja y prácticamente constante desde el nacimiento de los ríos hasta su desembocadura. Estando regulada su concentración máxima en aguas para consumo humano (1,5 mg/L) y para riego (1,0 mg/L).

Aunque el registro analítico fue escaso, la concentración de nitratos en el agua estuvo por debajo del umbral máximo de la NCh 409, lo que debe interpretarse como un reflejo del escaso poblamiento de la cuenca, bajo nivel tecnológico de su agricultura y de las características de su ciclo hídrico y estilo de manejo del agua.

Sin embargo, en el río Huasco, bajo el puente de la ruta 5-N, se registró un máximo, ligeramente bajo el señalado en la norma, lo que se debe atribuir a la presencia de aguas servidas; no obstante el bajo número de observaciones hacia el tramo inferior del río, se pudo apreciar que la concentración de nitratos tiende a disminuir sustancialmente aguas abajo, indicando una buena capacidad de autopurificación del río.

Los contenidos de nitrógeno total, que involucra todas las formas de nitrógeno presentes en el agua (minerales y orgánicas) corroboraron el hecho mencionado en la determinación de los nitratos, es decir, que las aguas servidas son la principal fuente antrópica de enriquecimiento en nitrógeno de estas aguas. Estas aguas cloacales presentaron, generalmente, contenidos de nitrógeno total excesivos, con respecto a la norma para descargas de RILES en cauces naturales superficiales.

Esto también fue válido para el caso del fósforo total, donde la influencia de las aguas servidas fue aún más clara sobre el contenido basal del elemento en las aguas de la cuenca. Al igual que el nitrógeno, el contenido total de fósforo excede el umbral máximo definido por la norma para RILES descargados a cauces naturales superficiales.

Con respecto a los microelementos, el arsénico presentó concentraciones bajo el umbral permitido por la NCh 409 y 1333.

En el caso del manganeso, éste presentó contenidos excesivos, para aguas de consumo humano en el tramo del río Huasco, a partir de Vallenar, y para agua de riego, a partir de Maitencillo. Dado que sus concentraciones no son distintas de las encontradas en las aguas del río Huasco, fue evidente que las aguas servidas no son fuente aportadora de este metal.

El plomo tendió a exceder el umbral máximo para aguas de consumo humano en las aguas de pozo, especialmente en la de Huasco Bajo. Sin embargo, debe tenerse en consideración el hecho que el umbral máximo es bajo (0,05 mg/L), lo que hace que las determinaciones a ese orden de magnitud tengan una alta variabilidad inherente y pequeñas fluctuaciones analíticas se reflejen en grandes diferencias en el resultado final. Esta inexactitud sólo se supera con el análisis de un número alto de muestras.

Los antecedentes analíticos sobre arsénico, cobre, mercurio, selenio, níquel, litio, manganeso, molibdeno, cinc y otros, permitieron concluir que, para la cuenca del Huasco, las aguas servidas no aportan contenidos elementales adicionales a los escasos contenidos, reflejando así el nulo nivel de industrialización de la cuenca.

Estudio CONIC-BF

En el Estudio de Manejo Integral de Recursos Hídricos a nivel de Cuencas. Cuenca de Río Huasco, CONIC-BF (1997), se presentan datos obtenidos en 5 puntos estratégicos representativos de los cauces naturales más importantes que conforman la cuenca. Para nuestro estudio interesan los datos obtenidos en los puntos ubicados dentro de la cuarta sección, estos fueron:

- Río Huasco en Puente Nicolasa
- Río Huasco en Huasco Bajo

En los puntos seleccionados, se realizó el muestreo del agua considerando para el análisis de calidad, los parámetros químicos, físicos y bacteriológicos, definidos por la norma que rige la calidad de las aguas para uso potable NCh 409 y riego NCh 1333.

En el Cuadro N° 3.9, se presenta, por un lado, los resultados obtenidos para cada punto de muestreo considerado, y por otro, los valores permisibles definidos por la NCh 409 y 1333 para cada parámetro de calidad correspondiente.

3.4.3.3 Calidad de Aguas Subterráneas

En relación a la calidad de las aguas subterráneas, se consultaron los antecedentes disponibles en el estudio de CEDEC (1985) y, en el estudio realizado por Álamos y Peralta (1987). Adicionalmente, se consideró los resultados de muestreos realizados, en los años 1994 y 1996, por el Laboratorio Ambiental del Dpto. de Conservación y Protección de los Recursos Hídricos de la DGA. Estos datos se presentan en el Cuadro N° 3.10.

Cuadro N° 3.9
Calidad de las Aguas Superficiales

Parámetro	Unidad	Puntos de Muestreo		Valores Permisibles	
		Río Huasco en Puente Nicolasa	Río Huasco en Puente Huasco Bajo	NCh 409 Agua Potable	NCh 1333 Agua Riego
Color	(pt-co)	20	30,0	20	
Olor		inodoro	Inodoro	Inodora	
Sabor		insípido	Insípido	Insípida	
Turbiedad		2,5	8,0	5 (unid.)	
O ₂ disuelto	mg/L	s.a.	s.a.		
Alcalinidad total	mg CaCO ₃ /L	s.a.	s.a.		
pH		7,50	7,49	6,0 - 8,5	5,5 - 9,0
Conductividad	µmhos/cm	3.020	5.230		750
Temperatura	°C	s.a.	s.a.		
Amoniaco	mg/L	< 0,02	< 0,02	0,25	
Arsénico	mg/L	< 0,005	0,006	0,05	0,1
Cadmio	mg/L	< 0,01	< 0,01	0,01	0,01
Calcio	mg/L	242,5	365,0		
Cinc	mg/L	< 0,03	0,040	5,0	
Cianuro	mg/L	< 0,05	< 0,05	0,2	0,20
Cloruros	mg/L	484,0	925,0	250	200
Cobre	mg/L	< 0,03	0,030	1,0	0,20
Comp. fenólicos	mg/L	< 0,002	< 0,002	0,002	
Cromo hexaval.	mg/L	< 0,01	< 0,01	0,05	0,10
Detergentes	mg/L	0,03	0,07	0,5	
Dureza total	mg CaCO ₃ /L	906	1.400		
Flúor	mg/L	0,32	0,43	1,5	1,0
Hierro	mg/L	0,46	0,83	0,3	5,0
Magnesio	mg/L	73,0	119,0	125	
Manganeso	mg/L	0,04	1,20	0,1	0,2
Mercurio	mg/L	< 0,001	< 0,001	0,001	0,001
Nitratos	mg/L	0,72	1,45	10,1	
Nitritos	mg/L	< 0,02	< 0,02	1,0	
Plomo	mg/L	0,060	0,100	0,05	5,0
Sólidos disueltos	mg/L	21.000	3.520	1.000	500
Selenio	mg/L	< 0,001	< 0,001	0,01	0,02
Sulfatos	mg/L	844	1.597	250	250
Coliformes totales	(NMP/100ml)	2.400	33.000	exenta	
Coliformes fecales	(NMP/100ml)	110	2.000	exenta	1.000
Recuerdo de Heterótrofos	(UFC/ml)	32.000	47.000		

Fuente: Estudio de Manejo Integral de Recursos Hídricos a Nivel de Cuencas. Cuenca de Río Huasco. CONIC-BF (1997).
Fecha del muestreo: 16/12/96. (s.a.): Sin análisis.

Cuadro N° 3.10
Calidad de las Aguas Subterráneas

Parámetro	Unidad	Pozos				Valores Permisibles	
		1 27/09/96	2 27/09/96	3 11/02/94	4 11/02/94	NCh 409 Agua Potable	NCh 1333 Agua Riego
Color	(pt-co)	s.a	s.a	s.a	s.a	20	
Olor		s.a	s.a	s.a	s.a	Inodora	
Sabor		s.a	s.a	s.a	s.a	Insípida	
Turbiedad		s.a	s.a	s.a	s.a	5 (unidades)	
O ₂ disuelto	mg/L	5,5	5,2	s.a	s.a		
D.Q.O	mg/L	42,0	15,0	s.a	s.a		
Alcalinidad total	Mg CaCO ₃ /L	s.a	s.a	s.a	s.a		
PH		7,2	7,7	8,5	7,1	6,0 – 8,5	5,5 – 9,0
Conductividad	µmhos/cm	778,0	3.044	2.500	4.130		750
Temperatura	°C	20,0	21,0	s.a	s.a		
CO ₃	mg/L	s.a	s.a	0,0	0,0		
HCO ₃	mg/L	s.a	s.a	34,8	264,2		
Cloruro	mg/L	s.a	s.a	656,5	863,9	250	200
Fluoruro	mg/L	s.a	s.a	s.a	s.a	1,5	1,0
SO ₄	mg/L	s.a	s.a	69,6	787,7	250	250
Ca	mg/L	s.a	s.a	31,1	426,0		
Mg	mg/L	s.a	s.a	31,0	110,0	125	
K	mg/L	s.a	s.a	17,3	15,0		
Na	mg/L	s.a	s.a	360,0	317,4		
As	mg/L	s.a	s.a	< 0,005	< 0,005	0,05	0,10
B	mg/L	s.a	s.a	0,50	0,76		0,75
Cu	mg/L	s.a	s.a	< 0,01	< 0,01	1,0	0,2
Fe	mg/L	s.a	s.a	1,81	0,10	0,3	5,0
Al	mg/L	s.a	s.a	s.a	s.a		5,0
Mn	mg/L	s.a	s.a	s.a	s.a	0,1	0,2
Ag	mg/L	s.a	s.a	s.a	s.a		0,2
Amonio	mg/L	s.a	s.a	s.a	s.a	0,25	
N/NO ₃	mg/L	0,411	0,90	1,66	0,84	10,0	
N/NO ₂	mg/L	s.a	s.a	s.a	s.a	1,0	
P/PO ₄	mg/L	s.a	s.a	< 0,01	0,134		

Fuente: Laboratorio Ambiental, Dpto. de Conservación y Protección de Recursos Hídricos, D.G.A
(s.a.): Sin análisis

Nota: Pozos: 1 Pozo Agua Potable Vallenar
2 Pozo Huasco planta Olivarera
3 Pozo Planta Olivarera C-1
4 Pozo planta Olivarera D-13

3.4.3.4 Contaminación de Origen Bacteriológico

De acuerdo a lo señalado por la empresa SGS en 1995, el mayor problema antrópico de las aguas del río Huasco, es la contaminación microbiológica, situación que no afecta, por cierto, a las aguas subterráneas; esta contaminación de origen fecal sería de alto impacto en el río Huasco, a partir de Vallenar, aunque subsanable mediante el tratamiento de las aguas servidas.

Según los antecedentes recopilados por esta misma empresa, los centros urbanos que cuentan con alcantarillado y que descargan sus aguas servidas a los cursos naturales recursos de aguas son: Vallenar, Freirina y Huasco. Vallenar y Freirina son vertidas al río Huasco, en tanto que las de Huasco van al mar desde emisarios que terminan en el borde costero.

De acuerdo al año de realización de este estudio, sólo en Freirina se daba un tratamiento primario a las aguas servidas, a través de lagunas de estabilización, lo que permitía una baja carga de sólidos suspendidos.

Posteriormente, en el estudio: Manejo Integral de los Recursos Hídricos a nivel de Cuencas. Cuencas del Río Huasco (1997), basados en la información de demandas de agua potable presentada en el Cuadro N° 3.11 y un factor de recuperación de 0,8, se estimó un caudal de producción total de aguas servidas en las principales ciudades de la cuenca, las cuales se presentan en el Cuadro N° 3.12.

Cuadro N° 3.11
Demandas de Agua para Uso Potable por Localidad Urbana

Localidad	Demanda Bruta	
	Año 1995 (L/s)	Año 2015 (L/s)
Vallenar	164,3	215,4
Freirina	9,6	13,9
Huasco	20,9	29,9

Fuente: Análisis Uso Actual y Futuro. Recursos Hídricos. Ipla, 1995

Cuadro N° 3.12
Descargas de Aguas Servidas

Ciudad	Caudal Descargado (L/s)
Vallenar	132,0
Huasco	17,0
Freirina	8,0

Fuente: Manejo Integral de los Recursos Hídricos a Nivel de Cuencas. Cuencas del Río Huasco. CONIC-BF, 1997

Con el objeto de determinar el posible efecto de estas descargas en el río Huasco, se estimaron en forma gruesa los factores de dilución del río, considerando para ello los caudales mínimos mensuales registrados en las estaciones fluviométricas Huasco en Algodones y Huasco en puente Nicolasa. A falta de información fluviométrica en los puntos del río cercanos a la ciudades, los registros de caudales de la estación Huasco en Algodones se consideraron representativos del régimen fluviométrico del río Huasco a la altura de la ciudad de Vallenar, mientras que, la estación fluviométrica de Huasco en Puente Nicolasa se consideró representativa del régimen fluviométrico del río Huasco, a la altura de la localidad de Freirina. No se incluye la localidad de Huasco en este análisis ya que sus descargas de aguas servidas se realizan al mar.

En el Cuadro N° 3.13, se presentan los índices de dilución obtenidos para las ciudades de Vallenar y Freirina, considerando los años hidrológicos tipo 50% y 85% de probabilidad de excedencia.

Cuadro N° 3.13
Estimación del Coeficiente de Dilución en el Río Huasco

Año Tipo (%)	Huasco en Algodones (m ³ /s)	Huasco en Puente Nicolasa (m ³ /s)	Coeficiente de Dilución	
			Vallenar	Freirina
50	3,21 (marzo)	5,61 (marzo)	1/124	1/1700
85	0,98 (diciembre)	2,21 (enero)	1/7	1/277

Fuente: Manejo Integral de los Recursos Hídricos a Nivel de Cuencas. Cuencas del Río Huasco. CONIC-BF, 1997

De acuerdo a estas cifras, el orden de magnitud de los caudales descargados por ambas ciudades era menor que los caudales del río, principalmente en la ciudad de Freirina.

3.4.4 Infraestructura Hidráulica

La infraestructura hidráulica en la cuenca del río Huasco, se compone de los siguientes tipos de obras:

- Canales de riego
- Embalses en Lagunas Naturales peraltadas
- Embalse Santa Juana
- Pozos de captación de aguas subterráneas

A continuación se presentan los canales de riego y sus bocatomas presentes en el área de estudio.

3.4.4.1 Canales de Riego

En la cuenca del río Huasco, existen en la actualidad, aproximadamente un total de 370 canales distribuidos en las cuatro secciones del río.

La distribución del número de canales en la cuarta sección de la cuenca, las acciones o derechos y las superficies bajo riego se resumen en el Cuadro N° 3.14.

Cuadro N° 3.14
Antecedentes Generales Sobre los Canales
de la Cuenca para la Cuarta Sección del Río Huasco

Número de Canales		Número Acciones según Junta de Vigilancia	Referencial (ha)	Observaciones Respecto al Catastro
Catastro Físico	Registrado en Junta de Vigilancia			
23	23	1.619,00	2.700	4 destruidos 3 unificados

Fuente: Manejo Integral de los Recursos Hídricos a Nivel de Cuencas. Cuencas del Río Huasco. 1997

En el Cuadro N° 3.15, se muestra los canales existentes dentro de la cuarta sección, además se incluye el número de acciones, superficie y caudal máximo para cada uno de ellos publicadas en el estudio: “Análisis de la Oferta y Demanda de Recursos Hídricos en Cuencas Críticas Huasco y Elqui” ejecutado por BF ingenieros para la dirección General de Aguas en Junio de 1994.

Del mismo proyecto se extrajeron e incluyeron en el Anexo 3.1 las fichas técnicas de los canales de la cuarta sección ubicados dentro del área de proyecto, que contienen información sobre la capacidad del canal, sus acciones o derecho sobre el río, las características de las obras componentes, su sistema de operación normal y bajo condiciones de escasez de agua y antecedentes sobre las demandas de agua al canal (tipo de demanda, superficie regada normalmente, acciones y distribución aproximada de cultivos).

De los 23 canales existentes en la cuarta sección del Río Huasco, sólo 11 de ellos se encuentran dentro del área de estudio. Estos, de acuerdo a su ubicación en relación a la ribera del Río son:

- **Canales Ribera Norte:** Canal San Juan, Canal Lo Castillo, Canal Madariaga y Canal La Cachina.
- **Canales Ribera Sur:** Canal García Campusano, Canal Freirina Canal Mirador, Canal Bellavista, Canal Las Tablas, Canal El Pino, y Canal Del Bajo.

En el Anexo 3.2 se presenta el Catastro de Usuarios de los canales de riego.

De acuerdo a los antecedentes recopilados sobre la cuarta sección, los canales considerados de mayor importancia son: San José (300 L/s), Nicolasa (1.000 L/s), Tatara (200 L/s), Bellavista (1.500 L/s), Madariaga (300 L/s), y Cachina (200 L/s), de los cuales solamente los últimos tres se encuentran en el área de estudio.

Cuadro N° 3.15
Antecedentes Sobre la Totalidad de los Canales
de la Cuarta Sección del Río Huasco

Nombre del Canal	Acciones	Superficie (ha)	Acc/Sup (acc/ha)	Q máximo (l/s)
Pahona	10	24,1	0,41	134,7
Perales Viejos	s.i	4,2	s.i	77,5
Chacra Herreros	1	s.i	s.i	s.i
Victoria	89	152,6	0,58	39,3
Bodegas	1	4,6	0,22	22,7
San José	266	450,5	0,59	310,1
Nicolasa	284	591,7	0,48	1.083,6
Peñón	52	4	13,00	s.i
Tatara	125	110,4	1,13	207,0
Cachipampa	52	s.i	s.i	s.i
Bodeguillas	36	37,8	0,95	351,1
San Juan o Castañón	12	179,7	0,07	104,6
Freirina	4	8	0,5	79,2
García y Campusano	57	150,8	0,38	275,7
Fábrica	4	s.i	s.i	s.i
Lo Castillo	23	41,2	0,156	218,4
Mirador	41	124,9	0,33	231,2
Bellavista	158	225,7	0,70	1.729,7
Tablas	72	101,5	0,71	267,5
Madariaga	128	192,5	0,66	339,0
El Pino	14	49	0,29	186,6
Cachina	125	213,9	0,58	268,5
Olivar o del Bajo	63	s.i	s.i	124,9
Total	1.617	2.667,1	-	6.051,3

Fuente: Análisis de la Oferta y Demanda de Recursos Hídricos en Cuencas Críticas Huasco y Elqui. CONIC-BF, 1994.
s.i: Sin información

3.4.4.2 Bocatomas

Existe solamente una bocatoma de carácter permanente en todo el río, que es la correspondiente a los canales unificados de la parte baja del río El Carmen realizada por la Dirección de Obras Hidráulicas del M.O.P. Dicha obra consta de una barrera fija de hormigón de cierre total, provista de compuerta desripiadora, compuerta de admisión al canal y compuerta de descarga al río. El resto de las bocatomas son provisorias, las que dependiendo del canal a captar, se materializan mediante patas de cabra colocadas en el cauce.

En cuanto a las obras anexas a las bocatomas, en el Cuadro N° 3.16 aparece un detalle de este tipo de obras y su estado, para dos de los canales principales de la cuarta sección, los que en conjunto con los siete grandes canales de la tercera sección poseen en cerca del 70% del total de las acciones sobre el río Huasco.

Cuadro N° 3.16
Canales Principales de la Cuarta Sección del Río Huasco

Nombre Canal	Sección del Río	Acciones	Sección de Aforo		Compuerta Admisión		Compuerta Descarga	
			Existencia	Ancho (m)	Existencia	Estado	Existencia	Estado
Mirador	4 ^a	41	No	-	No	-	Sí	Regular
Bellavista	4 ^a	158	No	-	Sí	Buena	Sí	Buena

Fuente: Análisis de la Oferta y la Demanda de los Recursos Hídricos en Cuencas Críticas. Huasco. CONIC-BF, 1994.

El agua disponible para la cuarta sección corresponde a recuperaciones que se producen aguas arriba, además de afloramientos de agua subterránea que ocurren aguas abajo del puente de la carretera Panamericana, cuyo caudal se estima en 0,2 m³/s.

Los canales más importantes de la cuarta sección se encuentran ubicados entre el puente de la carretera Panamericana y el puente Nicolasa o Atacama, 25 km al poniente del anterior

La velocidad de escurrimiento de los canales de la cuarta sección está comprendida entre 0,2 y 0,8 m/s, su capacidad varía de 0,05 m³/s a 0,5 m³/s y los anchos medios de la sección de escurrimiento varían entre 0,5 m y 2 m.

3.5 Geomorfología y Estudio de Suelos

3.5.1 Geomorfología

Chile, desde el punto de vista geomorfológico, se divide en cinco grandes conjuntos regionales.

La primera agrupación regional comprende las regiones de Tarapacá, Antofagasta y Atacama, de acuerdo a la nomenclatura administrativa actual, se identifica como: "Región Septentrional de las Pampas Desérticas y Cordilleranas Prealtiplánicas. Comprende una superficie de 291.100 km², dentro de la cual se inserta una serie muy variada de zonas morfoclimáticas.

Las unidades microregionales del valle del río Huasco son: La Planicie Litoral, Los Llanos de Sedimentación Fluvial y/o Aluvional y La Pampa Transicional.

- *La Planicie Litoral*

Considerando las características de costa de solevantamiento que tiene este litoral, las planicies son de breve desarrollo, muy estrechas e interrumpidas por estribaciones desprendidas de la pampa alta y de la cordillera de la Costa. Estas estribaciones, en forma de cuchillas vertebradas, descienden hasta el borde mismo de las playas locales, generando la fuente de origen para una

activa erosión marina. Las playas que se intercalan entre estas estribaciones de relieve tienen forma de arco y, en general, corresponden al estrán arenoso, recubriendo levemente un estrán rocoso que queda al descubierto en los periodos de marea baja.

Las plataformas de abrasión marina se limitan a extensiones a lo ancho de 4 a 8 km solamente con ocasión de la desembocadura al mar de una quebrada importante, al producirse coalescencia entre superficies de abrasión marina y materiales de arrastre continental, se amplían y ensanchan, dando lugar a extensiones de 25 km., como es el caso de la desembocadura del río Huasco.

- *Los Llanos de Sedimentación Fluvial y/o Aluvional*

Esta zona geomorfológica corresponde al efecto de llanura de acumulación detrítica producida por la coalescencia de materiales continentales con depositaciones marinas. El río Huasco en una extensión de 30 km, genera una zona de acumulación fluvial, la cual ha estado sometida a efectos de una tectónica litoral muy enérgica. Terrazas escalonadas y amplias planicies de abrasión marina amenizan esta gran acumulación del antepaís costero.

- *Pampa Transicional*

Corresponde a una subdivisión de la zona geomorfológica denominada La Gran Pampa Central Desértica.

Se desarrolla entre el río Copiapó por el norte y el río Elqui por el sur. Cubriendo una extensión N - S estimada de 300 km. y un ancho medio de unos 55 km. Es una zona donde los efectos erosivos del paisaje se manifiestan con mayor vigor y donde las pampas y llanos áridos se estrechan en medio de una red anárquica de lomas, sierras y cerros aislados.

Debido a los agentes erosivos que han trabajado su superficie, la Pampa Transicional se presenta cruzada por lomas y sierras, lo cual determina que sus depresiones internas adopten forma de embudo o “cul de sac”, estrechándose en un extremo y ensanchándose en el opuesto. A través de estas depresiones se establecen las comunicaciones terrestres, constituyendo las “cuestas” el vínculo de unión entre depresiones vecinas.

3.5.2 Estudio de Suelos

3.5.2.1 Metodología de Trabajo

El estudio de suelos de la presente Consultoría consiste básicamente en una recopilación y análisis de la información existente para el área en estudio.

Además se realizaron calicatas en las fases de suelos dominantes con problemas de drenaje restringido.

La información básica del estudio de suelos corresponde al Estudio Agrológico del Valle del Río Huasco (SERPLAC III Región – CICA/Hidroconsult, 1980) y la Tesis de Grado en publicación “Prospección Nutricional de Olivos cv Sevillano en el Valle del Huasco” (Alemany , R).

La cartografía utilizada fue la siguiente:

- Levantamiento Aerofotogramétrico Río Huasco y sus afluentes. Instituto Geográfico Militar 1977, escala 1: 5.000.
- Planos de Suelos. Estudio Agrológico del Valle del Río Huasco. SERPLAC III Región– CICA/Hidroconsult, 1980, escala 1: 10.000.
- Catastro de Regantes Hoya Río Huasco. Ministerio de Obras Públicas, Dirección General de Aguas, 1983. Planos Red Hidrológica y Propiedades, escala 1: 5.000.

El área en estudio se delimitó básicamente sobre los límites prediales, identificados por los Roles del Servicio de Impuestos Internos, que se ubican en los suelos con drenaje restringido (Clases de Drenaje 1 a 4).

El estudio de suelos abarcó toda la superficie del área, incluidos suelos que revelaron no presentar drenaje restringido.

La cartografía básica fue digitalizada y posteriormente procesada para obtener los siguientes mapas:

- | | | |
|---|---|---------|
| • | Mapa Base | N° A-01 |
| • | Mapa de Series y Fases de Suelo | N° A-03 |
| • | Mapa interpretativo de Clases de Capacidad de Uso | N° A-04 |
| • | Mapa interpretativo de Clases de Drenaje | N° A-05 |
| • | Mapa interpretativo de Grupos de Manejo | N° A-06 |

Para identificar las fases de suelos se utilizó la leyenda propuesta en el Estudio Agrológico del Valle del Río Huasco (SERPLAC III Región – CICA/Hidroconsult, 1980).

La simbología y leyenda utilizada en el estudio de suelos de la presente Consultoría se presenta en el Anexo 3.3.

Las clases interpretativas de los suelos fueron recopiladas del estudio de SERPLAC - CICA/Hidroconsult (1980), y aquellas clases no indicadas por este estudio fueron asignadas de acuerdo a las observaciones de terreno. Las clases interpretativas asignadas en el presente estudio de suelos son los Grupos de Manejo y la Situación de Erosión actual o Potencial, además se asignaron todas las clases interpretativas, exceptuando las clases de capacidad de uso, de los tipos misceláneos de terrenos, no descritos en el estudio de SERPLAC – CICA/Hidroconsult (1980).

La descripción de las Series y Fases de suelos y sus respectivas propiedades físicas, químicas y físico-químicas se presenta en el Anexo 3.4.

Para la confección de los Mapas Interpretativos de Suelos se utilizaron achurados y colores distintos para una clara visualización tanto en impresiones monocromáticas como policromáticas.

3.5.2.2 Agrupaciones de Suelos

En el valle del río Huasco se caracterizan doce series modales, el área que abarca este estudio sólo incluye cuatro de ellas, Bellavista, Freirina, Paona y Tatará. Éstas, según la posición fisiográfica que ocupan y otras características anexas, dan origen a las siguientes agrupaciones de suelo.

- *Suelos aluviales recientes en terrazas de posición baja*

Corresponden a suelos que se encuentran en los márgenes de los ríos, no presentan desarrollo del perfil, son estratificados; de texturas medias a gruesas y puede observarse diversos grados de pedregosidad en la superficie y el perfil. Presentan topografía plana.

Pertencen a este grupo los suelos de las series Paona, Bellavista y Huasco. Los de las series Paona y Bellavista presentan problemas de drenaje y salinidad y se ubican en la parte baja del valle.

- *Suelos de terrazas de posición alta*

Son suelos de poca evolución, ocupan una posición intermedia, son de texturas gruesas y descansan sobre un substratum abierto formado por ripio con matriz arenosa, de buena permeabilidad y drenaje, de topografía plana, son suelos pertenecientes a la serie Tatará.

- *Suelos de Piedmont*

En la parte baja del valle está la serie Freirina que se presenta desde la localidad del mismo nombre hasta la costa. Es un suelo pedregoso, de texturas gruesas y descansa sobre un substratum aluviocoluvial.

3.5.2.3 Superficie de las Series y Fases de Suelo

a. Series de Suelo

Una vez identificadas las Series de suelos, se determinó la superficie de éstas en el área de estudio. Las Series, que fueron descritas en el punto 3.3.4, presentan las superficies y porcentajes que ocupan dentro del área en estudio indicadas en el Cuadro N° 3.17.

Según el Cuadro N° 3.17, la Serie Paona representa el 50,1% de la superficie total de suelos del área de proyecto con 449,61 ha. Luego está el Misceláneo Aluvial con 180,11 ha y finalmente la Serie Bellavista con 168,56 ha, lo que equivale al 20,1% y al 18,8% del total de la superficie, respectivamente.

Las series de suelos propiamente tales ocupan una superficie de 636,13 ha, representando el 70,9% de los suelos presentes en el área, mientras que las 261,67 ha restantes están siendo ocupadas por Misceláneos de suelos.

Cuadro N° 3. 17
Superficies por Serie de Suelo

Serie	Símbolo Cartográfico	Superficie (ha)	% Serie
Bellavista	BVT	168,56	18,8%
Freirina	FRN	8,18	0,9%
Paona	PNA	449,61	50,1%
Tatara	TTR	9,78	1,1%
Misceláneo Aluvial	MAL	180,11	20,1%
Misceláneo Escarpe	MEP	13,24	1,5%
Misceláneo Pantano	MPT	56,16	6,3%
Cerros	CO	12,16	1,4%
Superficie Total (ha)		897,81	100,0%

Fuente : *Elaboración propia, a partir de datos de SERPLAC – CICA/Hidroconsult, 1980.*

b. *Fases o Variaciones de Suelo*

Cada Serie reconocida en el área de estudio, presenta diferentes Fases o Variaciones, ya descritas anteriormente, cuya superficie se presenta en el Cuadro N° 3.18. En el mapa N° A-03 se presenta la distribución de los suelos por Serie y Fase.

En la Serie Paona, se identificaron 8 Unidades Cartográficas presentes en el área de estudio. La Fase dominante en esta Serie, corresponde a la unidad cartográfica PNA – D2_{w3}, con 175,18 ha y luego le sigue en importancia la unidad cartográfica PNA – D3_{w3}, con 75,17 ha. Ambas Fases representan el 55,7% del total de la superficie de esta Serie.

La Serie Bellavista está conformada por 3 Unidades Cartográficas, entre las cuales destaca la Fase BVT –D2_{w3}, que ocupa una superficie de 134,7 ha.

Cuadro N° 3.18
Superficies de las Unidades Cartográficas por Serie de Suelo

Serie	Variación	Superficie (ha)	Total Serie (ha)
Bellavista	BVT-D2 W3	134,70	168,56
	BVT-D3 W3	6,46	
	BVT-Var. D2 W3	27,41	
Freirina	FRN-E4/DK P2	0,80	8,18
	FRN-E4/CK P2	1,01	
	FRN-E4/AK P1	1,89	
	FRN-E4/B1K P1	1,86	
	FRN-E4/B2K P2	2,62	
Paona	PNA-D2 W3	175,18	449,61
	PNA-D2 W4	44,97	
	PNA-D3 W2	61,04	
	PNA-D3 W3	75,17	
	PNA-E3 W3 P1	5,99	
	PNA-E3 W4	5,03	
	PNA-F4 W2	14,57	
	PNA-Var. D3 W1S	67,66	
Tatara	TTR-E3	6,03	9,78
	TTR-E4/AK P2	1,62	
	TTR-E4/B2K P2	0,07	
	TTR-E4	2,06	
Misceláneo Aluvial	MAL	180,11	180,11
Misceláneo Escarpe	MEP	12,78	13,24
	MEP. 1	0,46	
Misceláneo Pantano	MPT	50,80	56,16
	MPT. 1	5,37	
Cerros	CO	12,16	12,16
Superficie Total (ha)		897,81	897,81

Fuente : Elaboración propia, a partir de datos de SERPLAC – CICA/Hidroconsult, 1980.

3.5.2.4 Clasificaciones Interpretativas de los Suelos y Superficie de las Fases

Las Clasificaciones Interpretativas de los suelos, permiten definir las cualidades y limitaciones que presentan los suelos de una Fase dentro de una determinada Serie. De este modo y conociendo las Series de suelo, se procedió a la determinación de la superficie de cada Fase identificada en el área de estudio, para posteriormente agrupar estas superficies de acuerdo a las Clases Interpretativas que se caracterizan en el presente capítulo. En el Cuadro N° 3.19 se presenta un resumen de las Series de Suelo y Fases con sus respectivas Clases Interpretativas.

Cuadro N° 3. 19
Resumen de las Clases Interpretativas de las Series y Fases de Suelos

Serie	Variación	Capacidad de Uso	Categoría de Drenaje	Categoría de Riego	Aptitud Frutal	Situación de Erosión	Aptitud Agríc. o Forestal	Grupo de Manejo
Bellavista	BVT-D2 W3	IIIW	3	3w	D	0	5	C
	BVT-D3 W3	IIIW	3	3w	D	0	5	C
	BVT-Var. D2 W3	IIIW	3	3w	D	0	5	C
Freirina	FRN-E4/DK P2	IVS	6	4t	D	0	5	D
	FRN-E4/CK P2	IVS	6	4t	D	0	5	D
	FRN-E4/AK P1	IVS	6	4s	D	0	5	D
	FRN-E4/B1K P1	IVS	6	4s	D	0	5	D
	FRN-E4/B2K P2	IVS	6	4s	D	0	5	D
Paona	PNA-D2 W3	IIIW	3	3w	D	0	5	C
	PNA-D2 W4	IIS	4	2s	C	0	5	A
	PNA-D3 W2	IIIW	2	3w	D	0	5	C
	PNA-D3 W3	IIIW	3	3w	D	0	5	C
	PNA-E3 W3 P1	IIIW	3	3w	D	0	5	C
	PNA-E3 W4	IIIS	4	3s	C	0	5	B
	PNA-F4 W2	IIIW	2	3w	D	0	5	C
	PNA-Var. D3 W1S	VIS	1	5	E	0	6	E
Tatara	TTR-E3	IIS	5	2s	B	0	3	A
	TTR-E4/AK P2	IVS	6	4s	E	0	4	D
	TTR-E4/B2K P2	VIS	6	4s	E	0	6	E
	TTR-E4	IIIS	6	3s	C	0	3	B
Misceláneo Aluvial	MAL	VII	3	6	E	0	7	F
Misceláneo Escarpe	MEP	VII	6	6	E	2	7	F
	MEP. 1	VIII	6	6	E	2	7	G
Misceláneo Pantano	MPT	VII	1	6	E	0	7	F
	MPT. 1	VIII	1	6	E	0	7	G
Cerros	CO	VII	6	6	E	0	7	F

Fuente : Elaboración propia, a partir de datos de SERPLAC – CICA/Hidroconsult, 1980.

a. *Capacidad de Uso*

La agrupación de los suelos en Clases de Capacidad de Uso, es una ordenación de los suelos existentes para señalar su relativa adaptabilidad a ciertos cultivos. Indica las dificultades y riesgos que se pueden presentar al cultivarlos, señalando las limitaciones naturales de los suelos.

Clases de Capacidad de Uso

Las clases convencionales para definir la Capacidad de Uso de los Suelos son ocho. Se designan con los números romanos del I al VIII, ordenados según sus crecientes limitaciones y riesgos en el uso. Los suelos de la Clase I a la IV son arables, en tanto que los suelos de las Clases VI a VIII no son arables. La Clase de Capacidad de Uso V, es una clase especial, considerada de transición entre los suelos arables y no arables, que no se encuentra presente en el área de estudio.

La descripción de las características de cada Clase de Capacidad de Uso, se presentan en el Anexo 3.3.

En el Cuadro N° 3.20, se consignan las superficies por Clases y Subclases de Capacidad de Uso por Serie de Suelos. En el mapa N° A-4 se presenta la distribución de los suelos por Clase de Capacidad de Uso.

Cuadro N° 3. 20
Superficie por Clase y Subclase de Capacidad de Uso por Serie de Suelo

Serie	Capacidad de Uso	Superficie por Clase y Subclase (ha)	Superficie por Clases (ha)
Bellavista	IIIw	168,56	168,56
	Total	168,56	168,56
Freirina	IVs	8,18	8,18
	Total	8,18	8,18
Paona	IIs	44,97	336,98
	IIIs	5,03	
	IIIw	331,96	
	VI s	67,66	67,66
	Total	449,61	449,61
Tatara	II s	6,03	6,03
	III s	2,06	2,06
	IV s	1,62	1,62
	VI s	0,07	0,07
	Total	9,78	9,78
Misceláneo Aluvial	VII	180,11	180,11
	Total	180,11	180,11
Misceláneo Escarpe	VII	12,78	12,78
	VIII	0,46	0,46
	Total	13,24	13,24
Misceláneo Pantano	VII	50,80	50,80
	VIII	5,37	5,37
	Total	56,16	56,16
Cerros	VII	12,16	12,16
	Total	12,16	12,16
Superficie Total (ha)		897,81	897,81

Fuente : Elaboración propia, a partir de datos de SERPLAC – CICA/Hidroconsult, 1980.

Sub-Clases de Capacidad de Uso

Están constituidas por un grupo de suelos, dentro de una Clase que posee el mismo tipo de limitación. Las limitaciones que se reconocen a este nivel son:

- s : Suelo
- w : Humedad, drenaje o inundación

e : Riesgos o efectos de erosión
cl : Clima

En el Cuadro N° 3.21 se presenta un resumen de las Clases y Subclases de Capacidad de Uso de los suelos.

Cuadro N° 3.21
Resumen de las Clases y Subclases de Capacidad de Uso de los Suelos

Clase y Subclase	Superficie por Clase y Subclase (ha)	Superficie por Clases (ha)
IIs	51,00	51,00
IIIs	7,09	507,61
IIIw	500,52	
IVs	9,80	9,80
VIIs	67,72	67,72
VII	255,85	255,85
VIII	5,83	5,83
Total (ha)	897,81	897,81
Superficie Arable (ha)		568,41
Superficie No Arable (ha)		329,39

Fuente : Elaboración propia, a partir de datos de SERPLAC – CICA/Hidroconsult, 1980.

En el área de estudio, que abarca una superficie de 897,81 ha, los suelos arables ocupan el 63,3%, donde los suelos de clase de capacidad de uso III son los dominantes (507,61 ha), por otro lado los suelos no arables representan el 36,7%, siendo la principal clase de capacidad de uso la VII con 255,85 ha.

Los suelos de la Clase II están presentes en las Series Freirina y Tatara, la limitación que poseen estos suelos está dada por problemas pedregosidad que poseen. Representan el 5,7% de los suelos presentes en el área en estudio.

La Clase III de Capacidad de Uso de Suelos está presente en las Series Bellavista, Paona y Tatara. La Serie Paona representa el 66,4% de los suelos de esta Clase con 336,98 ha, siguiendo la Serie Bellavista con el 33,2% (168,56). El 98,6% (500,52 ha) de los suelos de esta Clase presenta como principal limitación el drenaje restringido. Esta Clase representa el 56,5% de la superficie total de los suelos, siendo por lo tanto la Clase más representativa de los suelos en estudio.

La Clase IV de Capacidad de Uso de Suelos está presente en las Series Freirina y Tatara, la limitación que poseen estos suelos está dada por problemas pedregosidad que poseen. Representan el 1,1% de los suelos presentes en el área en estudio.

La Clase VI de Capacidad de Uso de Suelos está presente en las Series Paona y Tatara, ocupando la primera de ellas el 99,9% de los suelos ocupados por esta Clase. La limitación que poseen estos suelos está dada por problemas salinidad, en la serie Paona, y pedregosidad en la Serie Tatara. Representan el 7,5% de los suelos presentes en el área en estudio.

La Clase VII abarca el 28,5% del área total en estudio, siendo la segunda en importancia. Esta representada por los Misceláneos de suelos, siendo el Misceláneo Aluvial y el M. Pantano los de mayor importancia respecto a la superficie que ocupan.

Los suelos Clase VIII, corresponden a terrenos que no presentan ninguna potencialidad agrícola y en el área de estudio están representados por los Misceláneos Pantano y M. Escarpe. El primero de ellos se ubica en la zona actual de preservación, y el segundo en los cambios de terraza, con una gran pendiente.

b. Aptitud Frutal

La Clase de Aptitud Frutal de los suelos representa un ordenamiento de éstos para señalar su adaptación a la implantación de especies frutales, para una zona climática determinada. Para la adecuada elaboración de estas Clases, se ha tomado en cuenta todos aquellos factores que tienen relación con el desarrollo radicular de las diferentes especies.

Las Clases de Aptitud Frutal, son cinco, y se designan con las letras de la A a la E (la caracterización de cada Clase de Aptitud Frutal, se presenta en el Anexo 3.3):

- A : Sin limitaciones
- B : Ligeras limitaciones
- C : Moderadas limitaciones
- D : Severas limitaciones
- E : Sin aptitud

En el Cuadro N° 3.22, se presentan las Clases de Aptitud Frutal por Serie de suelos.

Cuadro N° 3. 22
Aptitud Frutal por Serie de Suelos

Serie	B Ligeras Limit.	C Moderadas Lim.	D Severas Limit.	E Sin Aptitud	Total (ha)
Bellavista	0,00	0,00	168,56	0,00	168,56
Freirina	0,00	0,00	8,18	0,00	8,18
Paona	0,00	50,00	331,96	67,66	449,61
Tatara	6,03	2,06	0,00	1,69	9,78
Misceláneo Aluvial	0,00	0,00	0,00	180,11	180,11
Misceláneo Escarpe	0,00	0,00	0,00	13,24	13,24
Misceláneo Pantano	0,00	0,00	0,00	56,16	56,16
Cerros	0,00	0,00	0,00	12,16	12,16
Superficie Total (ha)	6,03	52,06	508,70	331,01	897,81

Fuente : Elaboración propia, a partir de datos de SERPLAC – CICA/Hidroconsult, 1980.

La Clase B de Aptitud Frutal es la de mejor aptitud de suelo para frutales presente en el área, pero representa un bajo porcentaje de la superficie en estudio (0,7%).

La Clase de Aptitud Frutal C representa un 5,8% de la superficie con 52,06 ha.

La Clase de Aptitud Frutal D, está representada por los suelos de las Series Bellavista, Freirina y Paona, siendo la principal limitación para los frutales el drenaje restringido que poseen. Esta Clase es la de mayor importancia en el área representando el 56,7% (508,70 ha).

Los suelos con Clase E, sin aptitud frutal, alcanzan a las 331,01 ha, lo que representa el 36,9% de la superficie total en estudio, siendo el Misceláneo Aluvial el que ocupa una mayor superficie.

c. *Categorías de Riego*

Una Categoría de Suelos para Regadío consiste en una agrupación de suelos con estos fines que se asemejan con respecto al grado de sus limitaciones y riesgos en su uso.

No puede establecerse una delimitación muy exacta entre las Categorías de Suelos para Regadío, sin embargo, hay ciertas características inherentes a cada una de ellas.

Se definen seis Categorías de Riego que se caracterizan el Anexo 3.3:

- 1 : Muy bien adaptada
- 2 : Moderadamente bien adaptada
- 3 : Pobrementemente adaptada
- 4 : Muy pobrementemente adaptada
- 5 : Sólo en condiciones especiales
- 6 : No apta

Esta clasificación esta hecha para métodos tradicionales de riego, sin que esto signifique que suelos clasificados en categoría 6 no puedan ser regados por métodos tecnificados.

En el Cuadro N° 3.23, se presentan las Categorías de Riego para las Series de Suelos presentes en el área de estudio.

Cuadro N° 3. 23
Categorías de Riego por Serie de Suelos

Serie	2 Moderadamente Bien Adaptada	3 Pobrementemente Adaptada	4 Muy Pobrementemente Adaptada	5 Condiciones Especiales	6 No Apta	Total (ha)
Bellavista		168,56				168,56
Freirina			8,18			8,18
Paona	44,97	336,98		67,66		449,61
Tatara	6,03	2,06	1,69			9,78
Misceláneo Aluvial					180,11	180,11
Misceláneo Escarpe					13,24	13,24
Misceláneo Pantano					56,16	56,16
Cerros					12,16	12,16
Superficie Total (ha)	51,00	507,61	9,87	67,66	261,67	897,81

Fuente : Elaboración propia, a partir de datos de SERPLAC – CICA/Hidroconsult, 1980.

Un 56,5% de los suelos esta pobrementemente adaptado para el riego (Clase 3), siendo la principal limitación el drenaje restringido.

d. Clases de Drenaje

Según definición del Handbook N°18 del U.S.D.A. el drenaje interno del suelo es la cualidad determinada por el movimiento del agua hacia abajo y a través de él. El drenaje está influenciado por la textura, estructura, otras características del perfil y la naturaleza de las capas subyacentes (substratum) y la altura del nivel freático.

Se definen seis Clases de Drenaje las que se caracterizan en el Anexo 3.3:

- 1 : Muy pobremente drenado o de drenaje muy pobre
- 2 : Pobremente drenado o drenaje pobre
- 3 : Imperfecto
- 4 : Moderadamente bueno o moderadamente bien drenado
- 5 : Bueno
- 6 : Drenaje excesivo o muy rápido

En el Cuadro N° 3.24, se presentan las Clases de Drenaje por Serie de Suelos para el área de estudio. En el mapa N° A-05 se presenta la distribución de los suelos por Clase de Drenaje.

Cuadro N° 3. 24
Clases de Drenaje por Serie de Suelos

Serie	1 Muy Pobre	2 Pobre	3 Imperfecto	4 Moderado	5 Bueno	6 Excesivo	Total (ha)
Bellavista			168,56				168,56
Freirina						8,18	8,18
Paona	67,66	75,62	256,34	50,00			449,61
Tatara					6,03	3,75	9,78
Misceláneo Aluvial			180,11				180,11
Misceláneo Escarpe						13,24	13,24
Misceláneo Pantano	56,16						56,16
Cerros						12,16	12,16
Superficie Total (ha)	123,82	75,62	605,01	50,00	6,03	37,33	897,81
Porcentaje	13,8%	8,4%	67,4%	5,6%	0,7%	4,2%	100%

Fuente : Elaboración propia, a partir de datos de SERPLAC – CICA/Hidroconsult, 1980.

Los suelos presentes en el área de estudio presentan mayoritariamente condiciones de drenaje restringido en distintos grados, encontrando el 95,2% de los suelos en esta condición. La superficie restante presenta principalmente un drenaje excesivo.

La Clase de Drenaje 1, que tiene los problemas más severos encontrando el nivel freático cercano a la superficie, esta presente en la Serie Paona y en el Misceláneo Pantano. Esta Clase representa el 13,8% de los suelos del área en estudio.

La Clase de Drenaje 2 representa el 8,4% de los suelos, con 75,62 ha, suelos que pertenecen a la Serie Paona.

La Clase de Drenaje 3 ocupa la mayor superficie en el área en estudio con 605,01 ha, lo que representa el 67,4% de los suelos. Esta Clase se presenta en las Series Bellavista, Paona y el Misceláneo Aluvial.

La Clase de Drenaje 4 está presente en la Serie Paona, ocupando una superficie de 50,0 ha y representa el 5,6% de los suelos.

e. *Categorías de Aptitud Agrícola o Forestal*

Es una agrupación convencional de los suelos que presentan características similares en cuanto a su aptitud para el crecimiento de las plantas y se representa bajo un mismo tipo de manejo y está basada en un conjunto de alternativas que relacionan suelo-agua-planta.

Se definen 7 Clases de Aptitud Agrícola o Forestal, las que se caracterizan en el Anexo 3.3.

Las Categorías de Aptitud Agrícola o Forestal para las Series de Suelo presentes en el área de estudio, se presentan en el Cuadro N° 3.25.

Cuadro N° 3.25
Categorías de Aptitud Agrícola o Forestal por Serie de Suelos

Serie	3	4	5	6	7	Total (ha)
Bellavista			168,56			168,56
Freirina			8,18			8,18
Paona			381,95	67,66		449,61
Tatara	8,10	1,62		0,07		9,78
Misceláneo Aluvial					180,11	180,11
Misceláneo Escarpe					13,24	13,24
Misceláneo Pantano					56,16	56,16
Cerros					12,16	12,16
Superficie Total (ha)	8,10	1,62	558,70	67,72	261,67	897,81

Fuente : Elaboración propia, a partir de datos de SERPLAC – CICA/Hidroconsult, 1980.

f. *Situación Actual de la Erosión*

La erosión se puede definir como la pérdida de parte de la superficie terrestre arrastrada por el agua o por el viento, donde la acción antrópica, normalmente, acelera los procesos. Por lo anterior, la erosión en sí, se considera destructiva.

Se reconocen cuatro Categorías o Niveles de erosión, caracterizados en detalle en el Anexo 3.3:

- 0 : Sin erosión
- 1 : Ligera
- 2 : Moderada
- 3 : Severa

En el Cuadro N° 3.26 se presenta la Situación Actual de Erosión, en los suelos pertenecientes a las Series reconocidas en el área de estudio.

Cuadro N° 3. 26
Situación Actual de la Erosión por Serie de Suelo

Serie	0 Sin Erosión	2 Moderada	Total (ha)
Bellavista	168,56		168,56
Freirina	8,18		8,18
Paona	449,61		449,61
Tatara	9,78		9,78
Misceláneo Aluvial	180,11		180,11
Misceláneo Escarpe		13,24	13,24
Misceláneo Pantano	56,16		56,16
Cerros	12,16		12,16
Superficie Total (ha)	884,57	13,24	897,81

Fuente : Elaboración propia, a partir de datos de SERPLAC – CICA/Hidroconsult, 1980.

De los suelos presentes en el área de estudio un 98,5% no presenta rasgos de erosión. Solamente el 1,5% de los suelos presenta Erosión Moderada, presentando erosión de surcos y algunas cárcavas producto principalmente de las altas pendientes que presentan los suelos y desborde de algunos canales.

g. *Grupos de Manejo*

Los Grupos de Manejo de Suelos constituyen unidades interpretativas determinadas por la agrupación de los diferentes suelos, de una región área o predio, en clases, subclases y unidades de capacidad de uso con el fin de establecer para cada una de ellas, las alternativas más favorables de uso y las medidas de conservación y de manejo tendientes a lograr una adecuada explotación racional de la tierra y conservar el patrimonio suelo sin deterioros.

Para cada una de las unidades de manejo establecidas se recomiendan las diferentes posibilidades de uso y manejo en términos de rotaciones culturales, basándose principalmente en las características edafológicas y climáticas que presentan los suelos.

En la definición de estos grupos de manejo se parte de la premisa que los suelos se encuentran regados y que la dotación de agua es suficiente para la obtención de rendimientos, es decir, no muestra ningún tipo de limitaciones por este concepto.

En el área de proyecto no existe información previa acerca de los grupos de manejo de suelos, definiendo en el presente estudio de suelos 7 Grupos, identificados por letras desde la A hasta la G, donde los primeros 4 grupos (desde A hasta D) son agrícolas o agrícolas-ganaderos, los 2

grupos siguientes (E y F) son ganaderos y/o forestales, y el último grupo no presenta utilización agrícola o ganadera o forestal.

A continuación se presenta una descripción resumida de cada una de los grupos de manejo de los suelos:

- A. Cultivo intensivo. Suelos de Capacidad de Uso IIs
- B. Cultivo moderado. Suelos de Capacidad de Uso IIIs
- C. Cultivo moderado. Suelos de Capacidad de Uso IIIw
- D. Cultivo limitado. Suelos de Capacidad de Uso IVs
- E. Pastoreo o forestal intensivo. Suelos de Capacidad de Uso VIIs
- F. Pastoreo o forestal moderado. Suelos de Capacidad de Uso VII
- G. Vida Silvestre. Suelos de Capacidad de Uso VIII

En el Cuadro N° 3.27 se presentan los grupos de manejo ordenados por serie de suelo. En el mapa N° A-06, se presenta la distribución de los suelos por Grupo de Manejo.

Según la presente clasificación, 568,41 ha son aptas para cultivos en distintas intensidades, lo que equivale al 63,3% del área ocupada por los suelos. De esta superficie 51,0 ha (5,7%) son aptas para cultivos intensivos, 507,61 ha (56,5%) para un cultivo moderado y 9,8 ha (1,1%) para un cultivo limitado.

El 36,0% (323,57 ha) de la superficie son suelos aptos para uso ganadero o forestal. De esta superficie, 67,62 ha son aptas para pastoreo o uso forestal intensivo. La superficie restante (255,85 ha) es apta para pastoreo o uso forestal moderado.

Los suelos agrupados en el grupo de manejo O, destinado a cubierta de protección o vida silvestre, ocupan una superficie de 5,83 ha, con escasa representatividad dentro del área en estudio (0,6%).

Cuadro N° 3. 27
Grupos de Manejo por Serie de Suelos

Serie	A	B	C	D	E	F	G	Total (ha)
Bellavista			168,56					168,56
Freirina				8,18				8,18
Paona	44,97	5,03	331,96		67,66			449,61
Tatara	6,03	2,06		1,62	0,07			9,78
Misceláneo Aluvial						180,11		180,11
Misceláneo Escarpe						12,78	0,46	13,24
Misceláneo Pantano						50,80	5,37	56,16
Cerros						12,16		12,16
Superficie Total (ha)	51,00	7,09	500,52	9,80	67,72	255,85	5,83	897,81

Fuente : Elaboración propia, a partir de datos de SERPLAC – CICA/Hidroconsult, 1980.

3.6 Características Climáticas y Agroclimáticas

3.6.1 Caracterización Agroclimática del Valle del Río Huasco

La zona del Valle del Huasco corresponde al cinturón de altas presiones subtropicales, especialmente el anticiclón del Pacífico suboriental. Estas áreas de alta presión inhiben el paso de frentes por encima de la zona mediterránea y también aumentan la estabilidad vertical del aire. En verano, las áreas de alta presión están ubicadas lejos del Ecuador entre 35° y 31°, y la actividad frontal está desplazada a los polos. En los inviernos, las celdas de alta presión se mueven hacia el Ecuador entre 25° y 28° y los frentes pueden alcanzar más cerca de él cruzando las regiones mediterráneas. Estos frentes de invierno son las principales fuentes de precipitación en estas regiones. La estabilidad atmosférica contribuye a formar una capa de inversión causada por la penetración de aire marino más frío bajo aire superior más cálido. Según diversas estimaciones esta capa de inversión tendría un espesor de 400 m a 1.000 m.

Desde un punto de vista ecológico, esta área se encuentra inserta en Chile, en la zona de tendencia mediterránea, que se extiende prácticamente desde el paralelo 25 hasta el sur del paralelo 40. En efecto, se puede caracterizar este clima mediterráneo simplemente por dos condiciones: lluvias regulares de invierno, aún cuando ellas sean insuficientes y un periodo variable de sequía en verano.

La zona mediterránea se degrada al norte en el desierto, y al sur en el bosque Valdiviano, engendrando, en ambos casos, vastas áreas de interpenetración, razón por la cual es posible indicar que no existen demarcaciones rígidas.

Dentro de los subtipos reconocidos del clima mediterráneo en Chile, de acuerdo a los principios de Emberger, es posible ubicar la zona del río Huasco en la región mediterránea perárida. En la costa y hacia el interior, se observan algunas influencias de la región mediterránea árida. Hacia la cordillera, estas condiciones se degradan ciertamente hacia un tipo andino. El bioclima

marítimo de la tendencia mediterránea se acentúa por las influencias oceánicas, siendo más húmeda que aquella banda interior, con las temperaturas mínimas más elevadas, las máximas más bajas y por lo tanto una menor diferencia térmica. Por otra parte, el bioclima de montaña que recibe influencias continentales, a pesar de ser más lluvioso, posee una humedad relativa más baja en relación a la zona costera. Además, es posible encontrar una diferencia térmica más acentuada ya que las temperaturas extremas son más rigurosas.

En la parte septentrional más árida de la zona mediterránea de Chile, las condiciones desérticas son más claras, aún cuando sean mitigadas por fenómenos específicos. Las lluvias bastante constantes de invierno, permiten la aparición de densas formaciones de matorrales, al menos en ciertos pequeños valles, y cultivos típicos del área mediterránea, en particular, olivares.

En la región mediterránea perárida, a la que corresponde el valle del Huasco, la sequedad es algo templada en la costa por la humedad elevada y las neblinas persistentes, en la banda preandina por el aumento de la pluviosidad y en el interior por condiciones edáficas a lo largo de los ríos que llegan hasta el mar.

Desde este punto de vista existen 9 a 10 meses absolutamente secos en la costa, 11 en el interior y 9 en la parte preandina. Ningún mes es suficientemente húmedo, sino simplemente semiárido. Por otra parte la fauna y la vegetación natural tienen su período de mayor actividad biológica en invierno.

Determinados valores de algunos parámetros caracterizan a las regiones hidroclimáticas más importantes del área de estudio. La temperatura media es de 16,5°C en la costa, 16°C en la parte central y 11°C en el área preandina. La media de las máximas es de 20°C en la costa, 24,5°C en la parte central y 16,5°C en el área preandina. La media de las mínimas es de 13°C en la costa, 8°C en la parte central y 7°C en el área preandina. La pluviosidad es de 20-25 mm en la costa, 25 mm en la parte central y 50-75 mm en el área preandina. La atmósfera es pues especialmente seca en las inmediaciones de los Andes.

Por otra parte, la situación topográfica que caracteriza al valle de Huasco condiciona fuertemente sus características climáticas.

Morfológicamente es posible enunciar cuatro grandes áreas insertas en la geomorfología local: Las terrazas marinas al oeste, las cadenas montañosas intermedias, la alta cordillera y los fondos de ríos y quebradas. Todas ellas son importantes en la definición de microclimas locales.

Así, pueden definirse unidades de relieve que actúan como factores locales en las variaciones climáticas. En efecto, el ámbito de influencia de las condiciones marítimas llega hasta el estrechamiento de la caja del río en el cordón de los Maitenes, cercano al pueblo de Maitencillo.

Al interior de la unidad de cerros costeros se encuentra la presencia de importantes terrazas aluviales, las cuales constituyen terrenos planos y abiertos disectados por algunas quebradas laterales y el río Huasco. Debido a estas características y considerando el estrechamiento del

horizonte, las horas de sol no se ven notoriamente disminuidas por las montañas locales. En esta área de terrazas aluviales de gran amplitud confluyen tanto los vientos generados por la influencia marina como los que provienen encajonados desde el este.

3.6.2 Distritos Agroclimáticos

El área del valle del Huasco puede ser dividida en varios distritos agroclimáticos, es decir sectores que corresponden a la extensión máxima de condiciones climáticas suficientemente uniformes para asegurar que un mismo grupo de especies pueda ser cultivado en condiciones semejantes de desarrollo.

Para la definición y delimitación de los distritos agroclimáticos se consideran los antecedentes obtenidos sobre los diferentes elementos climáticos, así como observaciones realizadas en terreno sobre la distribución actual de cultivos y de vegetación nativa.

Como se ha descrito con anterioridad, existen dos grandes condicionantes que regulan las características climáticas del valle del río Huasco. Así, es posible distinguir los vientos calientes que influyen sobre los climas de altura, y los efectos oceánicos en las áreas más cercanas a la línea lateral.

Asociada a estas dos claras unidades climáticas es posible encontrar una situación intermedia entre ambas áreas ya definidas. Ella corresponde a las extensas terrazas en sectores adyacentes a la ciudad de Vallenar. Allí confluyen en forma diferenciada las dos grandes condicionantes climáticas descritas.

Considerando los antecedentes acumulados es posible establecer límites topográficos para los distritos agroclimáticos que pueden reconocerse en el valle. En efecto, el estrangulamiento en la caja del río por acción de las cadenas de cerros ubicados a la altura de Maitencillo, representa una clara barrera orográfica que se opone a la influencia reguladora del océano. Esto se puede detectar también a través de la ausencia de heladas, oscilaciones térmicas más suaves y mayor cantidad de días con neblina.

Un segundo límite topográfico claro en la definición de distritos, lo constituye la iniciación de los cordones de cerros andinos en el sitio conocido como El Morro (6 km al este de Vallenar). A partir de este punto, y especialmente desde Chañar Blanco al interior, existe una marcada influencia de los vientos calientes, expresada a través de las mayores acumulaciones térmicas y los valores alcanzados por las temperaturas máximas absolutas (alrededor de 39,8°C para un período de 15 años en Conay). Además, la aparición de primores constituye una evidencia importante que permite detectar la influencia del terral.

Aún cuando existe una notable limitación en cuanto a la información climática, es posible hacer una zonificación adecuada que refleja una situación real en el Valle. Los distritos que se propone considerar son los siguientes:

- Distrito I: Huasco – Maitencillo
- Distrito II: Maitencillo – Chañar Blanco
- Distrito III: Chañar Blanco – Las Juntas
- Distrito IV: Valle del Tránsito
- Distrito V: Valle del Carmen

Debido a que el área del proyecto sólo abarca una pequeña parte de la superficie total del valle del Río Huasco, se describirá el distrito agroclimático que incluye dentro de él esta área.

Distrito I: Huasco – Maitencillo

Este distrito agroclimático corresponde a la unidad topográfica con clima influido fuertemente por el océano. Como ya se ha dicho, estas condiciones se definen, fundamentalmente, por la ausencia de heladas, presencia de neblina, menores oscilaciones térmicas, temperaturas extremas más suaves y un clima relativamente homogéneo a lo largo de todo el año.

Sus características esenciales están dadas por la ficha agroclimática anotada en el Cuadro N° 3.28.

Análisis Agronómico del Distrito I: Huasco – Maitencillo

Este distrito se extiende desde la costa hasta la quebrada de Maitencillo, ubicada a 30 km hacia el oriente.

La actividad agrícola se desarrolla en suelos ubicados en el valle mismo y en áreas reducidas de las laderas. A medida que se avanza hacia el interior del valle aparecen las terrazas altas, muy apropiadas para la producción agropecuaria.

Dentro de este distrito queda ubicada la ciudad de Freirina, a 15 km al oriente de Huasco. Es un sector en el que el valle tiene unos 1.200 metros de ancho, en promedio.

Hay un predominio claro de huertos frutales con especies aptas para las condiciones del lugar. En menor escala se desarrollan algunos cultivos anuales.

En este distrito, especialmente en la parte más cercana a la costa, se presentan niveles altos de salinidad en los suelos y en el agua. Esta situación ha influido en las especies vegetales que pueden ser cultivadas. Árboles frutales como olivos y membrilleros pueden adaptarse a condiciones de alta salinidad, por esta razón son las especies predominantes, en especial el olivo, que se ha constituido en la alternativa más utilizada en esta área.

Otro frutal que prospera en este sector es la higuera, pero sin que hayan organizado huertos comerciales.

En cuanto a las especies anuales, se efectúan cultivos de melón, zapallo, maíz choclero y tomate. Los productores recurren a técnicas especiales de regadío para evitar que el agua permanezca en contacto con las raíces por un período prolongado. Aun así, se producen daños a estas plantas.

Cuadro N° 3.28
Ficha Agoclimática
Distrito I: Huasco - Maitencillo
Estación Tipo Analizada: Huasco

Temperatura (°C)	
Máxima media anual	18,3
Media anual	14,8
Mínima media anual	11,3
Máxima media de Enero	22,7
Mínima media de Julio	8,8
Máxima absoluta del período	18,7
Mínima absoluta del período	-----
Media de Enero	s.d.
Media de Julio	s.d.
Oscilación media anual	6,8
Grados - Día Acumulados Anuales	
Base 5°C	3.589,0
Base 10°C	1.861,0
Horas de Frío Anuales	
Base 7°C	s.d.
N° de días sin heladas (0° en cobertizo)	365
Humedad Relativa (%)	
Media de Enero	s.d.
Media de Julio	s.d.
Media anual	s.d.
Evaporación (bandeja en mm)	
Total anual	s.d.
Productividad Primaria Potencial	
(Base temperatura)	1.829,0 (g/m ² año)

Fuente: Estudio Integral de Riego del Valle del Huasco. Informe Final.

Volumen II. CEDEC 1985.

Nota: s.d significa sin datos.

Evapotranspiración Potencial

Para la determinación de la Etp, que posteriormente será utilizada para el cálculo de las demandas de riego del proyecto, se utilizaron los valores estimados en el estudio “Cartografía de la Evapotranspiración Potencial en Chile” (CIREN CORFO – CNR, 1997). Los valores determinados por mes para el distrito reconocido en el área del estudio, son los siguientes:

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total
ETP (mm)	176,0	165,8	138,0	100,0	62,0	34,2	24,0	34,2	62,0	100,0	138,0	165,8	1.200,0

3.6.3 Características del Clima

Desde el punto de vista de adaptación de especies vegetales, es interesante resaltar ciertas características climáticas derivadas de la influencia notoria del mar.

Es un sector en el cual no ocurren heladas, como lo demuestran los datos climáticos. La influencia del mar se hace sentir en términos de temperaturas moderadas, que no oscilan a extremas considerables. Esta uniformidad se mantiene a través del año, con variaciones correspondientes a las diferentes estaciones.

La presencia de neblina es un factor que contribuye a la estabilidad de las temperaturas por el aumento de la humedad relativa, favoreciendo la adaptación y comportamiento de las especies vegetales. Además, disminuye la radiación solar, lo que incide en la tasa fotosintética de los cultivos.

Para el sector Huasco – Maitencillo no se dispone de datos de temperatura suficientes para caracterizarlo en detalle. Los antecedentes disponibles de la estación meteorológica de Huasco muestran que en esa localidad no ocurren temperaturas de 0 °C o inferiores. Esto da una primera base para la adaptación irrestricta de muchas especies vegetales.

Las temperaturas mínimas medias, registradas en el mes de Julio han sido de 8,8°C.

Los grados-días, base 10, alcanzan un total acumulado de 1.861 al año, lo que no es una cifra muy alta, para muchos cultivos, situación que favorece el desarrollo y crecimiento de una amplia gama de especies de cultivos y frutales.

El viento es un factor de ocurrencia frecuente en el sector, convirtiéndose en un elemento limitante para la adaptación de algunas especies vegetales, sino se adoptan medidas de protección.

3.7 Características Ecológicas

3.7.1 Flora y Vegetación

De acuerdo a la naturaleza árida y semi árida de la Región de Atacama, se advierte una continuidad biótica tanto de especies de flora como de fauna.

Las precipitaciones escasas, las neblinas o "camanchacas" costeras son factores que condicionan la cubierta vegetal en la zona costera de la Región.

Respecto a la flora que es posible encontrar dentro del área de estudio, se observan especies de algas en la zona costera, las que tienen alto valor comercial, tales como: luche, huiro y chascón.

En la faja terrestre costera crece sin dificultad una vegetación xeromórfica o jaral costera y algunas especies de cactáceas columnares y suculentas. En los sectores cercanos a las partes bajas de los valles y cercanas al mar, y con niveles freáticos elevados, se hacen presente especies como la brea, doca, totora y junquillos, entre otras (Sernatur, 2001).

En términos más generales, es posible hacer una caracterización vegetacional del área de estudio, de acuerdo a la Clasificación de la Vegetación Natural de Chile, donde se analiza la diversidad y distribución geográfica de las comunidades vegetales que constituyen el paisaje.

De acuerdo a esta Clasificación de la Vegetación, según Cabrera y Willink (1973), quienes clasifican la vegetación chilena en regiones y sub-regiones, Chile se sitúa a medias entre la región neotropical y la región antártica.

Dentro de este contexto, en la III Región se establecen 2 tipos de Regiones vegetacionales: *Región del Desierto* y *Región de la Estepa Alto-Andina*. En la primera de ellas esta comprendida el área de estudio, a la cual corresponde la *Sub-Región vegetacional del Desierto Costero*, específicamente, *Desierto Costero del Huasco* (Gajardo, 1994).

La caracterización de las diferentes zonas vegetacionales involucradas en el área de estudio, es la siguiente:

Región del Desierto

Se extiende desde el extremo de la I Región hasta el río Elqui en la IV Región.

Aunque tiene como límite oeste la costa oceánica, es principalmente un desierto interior, con una altitud media aproximada de 1.500 msnm, abarcando los abruptos acantilados costeros, las serranías de la Cordillera de la Costa, las grandes depresiones interiores y las laderas occidentales de la Cordillera de los Andes.

Por sus características geográficas se distinguen 4 Sub-Regiones Vegetacionales, Entre ellas, la de interés en el presente estudio: Sub-Región vegetal del Desierto Costero.

Sub-Región del Desierto Costero

Se extiende a lo largo de la costa oceánica desde la I Región hasta el norte de la IV Región, cubriendo las laderas occidentales de la Cordillera de la Costa, desde el nivel del mar hasta aproximadamente los 1.500 m de altitud. La vida vegetal presenta un desarrollo excepcional y una gran riqueza florística, debidas a la acción favorable provocada por la presencia de frecuentes neblinas costeras ("camanchacas") que aportan la precipitación necesaria. Desde un punto de vista florístico muestra mucho interés por la gran cantidad de endemismos que constituyen su flora.

Desierto Costero del Huasco

Esta zona vegetal abarca toda el área de estudio, la cual constituye el sector sur de la Sub-Región del Desierto Costero, en que la vegetación tiene mayor grado de continuidad y permanencia, bajo la influencia ocasional de precipitaciones. No existe información muy abundante sobre las características que presentan su flora y su vegetación, pero presenta una transición que señala el límite sur de muchas especies y el límite norte de otras.

La agrupación vegetal que caracteriza a esta zona es:

***Heliotropium stenophyllum* - *Oxalis gigantea* (Monte Negro - Churqui).** Agrupación vegetal muy compleja, que probablemente incluye varias asociaciones. Se encuentra ampliamente repartida y en el sector de la formación se aleja bastante de la influencia del mar y de sus neblinas, correspondiendo quizá a una unidad más emparentada con el desierto florido.

Especies representativas (presentes entre el 75% y 100% de los casos):

- *Heliotropium stenophyllum* "monte negro"
- *Oxalis gigantea* "churqui"

Especies comunes (presentes entre el 50% y 75% de los casos):

- *Adesmia argentea*
- *Argyria radiata* "terciopelo"
- *Aristolochia chilensis* "oreja de zorro"
- *Bahia ambrosioides* "chamiza"
- *Balbisia peduncularis* "amancai"
- *Cassia acuta* "alcaparra"
- *Chaetanthera glabrata* "clavelito"
- *Eulychnia acida* "rumpa"

- *Gutierrezia resinosa* "pichanilla"
- *Haplopappus parvifolius* "crespilla"
- *Lobelia polyphylla* "tupa"
- *Nicotiana solanifolia* "tabaco cimarrón"
- *Opuntia ovata* "chapín"
- *Skytanthus acutus* "cacho de cabra"
- *Trichocereus coquimbana* "copao"

Especies acompañantes (presentes entre el 25% y 50% de los casos):

- *Encelia tomentosa* "coronilla del fraile"
- *Ephedra andina* "pingo pingo"
- *Ophryosporus triangularis* "rabo del zorro"
- *Opuntia miquelii* "tunilla"
- *Pleocarpus revolutus* "cola de ratón"

Especies ocasionales (presentes entre el 1% y 25% de los casos):

- *Cristaria glaucophylla* "malvilla"
- *Chuquiraga acicularis* "chana"
- *Hipeastrum ananuca* "añañuca"

3.7.2 Fauna

Chile posee una variada fauna terrestre y marina distribuida a lo largo del país. Muchas de las especies que se encuentran en Chile se distribuyen en los sectores costeros, por lo tanto se encontrarían involucradas dentro del área de estudio. Algunas de estas especies son: el chungungo, el lobo de un pelo, la chilla, el culpeo y diversas aves marinas, tales como: Pingüino de Humboldt, gaviota, pelícano, guanay, lile, piquero, pájaro ñoño y golondrina de mar.

La fauna marina exhibe una notable variedad y riqueza en todo el país, destacando para la zona de estudio algunos representantes característicos como la foca, el cachalote, el delfín y diversos peces como la blanquillo, rayas, viejas, pejeperros, sierra, la pescada, el congrio, el róbalo, la corvina, el jurel, merluzas, albacorras, palometas, anchovetas, la lisa, el lenguado y mariscos y crustáceos diferentes (ostra, erizo, macha, langosta, jaiba, choro, almeja y cholga, entre otros) (INE y CONAMA, 2000).

En los valles de la región, la fauna silvestre es más escasa por la actividad del hombre, sin embargo, se cuenta también en los interfluvios desérticos a especies como zorro culpeo, chilla, bandurrias, jotes de cabeza colorada y otros animales introducidos como liebre y conejos, dañinos para la actividad agrícola. Otras especies como murciélagos y roedores autóctonos son numerosos en el valle. Como fauna avícola, aves menores como zorzales, tencas, golondrinas, chirigües,

jilguero común y otras rapaces, y especies reptiles menores como lagartos y lagartijas (Sernatur, 2001).

3.7.3 Estado de Conservación de la Biodiversidad

Con el objetivo de definir el estado de conservación de la flora y fauna de la Región de Atacama, intentando la estimación de las condiciones en que se encuentra el área de estudio, en relación a este tema, se presentan a continuación las especies de flora y fauna según las categorías del estado de conservación definidos por la CONAMA.

Según la definición de categorías de estado de conservación de la flora y fauna (*extinguida, en peligro de extinción, vulnerables, raras, con amenaza indeterminada, fuera de peligro e inadecuadamente conocida*) definida por la Comisión Nacional del Medio Ambiente, se ha determinado que en la Región de Atacama no existen especies florísticas en *peligro de extinción*.

Dentro de las especies que se clasifican como *vulnerables* se pueden encontrar 9 dentro de la III Región. Estas especies son las que se cree que pasarán en el futuro cercano a la categoría "en peligro" si los factores causales de peligro continúan operando. Se incluyen especies cuyas poblaciones están disminuyendo debido a la sobre explotación, destrucción amplia del hábitat u otras alteraciones ambientales. También especies con poblaciones que han sido seriamente agotadas y cuya protección definitiva no está aún asegurada y especies con poblaciones que son aún abundantes, pero que están bajo amenaza por acción de factores adversos o severos a través de su área de distribución.

Estas especies son:

- *Azorella compacta* (Llareteta)
- *Cordia decandra* (Carbonillo)
- *Deuterocochnia chrysantha* (Chaguar del jote)
- *Krameria cistoidea* (Pacul)
- *Laretia acaulis* (Llaretilla)
- *Monttea chilensis* (Uvillo)
- *Prosopis alpataco* (Alpataco)
- *Prosopis chilensis* (Algarrobo)
- *Prosopis strombulifera* (Retortón)

Categorizadas como especies *raras*, dentro de la Región de Atacama se encuentran:

- *Asteriscium vidali* (Anisillo)
- *Pintoa chilensis* (Pintoa)

Las especies *raras* corresponden a aquellas cuya población mundial es pequeña, que no se encuentra actualmente en *peligro de extinción*, ni son *vulnerables*, pero que están sujetas a cierto

riesgo. Estas especies se localizan normalmente en ámbitos geográficos o hábitat restringidos o tienen una bajísima densidad a través de una distribución más o menos amplia.

Para la fauna, según las categorías de clasificación del estado de conservación, existe una especie *extinguida* en la Región de Atacama, *Numenius borealis* conocido comúnmente como zarapito boreal y que se encontraba desde la I a la X Región.

En *peligro de extinción* se encuentran 2 tipos de mamíferos, 1 tipo de pez, dos anfibios y tres tipos de aves dentro de la III Región de Atacama. Los mamíferos son:

- *Chinchilla brevicaudata* (Chinchilla andina)
- *Chinchilla laniger* (Chinchilla chilena)

El tipo de pez en *peligro de extinción* en la III región es:

- *Basilichtys microlepidotus* (Pejerrey)

Anfibios:

- *Bufo atacamensis* (Sapo)
- *Pleurodema thaul* (Sapito de cuatro ojos)

Dentro de las aves están:

- *Pterocnemi pennata* (Suri)
- *Falco peregrino* (Halcón peregrino boreal)
- *Cyanoliseus patagonus* (Tricahua)

Entre las especies *vulnerables* que se encuentran en la III Región están:

Mamíferos:

- *Lagidium viscacia* (Vizcacha de montaña)
- *Galictis cuja* (Quique)
- *Lutra felina* (Chungungo)
- *Felis concolor* (Puma)
- *Lama guanicoe* (Guanaco)
- *Vicugna vicugna* (Vicuña)

Aves:

- *Tinamotis pentlandii* (Perdiz de la puna)
- *Puffinus creatopus* (Fardela blanca)
- *Pelecanoides garnotii* (Yunco)

- *Spheniscus humboldti* (Pingüino de Humboldt)
- *Phalacrocorax bougainvilli* (Guanay)
- *Theristicus caudatus* (Bandurria)
- *Phoenicopterus chilensis* (Flamenco chileno)
- *Phoenicopterus andinus* (Parina grande)
- *Phoenicopterus jamesi* (Parina chica)
- *Chloephaga melanoptera* (Piuquén)
- *Vultur gryphus* (Cóndor)
- *Pandion haliaetus* (Aguila pescadora)
- *Fulica cornuta* (Tagua cornuda)
- *Gallinago gallinago* (Becacina)
- *Larus modestus* (Gaviota garuma)
- *Larosterna inca* (Gaviotín monja)

Reptiles:

- *Philodryas chamissonis* (Culebra de cola larga)
- *Philodryas chilensis* (Culebra de cola corta)
- *Callopistes palluma* (Lagarto)

Peces:

- *Galaxias maculatus* (Puye)
- *Cheirodon pisciculus* (Pocha)
- *Trichomycterus areolatus* (Bagre chico)
- *Austromenidia laticlavia*
- *Austromenidia gracilis*
- *Eleginops maclovinus* (Róbalo)
- *Mugil cephalus* (Lisa)

Dentro de las especies de la categoría *raros* en la III Región, se pueden mencionar a los mamíferos:

- *Thylamis elegans* (Llaca del norte)
- *Desmodus rotundus* (Vampiro)

Aves:

- *Ardea cocoi* (Garza cuca)
- *Anas bahamensis* (Pato gargantillo)
- *Buteo albigula* (Aguilucho chico)
- *Attagis gayi* (Perdicita cordillerana)
- *Larus serranus* (Gaviota andina)

En la categoría *inadecuadamente conocidos*, es decir, especies que se supone pertenecen a una de las otras categorías de la clasificación pero no se tiene certeza debido a la falta de información, se pueden encontrar dentro de la Región de Atacama a los mamíferos:

- *Pseudalopex culpaeus* (Culpeo)
- *Pseudalopex griseus* (Chilla)

Aves:

- *Oceanites gracilis* (Golondrina de mar chica)
- *Oceanodroma markhami* (Golondrina de mar negra)
- *Oceanodroma hornbyi* (Golondrina de mar de collar)
- *Sula variegata* (Piquero)
- *Phalacrocorax gaimardi* (Lile)
- *Falco peregrinus cassini* (Halcón peregrino austral)
- *Laterallus jamaicensis* (Pidencito)
- *Asio flammeus* (Nuco)
- *Pseudocolopterix* (Pájaro amarillo flaviventris)

Analizando el grado de conservación de las especies de flora y fauna de la Región de Atacama, donde existe un gran número de animales que se encuentran principalmente dentro de la categoría de vulnerables, se suma la ocurrencia de incendios forestales, los cuales provocan la destrucción de la vegetación en zonas rurales, considerando que su nivel de gravedad está en función de la cantidad de hectáreas involucradas, la potencialidad económica, la alteración ecológica que puede provocar directa o indirectamente y la cercanía a sectores poblados.

Los incendios forestales registrados en la III Región en 1995/1996 han sido 31, número que disminuyó para 1998/1999 y 1999/2000 a 21. En esta última temporada fueron afectadas solamente 1 ha de superficie con plantaciones, ya que el resto de la destrucción afectó 62 ha de la vegetación natural en 1995/1996 y entre 5 y 6 ha en las otras dos temporadas.

3.7.4 Áreas Silvestres Protegidas

La protección de áreas silvestres en Chile comprende 6 categorías, tres de las cuales pertenecen al Estado y las restantes son propiedades particulares. En las primeras de las se encuentran: Parques Nacionales, Reservas Nacionales y Monumentos Naturales que constituyen el Sistema Nacional de Superficies Protegidas por el Estado (SNASPE), cuya tuición se encuentra a cargo de la Corporación Nacional Forestal (CONAF).

Las otras 3 categorías, Áreas de Protección, Santuarios de la Naturaleza y Lugares de Interés Científico, son todos aquellos terrenos en manos de particulares (NO SNASPE) y que han

recibido tal denominación en virtud de decretos emanados de los Ministerios de Educación y Minería (INE y CONAMA, 2000).

Cercanos a la superficie que abarca el presente estudio, se encuentran el *Parque Nacional Llanos de Challe* en la comuna de Huasco con una superficie de 45.708 ha, la *Reserva Nacional Pingüino de Humboldt* distribuido en las comunas de Freirina y La Higuera (III y IV Regiones) con una superficie total de 859 ha.

Se pueden mencionar también que dentro de la III Región se encuentra un Santuario de la Naturaleza de 2 ha y un Lugar de Interés Científico de 31.964 ha, ambos clasificados como NO SNASPE.

Específicamente, dentro del área de estudio, existe una superficie de tierra que ha sido protegida legalmente según la Ley de Caza N°4.601, donde se establece un período de veda de conservación en la zona de la desembocadura del río Huasco en la provincia de Huasco, III Región.

Este período de veda, que se extiende por 30 años desde 1995, se establece en consideración a que la desembocadura del río Huasco constituye uno de los escasos ambientes naturales para la reproducción y hábitat de numerosas especies de vida silvestre acuática de la III Región, algunas de ellas consideradas como especies “protegidas”, por lo que se hace necesaria su conservación, protección y acrecentamiento de los recursos naturales. Se pretende proteger a especies que presentan algún grado de vulnerabilidad y cuya caza no está permitida pero se ven igualmente afectadas por la mantención de la temporada de caza en la zona. Algunas de estas especies son el cisne de cuello negro, el pilotoy, la garza cuca, el huairavillo, zambullidores y cinco especies de tagua.

Siendo esta área un ambiente protegido, se constituirá en un núcleo de reproducción de numerosas especies que se encuentran clasificadas bajo alguna categoría de amenaza a su supervivencia (Diario Oficial, 1995).

Textualmente, con fecha 8 de Mayo de 1995, el Ministerio de Agricultura *establece periodo de veda de conservación en la zona de la desembocadura del río Huasco, provincia de Huasco, III Región*. Se decreta que:

“Núm. 27 exento.- Visto: Lo informado por el director Regional del Servicio Agrícola y Ganadero III Región, mediante el Ordinario N°850, de 1994 y lo dispuesto en la Ley de Caza N° 4.601; en el Decreto Supremo N° 133, de 1992, del Ministerio de Agricultura; en el DFL N° 294, de 1960, Orgánico de esta Secretaría de Estado; en el Decreto Ley N° 3.485, de 1980, en el Decreto Supremo N° 868, de 1981, del Ministerio de Relaciones Exteriores; en la Ley N° 18.755, modificada por la Ley N° 19.283; el Decreto N° 186, 1994, del Ministerio de Agricultura; el Artículo 32°, N° 8, de la Constitución Política de la República, y considerando:

Que la zona de la desembocadura del río Huasco constituye uno de los escasos ambientes naturales para la reproducción y hábitat de numerosas especies de vida silvestre acuática ed la III Región.

Que existe gran interés por parte de la ciudadanía y de grupos con preocupación por la protección del medio ambiente de la III Región por conservar la fauna silvestre que habita las zonas acuáticas de edlta del río Huasco.

Que en la zona del edlta del río Huasco han encontrado su hábitat numerosas especies de aves acuáticas migratorias, que deben ser protegidas en virtud de lo dispuesto en el “Convenio sobre la Conservación de Especies Migratorias de la Fauna Salvaje” y en la “Conservación Relativa a las Zonas Húmedas de Importancia Internacional”.

Que en el cuerpo de agua del río Huasco encuentran su lugar de nidificación especies protegidas por la “Convención Relativa a las Zonas Húmedas de Importancia Internacional”, y que dicho sitio se encuentra entre los lugares de preocupación del Buró Internacional para el Estudio de las Aves Acuáticas y los Humedales (IWRB).

Que se ha detectado la extracción de aves y mamíferos en la zona, lo cual provoca una desvalorización de este hábitat natural, una disminución de la riqueza específica y un decrecimiento en las poblaciones silvestres.

Que es deber del Estado velar por la conservación, protección y acrecentamiento de los recursos naturales.

Que debido a la mantención de la temporada de caza en la zona, se pone en peligro a las poblaciones que presentan un alto grado de vulnerabilidad, cuya caza no está permitida, y que comparten el mismo hábitat, como son el Cisne de Cuello Negro, el Pilotoy, la Garza Cuca, el Huairavillo, Zambullidores y cinco especies de Taguas.

Que un ambiente protegido de estas características se constituirá en un núcleo de reproducción de numerosas especies que se encuentran clasificadas bajo alguna categoría de amenaza a su supervivencia.

Decreto:

Artículo 1º.- Establécese un periodo de veda de conservación ed 30 años, contados desde la fecha de publicación de este Decreto en el Diario oficial, para anfibios, reptiles, aves y mamíferos silvestres en el área de la desembocadura del río Huasco, ubicada en la Provincia de Huasco, III Región, cuyos límites y lindes son los siguientes:

NORTE: Línea recta imaginaria paralela a la UTM 6.854, de aproximadamente 750m. De longitud, que nace en los roqueríos de Punta Negra, hasta intersectar el camino Huasco Bajo – Carrizal Bajo;

ORIENTE: Desde el punto de intersección indicado, el linde corre por el costado poniente de camino Huasco Bajo – Carrizal Bajo, hasta que éste intersecta la antigua línea de ferrocarril de Vallenar a Huasco;

SUR: Desde el punto precedentemente indicado, el linde corre por el costado norte de la línea férrea antedicha, hasta que ésta cambia su curso para ingresar a la ciudad de Huasco, en el lugar más próximo a la costa. Desde allí el linde lo constituye una línea recta imaginaria que se proyecta hasta la Punta Escorial;

PONIENTE: Desde el punto anterior el linde coincide con la línea de la costa hasta el roquerío de Punta Negra, cerrando así el perímetro.

Artículo 2º.- Durante el término indicado, prohíbese dentro del sector deslindado en el Artículo precedente, la caza, transporte, comercialización, posesión e industrialización de toda clase de ejemplares pertenecientes a la fauna silvestre.

Artículo 3°.- Exceptúense de lo dispuesto en los Artículos anteriores a los individuos pertenecientes a las especies declaradas dañinas.

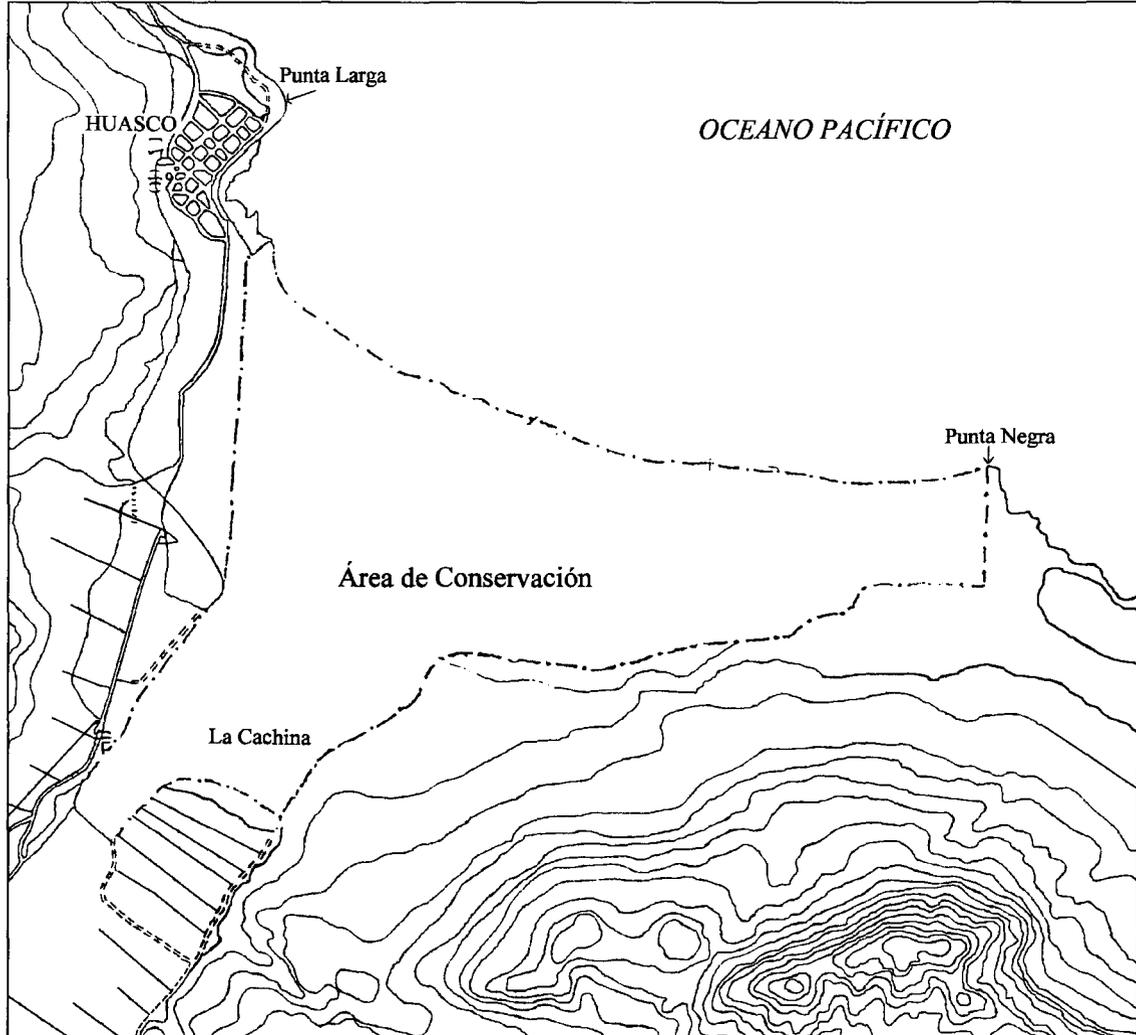
Artículo 4°.- El cumplimiento de lo dispuesto en el presente Decreto será fiscalizado por los inspectores del Servicio Agrícola y Ganadero, Carabineros de Chile y por las personas que hayan sido designadas inspectores ad honorem ed caza por el Servicio Agrícola y Ganadero.

Artículo 5°.- Las infracciones a las disposiciones del presente Decreto serán sancionadas con las penas señaladas en el Artículo 12 de la Ley N° 4.601, sobre caza y sus modificaciones.

Artículo 6°.- Archívese copia del plano del área deslindada en el Artículo 1° de este Decreto, conjuntamente con el original del presente Decreto”.

La Figura N° 3.5 muestra a continuación el área protegida en el delta de la desembocadura del río Huasco.

Figura N° 3.5
Área de Conservación en la Zona
de la Desembocadura del Río Huasco



Fuente: Diario Oficial, 26 de Mayo de 1995.

3.8 Aspectos Poblacionales y Sociales

3.8.1 Antecedentes Históricos

En términos generales, los antecedentes históricos que caracterizan el área de estudio, se enmarcan dentro de la zona de la III Región de Atacama, la cual fue habitada primeramente por poblaciones aborígenes en los valles regados y en la costa.

Los primeros habitantes de la zona fueron los diaguitas, pueblo agroalfarero que habitó los valles desde La Ligua a Copiapó.

Los changos, pueblo seminómada de pescadores y recolectores, también habitaron la costa de Chile entre Arica y el río Itata. Eran una población reducida y se caracterizaban por ser grandes nadadores y buceadores que navegaban en balsas formadas por cueros de lobos inflados. Desaparecieron hacia fines del siglo XIX, absorbidos por la nueva actividad minera y portuaria de la costa.

Los incas también habitaron en la zona, ocuparon Chile hasta el Maule hacia 1470. Para afianzar su conquista, en los valles instalaron mitimaes (colonias agrícolas), formados por población nativa de Perú, que aportó nuevas técnicas agrícolas y metalúrgicas.

Con la dominación hispana, Diego de Almagro entra a Chile por el paso de San Francisco, quien se instala en el valle de Copiapó en 1536. Más tarde, Pedro de Valdivia siguiendo el camino del Inca llega al valle de Copiapó y toma posesión del territorio. En el valle del Huasco regala semillas nuevas y aves al cacique local, relación que se tornaría en una sesión de fértiles valles distribuyéndolos entre los conquistadores, y sus nativos entregados en encomienda.

La iglesia católica estuvo presente en la zona con convento de orden Franciscana en Copiapó desde 1662 y curato en Huasco Bajo instalado en 1667.

La primera fundación urbana fue Santa Rosa del Huasco (Freirina) en 1752, a la cual en 1842 se le denominó Freirina en homenaje al Director Supremo Ramón Freire y fue municipio en 1870. Luego se fundó la villa de Copiapó en 1774 y finalmente Vallenar, fundada personalmente por Ambrosio O'Higgins en 1789. Los puertos de mar sólo adquirieron población estable durante el auge de la minería en las primeras décadas del 1800.

Al término de la Colonia existía en los valles agrícolas una regular población de origen hispano dedicada a la agricultura e incursionando en la minería del oro y plata, con algunos importantes hallazgos. Esta sociedad estaba enriquecida con experiencia y conocimiento de la minería en el desierto, lo que fue el cimiento que permitió la gran explosión de este rubro en el siglo XIX.

Dentro del valle, Huasco Bajo fue el más antiguo asiento nativo, visitado, como se mencionó anteriormente, por Pedro de Valdivia a su llegada a Chile en 1540. En el 1600 fue pillajeada por

el corsario holandés "Oliverio Van Noort", quien celebró la excelencia de sus melones. En 1667 se instala en esta zona la primera iglesia del valle.

La importancia histórica de la ciudad de Freirina nació de la minería. En 1699 se descubrió la mina de oro Capote, que produjera el oro para acuñar la mayor parte de las monedas de la Colonia. Entre 1750 y 1790 se descubrieron minas de cobre en San Juan y Labrar, y poco más tarde en Fraguitas, las que fueron intensamente explotadas durante el siglo XIX, cuando Chile era el primer productor de cobre del mundo. En 1923 se descubrió otra veta en mineral de oro de Capote que dio nuevo impulso al pueblo.

Freirina fue activo centro de comerciantes, empresarios, ingenieros de mina y artesanos en construcción que dejaron singulares testimonios arquitectónicos, como casas con fachadas neoclásicas de pórticos labrados y cubiertas de tejas de alerce, ejecutadas en buena textura de carpintería, además de tres obras declaradas Monumento Nacional.

Huasco fue usado como puerto de recalada durante la Colonia, puerto donde llegó el corsario Van Noort quién liberó ahí a los prisioneros españoles atrapados en Concepción. Posteriormente, en 1681, la ciudad fue ocupada por el filibustero Bartolomé Sharp.

En el siglo XIX, con el auge del cobre de la zona del Huasco tuvo fundición de minerales y maestranza de ferrocarriles (1891), además de importantes casas de comercio y provisión de la minería.

La ciudad de Huasco fue arrasada por el terremoto de 1922, quedando pocos vestigios del pasado.

Actualmente, la ciudad de Huasco es un puerto emplazado en una hermosa bahía cercada de cerros, siendo un activo puerto de minerales e importante centro de turismo de verano, considerando, además, que el valle del río Huasco es un encantador lugar de frondosas quintas, con interesantes paisajes como la desembocadura del valle en el mar, grandes dunas, playas y bosques de eucaliptos que protegen los primeros huertos de olivos (Turistel, 2000).

3.8.2 Características de la Sociedad y Cultura

La sociedad involucrada en la zona de estudio, así como en toda la III Región, reúnen actualmente las características que han influido a través de toda su historia, así como también el lugar geográfico donde viven.

La cultura de la población relacionada con el área de estudio se ve reflejada en la artesanía, el folclore y la gastronomía, entre otras. La artesanía se basa fundamentalmente en la presencia de la naturaleza y de los distintos elementos que lo conforman. Específicamente, en la provincia de Huasco, existen numerosos artesanos desde las zonas costeras, donde se utilizan elementos de la costa, y luego artesanía en greda muy famosa de la zona de Freirina, donde se realizan recreaciones de la artesanía Diaguita, las cuales son realizadas con greda y pintadas en colores

blanco, negro y rojo oscuro. Se destacan aquí las figuras de jarro-pato, llamas, aríbalos, tinajas y jarros.

Es común ver también, hacia el interior del valle de Huasco, artesanía con elementos como estera, arcilla, greda, mármol y lana en telares.

Dentro de las costumbres gastronómicas, se puede mencionar que dentro del área de estudio se destaca el aceite de oliva y aceitunas, producido en forma artesanal y en menor grado industrialmente.

También existe el afamado licor llamado “pajarete” del valle de Huasco, producto artesanal de la uva. Por otra parte, cabe mencionar también el jarabe “arope de chañar” preparado del fruto del arbusto del mismo nombre, utilizado como jarabe y con importantes cualidades para el mejoramiento de enfermedades bronquiales. Su fruto sirve también para la elaboración de galletas y dulces.

Los camarones de río, frutos como damascos, peras y membrillos, además de frutos secos como nueces, pasas, huesillos y descarozados, además de una importante producción de paltas en diferentes variedades, constituyen productos típicos del valle Huasco.

Existen además en la zona costera, un sin fin de pescados y mariscos, como también existen algunos cultivos de ostiones y ostras que son ofrecidos como una alternativa gastronómica a los turistas en lugares típicos, tal como el puerto de Huasco.

Dentro de las actividades y costumbres de la sociedad, el folclore presenta características importantes con rasgos de tradición nortina, plasmada en varias fiestas religiosas que se desarrollan en toda la Región con la presencia de Bailes Chinos en fiestas, como la fiesta de la Virgen del Carmen en las localidades rurales del valle de Huasco y del valle de Copiapó.

De igual forma, la música tiene manifestaciones interesantes respecto a la cultura hispánica con grupos como Las tunas y estudiantinas de la Universidad de Atacama. En las zonas portuarias, típico es cada año la celebración a San Pedro, con bailes típicos.

En general, en la Región de Atacama existe actualmente una importante actividad cultural relacionada con los innumerables clubes de cueca que participan activamente, a nivel regional y nacional, logrando reconocimientos que demuestran su calidad musical.

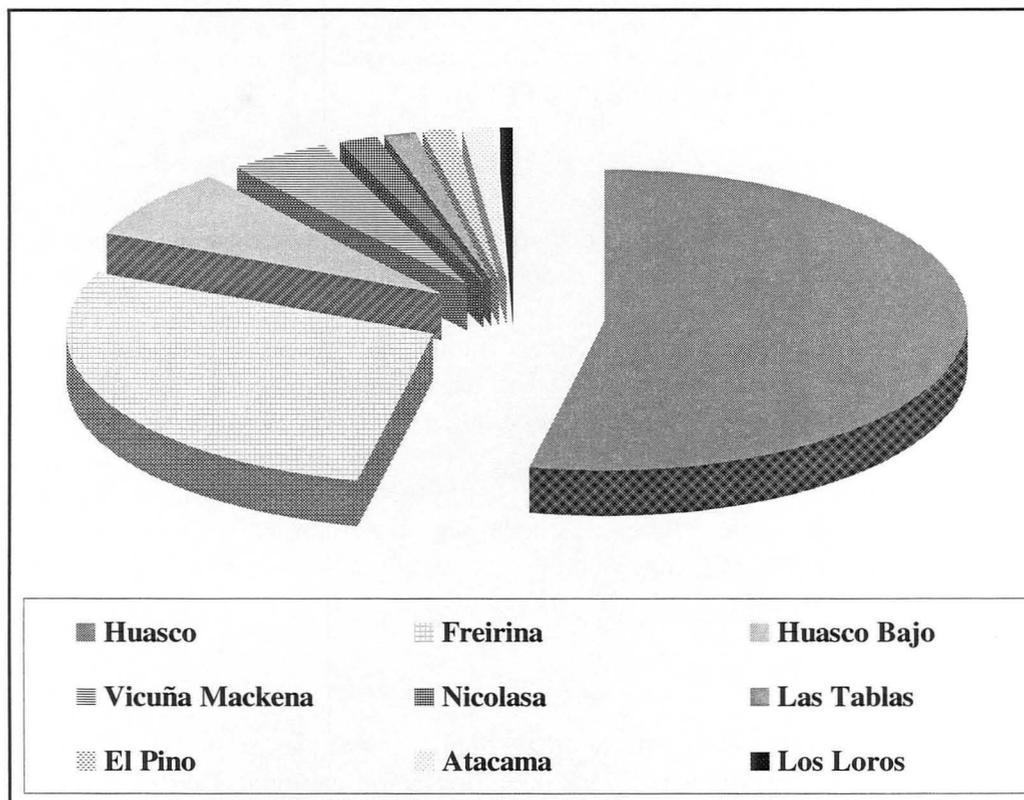
3.8.3 Población

La Región de Atacama, según el Censo de 1992, tiene una población total de 230.873 habitantes (Cuadro N° 3.29), lo que representa el 1,73% de la población nacional. Dentro de la III Región, la Comuna de Huasco participa con el 3,25% de la población regional, con un total de 7.516 habitantes, y la Comuna de Freirina con el 2,26%, con 5.221 habitantes.

Enfocando la caracterización poblacional del área de estudio hacia los dos distritos, Huasco y Freirina, y las 9 localidades involucradas dentro del área de estudio, es posible tener una idea más exacta de la población involucrada en el proyecto. El distrito de Huasco, con 7.260, es decir, con la mayor parte de la población de su comuna (96,59%), y el distrito Freirina, con 4.739 habitantes, concentran gran parte de la población del área de estudio. Más específicamente, con las localidades de: Huasco, Huasco Bajo y El Pino, que abarcan 7.096 habitantes de la comuna y distrito de Huasco, y las localidades de: Freirina, Las Tablas, Los Loros, Atacama, Nicolasa y Vicuña Mackena, que suman un total de 4.278 habitantes y forman parte del distrito y comuna de Freirina, se podría estimar que la población del área de estudio, según información estadística del INE en el Censo de Población y Vivienda de 1992, estaría cercana a los 11.374 habitantes.

La distribución porcentual de la población total estimada del área de estudio (11.374 habitantes), a partir de las 9 localidades involucradas, se presenta en la Figura N°3.6.

Figura N°3.6
Distribución Porcentual de la Población Total Estimada del Área de Estudio, Según Localidades



Fuente: Chile. División Político Administrativa, 1998. INE.
Base en Censo 1992.

Se puede destacar también, según los valores indicados en el Cuadro N° 3.29, que las localidades que concentran gran parte de la población en los diferentes distritos son la de Huasco (6.072 habitantes) y Freirina (3.201 habitantes), considerando también que las localidades de Huasco Bajo y Vicuña Mackena con 875 y 513 habitantes, respectivamente, también concentran una población considerable dentro del área de estudio.

Respecto a la población urbana y rural, información que se encontró solamente hasta el nivel de distritos, se puede decir, según la información que se muestra en el Cuadro N° 3.29, que el 80,78% de la población de la comuna de Huasco es urbana, porcentaje que aumenta al 83,76% a nivel de distrito. Se destaca además de manera importante que según los datos estadísticos, la localidad de Huasco corresponde a una población de tipo 100% urbana.

En el caso de la comuna de Freirina, la población urbana es menor en relación a la de Huasco, ya que su población urbana (3.194 habitantes) corresponde al 61,17% del total de la población comunal. El mismo número de habitantes de tipo urbano se mantiene en el distrito de Freirina, sin embargo, en relación al total de la población distrital de Freirina, la población urbana aumenta a 67,39%.

En términos generales, las comunas de Huasco y Freirina tienen un elevado porcentaje de población urbana, 80,78% y 61,17%, respectivamente, valores que aumentan en algún grado a nivel de distrito: 83,76% y 67,39%, respectivamente. Según esta información, Huasco mantiene un mayor nivel de población urbana, por lo que se estimaría que dentro del área de estudio, en esta zona se concentraría un mayor grado de desarrollo general de la población en términos de infraestructura, transporte, comunicaciones, servicios, etc. Esto también equivaldría para las localidades de Huasco y Freirina, ya que son las que presentan mayor porcentaje de población urbana (Sernatur, 2001).

Los valores porcentuales de población urbana en ambas comunas, distritos y localidades de Huasco y Freirina, se mantienen por debajo del nivel de urbanismo que presenta la Región de Atacama, el cual alcanza en promedio al 90,51% de la población. Sin embargo, comparado con el porcentaje nacional de 83,45% de población urbana, solamente la comuna de Freirina se mantiene relativamente inferior en comparación a la de Huasco.

La densidad poblacional en la Región de Atacama, según datos del Instituto Geográfico Militar, es de 3,58 habitantes por km², mientras que en las áreas rurales es de 0,32 hab./km² y en los sectores urbanos es de 3,26 hab./km² (IGM, 1988). Específicamente, en la comuna de Freirina la densidad poblacional es de 1,4 hab./km² y en la comuna de Huasco es de 4,7 hab./km² (INE, 1992).

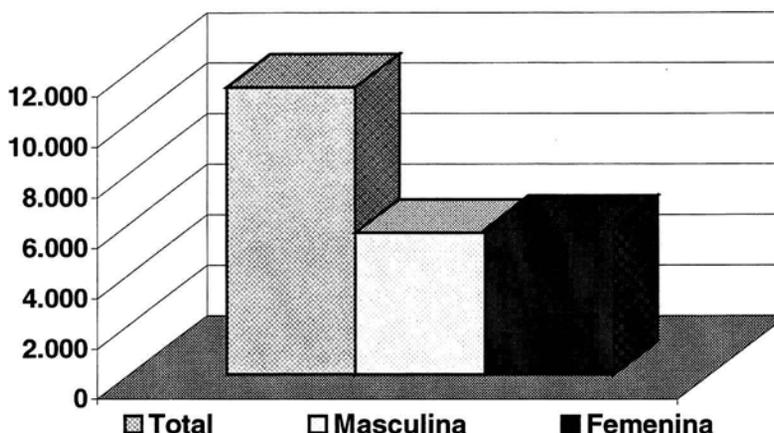
Cuadro N° 3.29
Población Total, Urbana y Rural Según
División Político Administrativa del Área de Estudio (n°)

División Político Administrativa	Población Total (n°)	Población Urbana (n°)	Población Rural (n°)	Población Hombres (n°)	Población Mujeres (n°)
País	13.348.401	11.140.405	2.207.996	6.553.254	6.795.147
Región de Atacama	230.873	208.960	21.913	117.835	113.038
Provincia de Huasco	64.730	51.991	12.739	32.087	32.643
Comuna Huasco	7.516	6.072	1.444	3.844	3.672
Distrito Huasco	7.260	6.072	1.188	s/i	s/i
Localidad					
Huasco	6.072	s/i	s/i	3.037	3.035
Huasco Bajo	875	s/i	s/i	412	463
El Pino	149	s/i	s/i	82	67
Comuna de Freirina	5.221	3.194	2.027	2.643	2.578
Distrito Freirina	4.739	3.194	1.545	s/i	s/i
Localidad					
Freirina	3.201	s/i	s/i	1.509	1.692
Las Tablas	168	s/i	s/i	88	80
Los Loros	78	s/i	s/i	47	31
Atacama	146	s/i	s/i	82	64
Nicolasa	172	s/i	s/i	90	82
Vicuña Mackena	513	s/i	s/i	270	243

Fuente: Chile. División Político Administrativa, 1998. INE. Base en Censo 1992.

La población según sexo se reparte relativamente homogénea en las distintas entidades poblacionales evaluadas, solamente en las localidades de El Pino, Los Loros y Atacama, se observa una leve tendencia a un mayor número de hombres, porcentualmente estos números alcanzan 55%, 60% y 56%, respectivamente. Sin embargo, considerando la población total estimada del área de estudio a partir de las localidades, existe una leve tendencia hacia un número mayor de mujeres, según se observa en la Figura N°3.7.

Figura N°3.7
Población Total, Masculina y Femenina
del Área de Estudio, Según Localidades



Fuente: Chile. División Político Administrativa, 1998. INE.
Base en Censo 1992.

Proyección de la Población del Área de Estudio

A nivel regional, provincial y comunal se tiene la estimación de la población al 30 de Junio por año calendario para el año 2001 (INE, 1999 y 1995), como se muestra a continuación:

	Censo Año 1992	-	Estimación Año 2001
Región de Atacama	: 230.873 habitantes	-	278.058 habitantes
Provincia de Huasco	: 4.730 habitantes	-	71.155 habitantes
Comuna de Huasco	: 7.516 habitantes	-	8.047 habitantes
Comuna de Freirina	: 5.221 habitantes	-	5.652 habitantes

3.8.4 Condiciones de Vida de la Población

3.8.4.1 Vivienda

Según el Censo de Población y Vivienda de 1992, se define como vivienda a todo edificio construido, convertido o dispuesto para el alojamiento permanente o temporal de personas, y cualquier clase de albergue, fijo o móvil, ocupado como lugar de residencia habitual.

En el Cuadro N° 3.30 se muestran las viviendas ocupadas y desocupadas para los sectores urbanos y rurales según división político administrativa.

A partir de esta información, se estima que el número de viviendas totales que existirían dentro del área de estudio sería igual a 3.305, según la suma de las localidades de Huasco (2.124 viviendas) y de las de Freirina (1.181 viviendas). El mayor número de viviendas se concentra en las localidades más urbanas, Huasco y Freirina.

Se establece que en la Región de Atacama, del total de 62.934 viviendas que existen, un 87,16% están ocupadas. Des estas últimas, el 98,9% son de tipo particular (Cuadro N° 3.31), mientras que el resto, de tipo colectivo, son mayormente instituciones y de otro tipo, es decir, todos los locales de habitación que no se ajustan a ninguna de las otras definiciones de viviendas colectivas (INE, 1992).

En la comuna de Huasco el 99,18% de las viviendas particulares están ocupadas y en la comuna de Freirina están ocupadas el 99,69%. Estos valores, aunque superan el porcentaje regional, es menor en comparación a las localidades ya que casi el 100% de éstas son de tipo particular. Solamente en Huasco y Freirina existen 15 y 3 viviendas, respectivamente de tipo colectivas. Según esto, se podría decir que casi la mayor parte de las viviendas del área de estudio son de tipo particular. No existe información respecto a la categoría de tipo de viviendas colectivas a la que pertenecen.

Cuadro N° 3.30
Viviendas Ocupadas y Desocupadas, en Sector Urbano y Rural,
Según División Político Administrativa del Área de Estudio (n°)

División Político - Administrativa	Total de Viviendas (n°)				
	Total	Ocupadas	Desocupadas	Urbana	Rural
Región de Atacama	62.934	54.858	8.076	54.990	7.944
Provincia de Huasco	17.761	15.777	1.984	13.098	4.663
Comuna Huasco	2.395	1.960	435	1.751	644
Distrito Huasco	2.214	s/i	s/i	1.751	463
Localidad					
Huasco	1.751	1.751	0	s/i	s/i
Huasco Bajo	317	317	0	s/i	s/i
El Pino	56	56	0	s/i	s/i
Comuna de Freirina	1.609	1.317	292	870	739
Distrito Freirina	1.309	s/i	s/i	870	439
Localidad					
Freirina	872	872	0	s/i	s/i
Las Tablas	45	45	0	s/i	s/i
Los Loros	26	26	0	s/i	s/i
Atacama	35	35	0	s/i	s/i
Nicolasa	46	46	0	s/i	s/i
Vicuña Mackena	157	157	0	s/i	s/i

Fuente: Censo de Población y Vivienda de 1992. INE.

Cuadro N° 3.31
Viviendas Ocupadas, Particulares y Colectivas, por Tipo de Vivienda
Según División Político Administrativa del Área de Estudio (n°)

División Político – Administrativa	Viviendas Ocupadas						
	Total	Particulares	Colectivas				
			Total	Residencial Pensión	Hotel Posada	Institución	Otro
Región de Atacama	54.858	54.255	603	85	51	146	321
Provincia de Huasco	15.777	15.681	96	16	10	30	40
Comuna Huasco	1.960	1.944	16	4	2	4	6
Distrito Huasco	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i
Localidad							
Huasco	1.751	1.736	15	s/i	s/i	s/i	s/i
Huasco Bajo	317	317	0	s/i	s/i	s/i	s/i
El Pino	56	56	0	s/i	s/i	s/i	s/i
Comuna de Freirina	1.317	1.313	4	0	0	3	1
Distrito Freirina	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i
Localidad							
Freirina	872	869	3	s/i	s/i	s/i	s/i
Las Tablas	45	45	0	s/i	s/i	s/i	s/i
Los Loros	26	26	0	s/i	s/i	s/i	s/i
Atacama	35	35	0	s/i	s/i	s/i	s/i
Nicolasa	46	46	0	s/i	s/i	s/i	s/i
Vicuña Mackena	157	157	0	s/i	s/i	s/i	s/i

Fuente: Censo de Población y Vivienda de 1992. INE.

3.8.4.2 Servicios a la Vivienda

La energía eléctrica disponible en la Región de Atacama es generada por generadoras de servicio público y por autoprodutores.

La empresa generadora de servicio público que administra energía a la Región y, específicamente al área de estudio, es ENDESA. En Huasco existen 3 plantas térmicas con una potencia de 64,2 M.W. con turbina tipo gas-ifo 180 y 2 plantas térmicas con 16 M.W. de potencia y con tipo de turbina vapor-carbón.

La compañía distribuidora de la energía eléctrica en la Región de Atacama es la Empresa Eléctrica de Atacama S.A., la que se encarga de la distribución de energía a los diferentes sectores residenciales, comerciales, minero, industrial y agrícola. En este último, la demanda de energía no es significativa y se incluye dentro de la demanda poblacional. El mayor consumo de energía lo representa la minería del cobre y del hierro (CEDEC, 1985 e INE, 1999).

Respecto a los autoprodutores, estos han tenido importancia en la generación de energía destinada a las actividades mineras (CODELCO, CAP y ENAMI).

En la Región de Atacama no se han descubierto recursos geotérmicos y los recursos hidroeléctricos presentan un ínfimo aporte al potencial energético, así como también, la energía eléctrica a través de energía solar, que es mínima y se utiliza sólo en radioestaciones repetidoras de comunicaciones.

Las instalaciones de ENDESA y de autoprodutores, más el aumento de transmisión de energía desde el sistema interconectado de ENDESA mediante la extensión de la línea 220 KV, satisfacen sin problemas la demanda de energía eléctrica regional.

Los servicios básicos disponibles en los hogares según división político administrativa, se presentan en el Cuadro N° 3.32. Aquí se detalla la cantidad de hogares que disponen de alumbrado eléctrico (de red pública, generador u otro), los que reciben el agua potable de la red pública (servicio conectado a una red), los que tienen acceso al agua por cañería (al menos con una llave de abastecimiento dentro de la vivienda o fuera pero en el local de habitación) y los que tienen conexión a alcantarillado (el excusado de la vivienda desagua en el sistema de red pública o en un sistema de pozo profundo).

Al nivel político administrativo de las 9 localidades involucradas en el área de estudio, es posible decir que del total de los 2.874 hogares que existen, según datos estadísticos obtenidos del Censo de Población y Vivienda de 1992 (INE, 1992), 2.636 hogares, es decir, el 91,7% disponen de alumbrado eléctrico en sus casas. Este valor es relativamente mayor que los porcentajes en la Región, provincia y comunas, entre 81,06% (comuna de Freirina) y 88,36% (Región de Atacama).

Las localidades de Huasco y Freirina son las que tienen los porcentajes más elevados de hogares con disponibilidad de alumbrado eléctrico, 93,6% y 94,6%, respectivamente, mientras que la localidad con menor porcentaje es la de Los Loros en la comuna de Freirina, la cual tiene un 65,2% (8 hogares) del total de hogares que reciben alumbrado eléctrico.

En relación a la red pública de agua, existe en el área de estudio una notable deficiencia, en las localidades más rurales. Las localidades de El Pino, Atacama, Nicolasa y Los Loros solamente alcanzan un porcentaje de 46,8%, 12,1%, 9,7% e incluso 0%, respectivamente, de hogares que reciben agua a partir de la red pública. Los niveles presentes en las localidades muestran ser inferiores a los de las otras entidades políticas administrativas evaluadas, ya que el menor porcentaje de hogares que reciben agua por la red pública es de 73,1% en la comuna de Freirina y el mayor es de 86,2% a nivel regional.

El número de hogares estimados dentro del área de estudio que tienen acceso al agua por cañería es relativamente similar a los que disponen de una red pública para recibir el agua potable.

Sin embargo, respecto a los hogares conectados a alcantarillado, en el Cuadro N° 3.32 se muestra que un menor número de hogares está conectado a la red de alcantarillado, en comparación a los que disponen de red pública y cañería para el acceso del agua. En la localidad de Huasco el 70,3% de los hogares tienen alcantarillado y en la de Freirina el 69,7%. El resto de las localidades informaron porcentajes menores al 34%, hasta 3%, 2% e incluso 0% en la localidad de Los Loros.

Se resume que en término de servicios básicos, la disponibilidad de alumbrado eléctrico, y también de alcantarillado que existe en los hogares del área de estudio es relativamente buena, especialmente en los sectores urbanos, y en comparación a las comunas en las que se ubican. Sin embargo, la disponibilidad de agua potable y existencia de cañería es deficiente e incluso alcanza a 0% en algunos sectores rurales, además, es comparativamente baja en relación a las otras entidades poblacionales evaluadas.

Cuadro N° 3.32
Hogares, por Tipo de Servicios Básicos
Según División Político Administrativa del Área de Estudio (n°)

División Político Administrativa	Total Hogares (n°)	Alumbrado Eléctrico		Origen del Agua		Acceso al Agua		Conexión Servicio Higiénico	
		Dispone	No Dispone	Red Pública	Otro	Con Cañería	Sin Cañería	Por Alcantarillado	Sin Alcantarillado
Región Atacama	56.989	50.357	3.572	49.129	4.800	48.918	5.011	40.664	13.265
Provincia Huasco	16.303	13.887	1.686	13.196	2.377	13.262	2.311	10.653	4.920
Comuna Huasco	1.990	1.742	188	1.672	258	1.655	275	1.184	746
Localidad									
Huasco	1.523	1.426	41	1.407	60	1.390	77	1.072	395
Huasco Bajo	256	228	24	233	19	230	22	89	163
El Pino	47	39	8	22	25	21	26	12	35
Comuna Freirina	1.320	1.070	234	965	339	945	359	629	675
Localidad									
Freirina	771	730	32	749	13	745	17	538	224
Las Tablas	45	31	14	36	9	34	11	6	39
Los Loros	23	15	8	0	23	0	23	0	23
Atacama	33	26	7	4	29	2	31	1	32
Nicolasa	41	29	9	4	34	4	34	1	37
Vicuña Mackena	135	112	22	112	22	109	25	46	88

Fuente: Censo de Población y Vivienda de 1992. INE, y Ciudades Pueblos y Aldeas, 1992, INE.

3.8.4.3 Salud

La infraestructura del Servicio de Salud de Atacama para la Región de Atacama, está conformada, principalmente por 5 Hospitales Públicos y 19 Consultorios Municipalizados, los cuales se concentran principalmente en las zonas urbanas de Copiapó y Vallenar.

Entre los hospitales, existen el Hospital de Vallenar y el Hospital Huasco, ubicados en las ciudades del mismo nombre. El primero de ellos se sitúa aproximadamente a 30 km de la ciudad de Freirina.

Entre los 19 Consultorios Municipalizados que se encuentran en la Región, ubicados en o cerca del área de estudio, se destacan el Consultorio General Rural Freirina, el Consultorio General Urbano en Huasco y 4 Consultorios Generales urbanos en Vallenar (Consultorio Baquedano, Consultorio Estación, Consultorio Hermanos Carrera y Consultorio Joan Crawford).

Además, se puede mencionar la existencia de 11 postas rurales en la III Región, una de ellas se ubica en Huasco y 6 en la ciudad de Vallenar (CEDEC, 1985).

Cuadro N° 3.33
Población Beneficiaria del Sistema de Atención Primaria de Salud,
Según División Político Administrativa del Área de Estudio (n°)

División Político Administrativa	Población Total (n°)	Población Beneficiaria Municipal (n°)	Porcentaje Población Beneficiada (%)
Región Atacama	230.873	125.008	54,14
Provincia Huasco	64.730	35.708	55,16
Comuna Huasco	7.516	2.985	39,71
Comuna Freirina	5.221	4.905	93,94

Fuente: Panorama Comunal, 1999. INE.

Por otra parte, analizando el número de personas beneficiadas por el sistema de atención primaria de salud, el Cuadro N° 3.33 muestra, para la región, provincia y comunas de interés, que existe una notable diferencia entre las comunas de Huasco y Freirina, ya que la primera de ellas muestra un 39,71% (2.985 personas) de la población total es beneficiaria del sistema de atención primaria de salud, mientras que en la comuna de Freirina este porcentaje alcanza al 93,94% (4.905 personas) de la población comunal.

En general, la comuna de Huasco muestra una cobertura más deficiente en comparación con la región y provincia, mientras que la población de la comuna de Freirina se encuentra en un nivel de cobertura relativamente superior en sistemas de salud.

Otros parámetros que indican el nivel de salud de la población son el número de discapacitados presentes dentro de la población, valores que se muestran en el Cuadro N° 3.34, y los programas de alimentación infantil expuestos en el Cuadro N° 3.35.

Según la información obtenida en el Instituto Nacional de Estadística a nivel de región, provincia y comuna, en el Censo de Población y Vivienda de 1992, en el Cuadro N° 3.34 aparece que el porcentaje de personas con discapacidad física dentro de la población total va entre el 1,66% y el 2,16% de la población. El valor porcentual más bajo corresponde al de la Región de Atacama, mientras que el más alto al de la provincia.

Las comunas presentan porcentajes intermedios entre el valor regional y el provincial, aunque, entre comunas, se observa algo más elevado en la de Huasco, la que informó 159 personas con discapacidad, 2,11%, mientras que la comuna de Freirina informó a 98 personas, lo que equivale al 1,87% de su población comunal.

Por otra parte, se destaca también que en relación al tipo de discapacidad (Cuadro N° 3.34), dentro de las personas discapacitadas, los mayores problemas los presentan las personas lisiadas con parálisis y las deficientes mentales, además de las que tienen sordera total. Se destaca una diferencia entre comunas al presentar un porcentaje muy elevado de personas con ceguera total (17,61% del total de discapacitados) en la comuna de Huasco en relación con la comuna de Freirina (7,14% del total de discapacitados).

Cabe considerar que estas discapacidades suelen ser más frecuentes en las personas de mayor edad, esto es generalmente en personas mayores a 50 años de edad (INE, 1992).

En definitiva, no se observan diferencias significativas en el porcentaje de gente discapacitada y tipo de discapacidad en cada una de las entidades político administrativas evaluadas, lo que permitiría estimar que dentro del área de estudio se presentaría la misma situación, porcentualmente hablando (INE, 1999).

Cuadro N° 3.34
Población Discapacitada, por Tipo de Discapacidad,
Según División Político Administrativa del Área de Estudio (n°)

División Político Administrativa	Población			Porcentajes por Tipo de Discapacidad (%)				
	Total (n°)	Discapacitada (n°)	Discapacitada (%)	Ceguera Total	Sordera Total	Mudez	Parálisis Lisiado	Deficiencia Mental
Región de Atacama	230.873	3.840	1,66	15,73	23,23	4,82	33,04	29,50
Provincia de Huasco	64.730	1.399	2,16	18,94	23,01	4,65	30,59	30,24
Comuna de Huasco	7.516	159	2,11	17,61	19,49	4,40	29,56	33,33
Comuna de Freirina	5.221	98	1,87	7,14	21,43	6,12	38,76	29,59

Fuente: Panorama Comunal, 1999. INE.

Cuadro N° 3.35
Cobertura de Programas de Alimentación Infantil,
Según División Político Administrativa del Área de Estudio

División Político Administrativa	Programa Nac. Alimentación Consultorios Retiro de Alimentos Menores 6 Años				Programa Alimentación Escolar Recibe Alimentación			
	Total (n°)	% Sí	% No	% No Sabe	Total	% Sí	% No	% No Sabe
Región de Atacama	30.092	69,58	27,24	3,18	58.189	34,62	65,04	0,34
Provincia de Huasco	7.988	78,29	15,58	6,13	14.423	35,29	64,43	0,28
Comuna Huasco	872	59,60	39,40	0,91	1.765	46,60	53,40	-
Comuna de Freirina	712	76,10	23,90	-	1.289	50,60	49,40	-

Fuente: Panorama Comunal, 1999. INE.

Como se mencionó anteriormente, los programas de alimentación infantil son un buen parámetro para determinar el estado de salud de un buen sector de la población. Aunque no existe información de la distribución de los alimentos en las distintas localidades, se estima que gran parte de los alimentos son distribuidos en los principales centros urbanos, debido a que en éstos se concentran los centros médicos y educacionales que se encargan de los programas de alimentación.

Los alimentos son distribuidos en consultorios y escuelas. En el primero de ellos los alimentos son retirados con el fin de ser entregados a menores de 6 años, mientras que en las escuelas son suministrados a los alumnos en la misma institución en desayunos y almuerzos.

A pesar de que gran parte de los indicadores del nivel de salud evaluados están a nivel comunal, se podría estimar que la zona del proyecto tendría una buena cobertura en sistemas de salud y su nivel sería relativamente adecuado. Esto, en función de los datos comunales y también del área de estudio compromete las ciudades de Huasco y Freirina, las que incluyen centros médicos importantes dentro de la Región.

La población de toda la III Región, teóricamente, estaría cubierta por el Servicio de Salud de Atacama, creado en 1979 y que forma parte del Sistema Nacional de Servicios de Salud, el que tiene infraestructura y servicios relativamente adecuados para ofrecer a la comunidad (CEDEC, 1985).

En general, no existen grandes limitaciones, especialmente en los centros urbanos, sin embargo, entre las limitaciones del sector, se destaca, en primer lugar, las bajas condiciones culturales y socioeconómicas de un sector de la población. Además, como segundo lugar, se puede mencionar el problema de las distancias entre un poblado y otro, se estima que para la población de los pueblos que se encuentran más alejados de estos centros urbanos sería menos asequible.

3.8.4.4 Educación

La provincia de Huasco cuenta con alrededor de 63 establecimientos educacionales, tanto de enseñanza básica, media y de educación diferencial.

La Región cuenta, además, con la Universidad de Atacama en Copiapó. Esta universidad es la sucesora y continuadora de la escuela de Minas de Copiapó, la que se fundó por iniciativa de la Junta Minera el año 1857 con el nombre de Colegio de Minería, para posteriormente pasar por varias fases hasta integrar la Universidad Técnica del Estado en 1952. La Universidad de Atacama fue creada el 26 de Octubre de 1981.

El número de personas matriculadas en la Región de Atacama, según el Censo de 1992, alcanza a 66.638 personas (Cuadro N° 3.36), lo que equivale al 28,86% del total de la población regional. Este porcentaje se mantiene relativamente parejo en las comunas de Huasco y Freirina.

En general, el mayor porcentaje de las personas matriculadas corresponden a niños, mientras que la matrícula para personas adultas es de un 4,4% del total de matriculados en la comuna de Huasco y sólo del 2% en la comuna de Freirina. A nivel provincial el porcentaje de gente adulta matriculada alcanza a 2,7%, valor que llega hasta 3,1% como promedio regional. En general, se podría decir que el porcentaje de adultos matriculados se mantiene dentro de rangos similares en todas las entidades político administrativas evaluadas.

En el caso de las personas matriculadas en instituciones de educación especial, se observa que existe un bajo número de ellas matriculadas en la comuna de Huasco y ninguna en la comunas de Freirina, en comparación a la región y provincia de Atacama que muestran una matrícula de educación especial del 1,6% y 1% de la población total matriculada, respectivamente.

Cuadro N° 3.36
Total de Personas Matriculadas, Según
División Político Administrativa del Area de Estudio (n°)

División Político Administrativa	Matrícula Total (n°)			
	Total	Especial	Niños	Adultos
Región de Atacama	66.638	1.080	63.457	2.101
Provincia de Huasco	17.953	182	17.283	488
Comuna Huasco	2.065	7	1.966	92
Comuna de Freirina	1.434	-	1.404	30

Fuente: Panorama Comunal, 1999. INE.

Considerando que el nivel de educación a nivel comunal se mantiene dentro de los rangos normales regionales, se establece también que gran parte de la enseñanza básica y media es cursada mayormente por niños, tanto a nivel regional, provincial y comunal. Se destaca dentro de este contexto que en la comuna de Freirina no fueron informados adultos en instrucción media,

según los datos que aparecen en el Cuadro N° 3.37 extraídos del Instituto Nacional de Estadísticas, INE.

El nivel de alfabetismo de la población, considerado como otro buen indicador educacional, establece para 1992, que el nivel de alfabetismo que presenta la comuna de Huasco (95,3%) es similar al de la Región (95,7%) y algo superior al de la provincia (93%) (Cuadro N° 3.38). Sin embargo, en la comuna de Freirina se observa que el porcentaje de alfabetismo de la población es levemente inferior a los valores anteriores, ya que existe solamente un 90% de población alfabetizada.

En términos generales, aunque en la comuna de Freirina se observa una leve deficiencia en alfabetismo, ésta no es notablemente baja en comparación a la comuna de Huasco y a la provincia y región de Atacama. Según esto, se podría estimar que el área de estudio mantendría una situación similar a la que presentan las comunas evaluadas en relación a la educación de la población.

Cuadro N° 3.37
Nivel de Educación por Grado de Instrucción,
Según División Político Administrativa del Área de Estudio

División Político Administrativa	Total Matrículas	Especial	Pre-Básica	Básica			Enseñanza Media		
				Total	Niños	Adultos	Total	Niños	Adultos
Región de Atacama	66.638	1.080	5.631	43.537	43.099	438	16.390	14.727	1.663
Provincia de Huasco	17.953	182	1.335	11.950	11.848	104	4.486	4.100	386
Comuna Huasco	2.065	7	173	1.395	1.381	14	490	412	78
Localidad									
Huasco	s/i	s/i	s/i	2.973	s/i	s/i	1.747	s/i	s/i
Huasco Bajo	s/i	s/i	s/i	5.005	s/i	s/i	216	s/i	s/i
El Pino	s/i	s/i	s/i	89	s/i	s/i	31	s/i	s/i
Comuna Freirina	1.434	-	84	1.098	1.068	30	252	252	-
Localidad									
Freirina	s/i	s/i	s/i	1.715	s/i	s/i	753	s/i	s/i
Las Tablas	s/i	s/i	s/i	104	s/i	s/i	26	s/i	s/i
Los Loros	s/i	s/i	s/i	53	s/i	s/i	8	s/i	s/i
Atacama	s/i	s/i	s/i	90	s/i	s/i	23	s/i	s/i
Nicolasa	s/i	s/i	s/i	97	s/i	s/i	27	s/i	s/i
Vicuña Mackena	s/i	s/i	s/i	296	s/i	s/i	90	s/i	s/i

Fuente: Panorama Comunal, 1999. INE.

S/i: Sin información.

Cuadro N° 3.38
Nivel de Alfabetismo, por Sexo,
Según División Político Administrativa del Área de Estudio

División Político Administrativa	Población con 10 Años y Más			% Alfabetismo		
	Total	Hombres	Mujeres	Total	Hombres	Mujeres
Región de Atacama	180.266	92.039	88.227	95,7	95,9	95,5
Provincia de Huasco	50.282	24.753	25.529	93,0	93,2	92,9
Comuna Huasco	5.867	3.033	2.834	95,3	95,7	94,9
Comuna Freirina	3.992	2.002	1.990	90,7	90,0	91,3

Fuente: Censo de Población y Vivienda de 1992. INE.

Se podría decir que las limitaciones del sector educación se encontrarían principalmente en los sectores rurales, especialmente por la distancia y carencia de medios de movilización regulares.

Al igual que en el sector salud, el grado cultural de la población y el factor pobreza, afectarían el normal desarrollo del sector educación poblacional.

3.8.4.5 Nivel de Vida de la Población

Es posible tener una idea del nivel de vida de la población con la información del Cuadro N° 3.39, en el que se expone el ingreso mensual promedio de los hogares por línea de pobreza.

Los porcentajes de población indigente en las comunas de Huasco y Freirina son de 4,6% y 5,4%, respectivamente, encontrándose el mayor porcentaje de la población dentro de la categoría "no pobre".

Acorde con lo anterior, en ambas comunas se observa también que el número de personas promedio por hogar tiende a ser mayor en los hogares que entran en la categoría de "pobre" e "indigente". Estos valores van entre 4,5 y 5,4 personas promedio por hogar, mientras que en los hogares "no pobres" el número de personas promedio por hogar está entre 3,9 y 4,1.

Cuadro N° 3.39
Ingreso Mensual Promedio de los Hogares por Línea de Pobreza,
Según División Político Administrativa (n°)

División Político - Administrativa	% Línea Pobreza	Hogares (n°)	Población (n°)	Promedio Pers/Hogar	Ingreso Autónomo del Hogar	Subsidios Monetarios	Ingreso Monetario del Hogar
Comuna Huasco							
Indigente	4,6	88	399	4,5	33.034	8.775	41.809
Pobre	11,0	209	1.122	5,4	118.548	12.100	130.647
No Pobre	84,4	1.604	6.251	3,9	366.995	5.910	372.905
TOTAL	100,0	1.901	7.772	4,1	324.221	6.723	330.944
Comuna Freirina							
Indigente	5,4	66	355	5,4	39.815	12.226	52.041
Pobre	24,1	296	1.543	5,2	119.492	10.757	130.250
No Pobre	70,5	865	3.576	4,1	291.204	9.488	300.692
TOTAL	100,0	1.227	5.474	4,5	236.259	9.941	246.200

Fuente: Panorama Comunal, 1999. INE.

Por otra parte, el nivel de ingreso familiar es notablemente inferior al salario mínimo en los hogares "indigentes", de \$41.809 y de \$52.041 promedio mensual por hogar para las comunas de Huasco y Freirina, respectivamente.

En los hogares pobres el nivel de ingreso es, aproximadamente, de \$130.000 en ambas comunas, mientras que en los "no pobres" este valor aumenta a \$372.905 y \$300.692.

En promedio, los hogares de la comuna de Huasco tienen un mayor ingreso promedio por hogar que la comuna de Freirina. Ambas comunas promedian un ingreso mensual de \$288.572 por hogar.

3.8.5 Tenencia de la Tierra

A partir de la información cuantitativa obtenida del Instituto Nacional de Estadísticas, se estima que gran parte de la población del área de estudio habita viviendas "propias", lo que incluye viviendas totalmente pagadas y las que están siendo pagadas a plazos.

En la Región de Atacama, el 63,3% de las viviendas particulares ocupadas son "propias", mientras que en las comunas de Huasco y Freirina estos valores aumentan levemente a: 65,8% y 68,8%, respectivamente.

Considerando las 9 localidades que integran el área de estudio, se estima que el porcentaje de hogares con condición de tenencia "propias" (1.894 viviendas) alcanza a 65,9% del total de

viviendas particulares ocupadas (2.874 viviendas) de la zona en estudio, tipo de condición de tenencia que caracteriza al área de estudio.

En segundo término, se destaca “otra” condición de tenencia como levemente más importante que el “arriendo”, según el número de viviendas informadas. Sin embargo, se podría decir que no existen diferencias significativas, especialmente en el caso de las comunas y a nivel del área de estudio. En esta última, el tipo de condición de tenencia "otro" alcanza al 17,08% del total de las viviendas particulares ocupadas y el de tipo "arrendada" al 17,02%.

Se aclara que tipo de condición de tenencia “otra” se define según el Censo de Población y vivienda de 1992 (INE), como las viviendas que son cedidas por servicios, es decir, aquellas que son asignadas a un hogar por las funciones o labores que realiza uno de los miembros del hogar, casos en el cual se pueden encontrar: directores de escuelas y liceos, personal de las Fuerzas Armadas y de Orden, empleados y directivos, funcionarios públicos, administradores, mayordomos, porteros, etc. “Otros” tipos de condición de tenencia son las viviendas gratuitas y las que incluyen casos excepcionales, tales como tomas de terreno.

3.8.6 Infraestructura de Transporte

A 795 km de Santiago se ubica la Región de Atacama, a la cual se accede por tierra, aire y mar. El transporte marítimo está dedicado principalmente al sector minero, mientras que el carretero es el que más se utiliza, especialmente por el sector agrícola del valle.

Por tierra a través de la ruta 5, Panamericana Norte, en la cual existen regulares servicios de autobuses que salen desde los terminales regionales y desde Santiago cada 1 ó 2 horas.

El camino internacional hacia Argentina es por la ruta Paso San Francisco.

El viaje por tierra entre Santiago y Copiapó se demora alrededor de 12 horas en bus, mientras que por aire, en vuelo directo, alrededor de 1 hora y 20 minutos (SERNATUR, 2001).

La longitud total de la red caminera en la Tercera Región es de 6.360 km, de los cuales 1.000 km están asfaltados, 1.824 km son de ripio asfaltado y 3.535 km son de tierra (sólo 1 km es de pavimento hormigón) (INE y CONAMA, 2000).

Desde la capital regional Copiapó a algunos lugares de la Región, las distancias en kilómetros son:

Desde Copiapó a:

- Los Loros 64 km.
- Caldera 75 km.
- Paso San Francisco 285 km.
- Vallenar 145 km.

- Chañaral 167 km.
- Freirina 177 km.
- Alto del Carmen 183 km.
- Huasco Bajo 188 km.
- El Salvador 213 km.

Las carreteras y caminos son suficientes como medios de transporte dentro del área, ya que los flujos de pasajeros y carga se desarrollan en buenas condiciones. Estos son muy importantes para el desarrollo del área de estudio en términos sociales y económicos, ya que gran parte de las necesidades de la población, insumos en general, actividades bancarias, comercio, etc., son satisfechas en la ciudad de Vallenar, por lo que los caminos y el transporte son de vital importancia.

El número de automóviles en la Región de Atacama fue de 55 por cada 1.000 habitantes en el año 1999, mientras que el valor promedio a nivel nacional fue de 76 automóviles por cada 1.000 habitantes (INE y CONAMA, 2000).

El total del parque automotriz en circulación para el año 1999 en la III Región, según los datos estadísticos del Instituto Nacional de Estadísticas, fue de un total de 35.560 automóviles, de los cuales 28.291 (79,55%) correspondían a transporte de tipo particular, 3.673 (10,33%) a automóviles de transporte colectivo y 3.600 (10,12%) a transporte de carga. Estos valores regionales corresponden al 1,7%, 1,59%, 2,12% y 2,67% de los valores nacionales, respectivamente.

Dentro del transporte colectivo terrestre se destaca una gran diversidad de líneas de buses dentro de las que se destacan en el área de estudio: Tur Bus, Elqui Bus y Pullman Bus.

Cabe destacar que dentro del área de estudio, existen solamente dos bombas bencineras ubicadas en Huasco (Shell y Copec S.A.). Otras bombas de bencina cercanas a la zona de interés se sitúan en Vallenar.

Para el transporte aéreo en la Región existe el Aeródromo Chamonate, distante de Copiapó 15 km. al oeste; el aeródromo El Salvador, distante a 16 km. de El Salvador; y el aeródromo local de Vallenar sólo para aviones pequeños. Las líneas aéreas comerciales que funcionan en la Región son Lan Chile – Ladeco.

Para el transporte marítimo destaca el Puerto Mecanizado de Codelco, División El Salvador. Su principal uso es la exportación de productos minerales de cobre, como concentrado de cobre y cobre refinado electrolíticamente en la fundición ubicada en Potrerillos. Así mismo se recibe material importado para el proceso de la División Codelco El Salvador.

Caldera también cuenta con dos puertos de embarque y desembarque, el perteneciente a la empresa minera Candelaria, que es usado mayoritariamente para la exportación de concentrados

de cobre. El otro muelle, de uso comercial, es utilizado para la exportación de las primeras uvas de la temporada del país.

3.9 Características de la Economía

3.9.1 Fuerza de Trabajo

Según el Cuadro N° 3.40, "Fuerza de Trabajo, Ocupación y Desocupación de la Población de 15 Años y Más, Según División Político Administrativa", se observa que en las comunas de Huasco y Freirina existe un porcentaje levemente menor de población en la fuerza de trabajo, es decir, personas que realizan alguna actividad laboral ya sea económicamente activa o no, en relación a la provincia y Región de Atacama. Estas dos últimas tienen entre un 51,97% y 53,65% de personas en la fuerza de trabajo, respectivamente, mientras que a nivel comunal los porcentajes son de 46,05% y 49,22%, mostrando ser levemente mayor en la comuna de Freirina.

De las personas que se cuentan como fuerza de trabajo, solamente en la comuna de Freirina se observa un menor número de gente ocupada, 84,87%, puesto que el resto de las entidades poblacionales evaluadas (región, provincia y comuna de Huasco) muestran porcentajes mayores de 87,28% y 88,81%.

En general, estimando que la situación de las comunas refleja en alguna medida la situación del área de estudio, es posible decir que el porcentaje de personas mayor o igual a 15 años de edad que están dentro de la fuerza de trabajo y ocupadas, estaría muy levemente por debajo del promedio que se presenta a nivel regional y provincial, sin embargo, no se observan diferencias significativas.

Cuadro N° 3.40
Fuerza de Trabajo, Ocupación y Desocupación
de la Población de 15 Años y Más, Según
División Político Administrativa del Área de Estudio

División Político Administrativa	Participación en Fuerza de Trabajo					Ocupación y Desocupación				
	Total n°	Fuerza Trabajo		Inactivo		Total n°	Ocupado		Desocupado	
		n°	%	n°	%		n°	%	n°	%
Región de Atacama	175.058	93.911	53,65	81.147	46,35	93.911	83.398	88,81	10.513	11,19
Provincia Huasco	49.000	25.467	51,97	23.533	48,03	25.467	22.259	87,50	3.208	12,59
Comuna Huasco	5.600	2.579	46,05	3.021	53,95	2.579	2.251	87,28	328	12,72
Comuna Freirina	3.706	1.824	49,22	1.880	50,78	1.824	1.548	84,87	276	15,13

Fuente: Panorama Comunal, 1999. INE.

3.9.2 Sectores Económicos

Según la clasificación de las actividades económicas determinada por el Instituto nacional de Estadísticas para el Censo de Población y Vivienda de 1992, se tienen 3 grandes grupos llamados Sectores Económicos: Primario, Secundario y Terciario. Estos están divididos a su vez en Ramas de Actividad Económica, es decir, la actividad del establecimiento en que una persona económicamente activa trabaja durante el período de referencia o trabajó por última vez, si está cesante.

Los Sectores Económicos y Ramas de Actividad económica se detallan a continuación:

Sector Primario

- Rama de Actividad Económica
 - 1 Agricultura, ganadería, caza y silvicultura
 - 2 Pesca
 - 3 Explotación de minas y canteras

Sector Secundario

- Rama de Actividad Económica
 - 4 Industrias manufactureras
 - 5 Suministro de electricidad, gas y agua
 - 6 Construcción

Sector Terciario

- Rama de Actividad Económica
 - 7 Comercio al por mayor y al por menor; reparación de vehículos automotores, motores, motocicletas, efectos personales y enseres domésticos
 - 8 Hoteles y restaurantes
 - 9 Transporte, almacenamiento y comunicaciones
 - 10 Intermediación financiera
 - 11 Actividades inmobiliarias, empresariales y de alquiler
 - 12 Administración pública y defensa; planes de seguridad social de afiliación obligatoria
 - 13 Enseñanza
 - 14 Actividades de servicios social y de salud
 - 15 Otras actividades comunitarias, sociales y personales de tipo servicio
 - 16 Hogares privados con servicio doméstico
 - 17 Organizaciones y órganos extraterritoriales

Según esta clasificación, en el Cuadro N° 3.41 se observa que gran parte de la población económicamente activa y ocupada mayor o igual a 15 años de edad, se concentra primeramente en el Sector Terciario y después en el Primario.

Esta tendencia regional no se observa al interior de las comunas. En Freirina, el porcentaje de gente dedicada a las actividades Primarias es mayor. El 35,8% de la población ocupada se dedica a estas actividades en la comuna de Huasco y el 50% en la comuna de Freirina, posiblemente por ser una comuna mayormente rural, mientras que en la III Región se promedió un porcentaje igual al 32,7% de personas que se dedican a las actividades de agricultura, silvicultura, pesca, caza y explotación de minas y canteras.

En general, a nivel regional se observa que esta Región tiene una importante vocación minera. La producción minera es muy diversificada debido a que Atacama cuenta con importantes recursos mineros metálicos como cobre, hierro, plata, oro y abundantes minerales no metálicos, tales como baritina, cuarzo, carbonato de calcio, caolín, apatita, azufre y alumbre (CEDEC, 1985).

Se estima, por los porcentajes comunales, que en el área de estudio principalmente los sectores económicos de la silvoagricultura, pesca y minería, son las actividades económicas más importantes para la población de la zona.

Cuadro N° 3.41
Población de 15 Años y Más, Ocupada por Sector Económico,
Según División Político Administrativa (n°)

División Político Administrativa	Población 15 Años y Más (n°)	Sector Económico		
		Primario	Secundario	Terciario
Región de Atacama	70.700	23.162	11.854	35.599
Provincia Huasco	20.186	7.263	2.937	9.398
Comuna Huasco	2.599	932	509	1.090
Localidad				
Huasco	s/i	480	347	863
Huasco Bajo	s/i	114	49	93
El Pino	s/i	34	4	5
Comuna Freirina	1.461	741	177	485
Localidad				
Freirina	s/i	243	110	328
Las Tablas	s/i	30	3	13
Los Loros	s/i	16	1	1
Atacama	s/i	30	1	0
Nicolasa	s/i	47	0	5
Vicuña Mackena	s/i	36	22	37

Fuente: Censo de Población y Vivienda de 1992. INE.

Nota: Parte de la población de 15 años y más ocupada no forma parte de estos 3 Sectores Económicos, sino que queda en la categoría de "ignorado" y "busca trabajo por primera vez", valores no informados en este Cuadro.

Más detalladamente, en el Cuadro N° 3.42 se expone la población mayor o igual a 15 años de edad ocupada dentro de la fuerza de trabajo distribuida según Ramas de Actividad Económica.

Según este Cuadro, a nivel de las comunas de interés con los valores que nos aproximan a la caracterización del área del proyecto, es posible observar que dentro del Sector Primario, las Ramas Económicas que toman mayor importancia en función al número de personas que informa dedicarse a ellas, son la pesca (Rama de Actividad Económica 2) en la comuna de Huasco y la agricultura, ganadería, silvicultura, caza y minería (Rama de Actividad Económica 1 y 3) en la comuna de Freirina.

Se aprecia que pocas mujeres se dedican a trabajar en las actividades mineras, más que en las silvoagropecuarias, ya que estas tareas son practicadas mayormente por los hombres.

En el Sector Terciario, las Ramas de Actividad Económica a que más se dedica la población son principalmente: comercio al por mayor y al por menor; reparación de vehículos automotores, motores, motocicletas, efectos personales y enseres domésticos (7); administración pública y defensa, y planes de seguridad social de afiliación obligatoria (12); y enseñanza (13) en ambas

comunas, destacando en la comuna de Huasco el mayor desarrollo de las actividades de transporte, almacenamiento y comunicaciones (9).

A nivel regional, se destaca que la actividad minera desarrollada en la III Región es la principal, así como también dentro de la provincia de Huasco.

Cuadro N° 3.42
Población Económicamente Activa de 15 Años y Más,
por Rama de Actividad Económica, Según División Político Administrativa

	Población >15 Años	Rama de Actividad Económica																
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	Ignorado
Región Atacama																		
Total	70.700	5.795	2.222	15.145	5.820	445	5.589	11.120	1.988	5.091	536	2.490	4.183	3.654	2.025	1.355	3.157	85
Hombres	54.468	5.338	2.103	14.542	4.880	394	5.446	7.733	949	4.756	385	1.942	2.947	1.324	673	751	254	51
Mujeres	16.232	457	119	603	940	51	143	3.387	1.039	335	151	548	1.236	2.330	1.352	604	2.903	34
Provincia Huasco																		
Total	20.186	2.776	711	3.776	1.521	168	1.248	2.864	489	1.369	87	614	984	1.058	615	298	1.020	37
Hombres	15.427	2.586	668	3.640	1.312	158	1.211	1.928	240	1.288	67	470	690	330	195	143	93	24
Mujeres	4.759	190	43	136	209	10	37	936	249	81	20	144	294	728	420	155	927	13
Comuna Huasco																		
Total	2.599	211	506	215	366	54	89	277	57	195	0	93	121	125	81	29	112	4
Hombres	2.045	195	481	208	328	51	87	187	34	179	0	79	85	33	30	11	9	3
Mujeres	554	16	25	7	38	3	2	90	23	16	0	14	36	92	51	18	103	1
Comuna Freirina																		
Total	1.461	346	81	314	106	8	63	146	21	67	1	17	66	70	34	13	50	3
Hombres	1.176	322	72	311	71	8	63	109	16	64	0	13	42	22	9	7	5	2
Mujeres	285	24	9	3	35	0	0	37	5	3	1	4	24	48	25	6	45	1

Fuente: Censo de Población y Vivienda de 1992. INE.

3.9.2.1 Indicadores Económicos a Nivel Regional

A nivel de Región, el panorama económico se refleja en los resultados que aparecen en la publicación titulada "Situación Económica y Social de las Regiones del País", elaborado por el INE en 1996, donde se señala que durante el período 1985-1992 las regiones de mayor dinamismo respecto al crecimiento promedio anual del PIB (Producto Interno Bruto) son las Regiones: Metropolitana, Séptima y Tercera. La Región Metropolitana crecía en 8,1% anual, al igual que la Séptima Región, mientras que la Tercera Región crecía en 7,4% anual.

En relación al PIB por habitante, se observaron fuertes diferencias regionales en el crecimiento promedio para el mismo período (1985-1992). Aunque el crecimiento del PIB por habitante de la Tercera Región no superaba al promedio del país, alcanzó el 4,5% anual, superando el crecimiento de 8 regiones.

En 1993, la Tercera Región mostró un ingreso anual por persona cercano a los US\$1.700, siendo superior a las regiones Novena, Séptima y Décima, con ingresos promedio de: 1.276, 1.426 y 1.348 dólares anuales. El ingreso promedio nacional por persona fue de US\$2.379 anuales.

Estas cifras indican en forma gruesa que, a nivel regional, la Región de Atacama se ubicaba en una situación económica promedio respecto de la situación del país.

3.9.2.2 Sector Silvoagropecuario

Según los antecedentes presentados anteriormente, el sector silvoagropecuario toma importancia dentro de las actividades económicas desarrolladas por la población del área de estudio y de la Región.

La agricultura se ha visto desarrollada en los últimos 15 años con la incorporación de nuevos suelos a la producción de uva de exportación, en el valle de Copiapó fundamentalmente y Huasco en menor escala. En este último valle se han visto desarrollados otros tipos de producción frutícola y de industria de licores y pisco ligada a la actividad agrícola.

En el valle de Copiapó se produce la uva de mesa de exportación utilizando sistemas de riego por goteo, uvas que son las primeras en salir al mercado a partir del mes de noviembre. Además, en los valles de Huasco y Copiapó se produce y abastece de hortalizas frescas a ambas provincias, permitiéndose además, el envío de primores al resto del país (Sernatur, 2001).

Las perspectivas de desarrollo del sector agrícola de la región se basan en la incorporación de más superficie agrícola a la producción. Si bien el suelo no es abundante en comparación a otras regiones del país, le favorece el clima de los valles que permite realizar cultivos casi todo el año sin limitaciones.

El desarrollo del sector también pasa por el incremento de la producción de primores, por el mejoramiento de la calidad de los productos y por el mejoramiento de las técnicas de riego, entre otras.

En cuanto al recurso del agua, este es limitado, lo que impediría la transformación de suelos productivos. Sin embargo, la construcción del Embalse Santa Juana debiera atraer nuevas formas y tecnologías de riego y producción más eficientes que redundarían en un desarrollo mayor del valle de Huasco.

Dentro del área de estudio se destaca que el desarrollo agrícola está enfocado principalmente en la producción olivícola, destinada a la producción de aceituna de mesa y para la elaboración de aceite de oliva.

En relación con las propiedades agrícolas existentes, considerando la división política administrativa de la Región, presentada en el Cuadro N° 3.43, existen 287 explotaciones agropecuarias en la comuna de Huasco que ocupan un total de 10.921 ha, mientras que en la comuna de Freirina se cuentan 294 explotaciones con una superficie total de 309.901 ha.

La actividad forestal es baja considerando el bajo número de explotaciones forestales y la superficie que involucran, especialmente en la comuna de Huasco.

La mayor parte de estas explotaciones y superficie tienen tierra con actividad agropecuaria, por lo que se estima que la misma situación ocurriría en la zona de estudio.

El Cuadro N° 3.44, muestra el uso del suelo de las explotaciones agropecuarias con tierra, en base a las superficies.

A nivel regional y provincial, el 1,4% y 1,5%, respectivamente, de la superficie es destinada a cultivos, praderas sembradas y suelo en descanso y barbecho. En la comuna de Huasco este porcentaje aumenta notablemente a 15,3%, mientras que en la comuna de Freirina disminuye a 0,5% a pesar de que ambas comunas tienen superficies destinadas a cultivos relativamente similares (1.669 y 1.708 ha, respectivamente). Esto confirmaría que la superficie agropecuaria en la comuna de Freirina es mucho más extensa que en Huasco, sin embargo, en esta última existe una mayor subdivisión de las tierras formando predios de menor superficie.

En todas las entidades poblacionales evaluadas las superficies están mayormente destinadas a la siembra de cultivos anuales y permanentes y también a suelos en descanso y barbecho.

Los suelos clasificados como "otros suelos" son los que más superficie ocupan dentro de toda la Región de Atacama, destacándose la gran cantidad de suelos estériles, especialmente en la comuna de Freirina, y también de praderas naturales. Específicamente en el área de estudio, se estima que existiría un buen aprovechamiento de los suelos cultivables, aunque también existiría una elevada superficie de suelo estéril en función al mal drenaje que existe en la zona que limita e incluso imposibilita la utilización de estos.

Dentro de la superficie sembrada o plantada, se detalla la información de la superficie utilizada según el grupo de cultivos trabajado (Cuadro N° 3.45).

Según este Cuadro, en términos generales, los grupos de cultivos que tienen mayor importancia en relación a la superficie ocupada son los frutales, las plantas forrajeras y las hortalizas, destacándose que existen diferencias significativas entre las comunas evaluadas del área de estudio y la provincia y Región en la que se encuentran insertas, incluso se observan notables diferencias entre ambas comunas.

La superficie cubierta con frutales corresponde al 89,3% (906,6 ha) y 30,8% (301,5 ha) del total de la superficie informada en la comuna de Huasco y de Freirina, respectivamente. Se destaca, además, un porcentaje relativamente alto en la comuna de Freirina en comparación a la comuna de Huasco, se alcanza con la superficie utilizada con plantas forrajeras, plantaciones forestales y hortalizas (Cuadro N° 3.45).

Dentro del área de estudio, analizando a nivel de comunas, no se presenta información de semilleros, mientras que las superficies ocupadas con viveros, viñas y parronales viníferos y flores, son muy bajas.

En relación a los sistemas de riego, según información del INE (1999) en "Panorama Comunal", para las áreas bajo riego encontradas en la III Región, se tiene que del total de la superficie regada, 14.185,5 ha, un 47,77% de la superficie es regada por riego gravitacional, un 0,46% es regada con sistemas de riego mecánico y un 51,76% de la superficie con microriego.

Proyección de la Población Económicamente Activa del Sector Silvoagropecuario

Según información del Instituto Nacional de Estadísticas, el número de personas ocupadas en el sector agricultura, caza y pesca, promedio anual, para la III Región de Atacama desde 1995 a 1999 correspondería a:

- | | | | |
|------------|----------------|------------|----------------|
| • Año 1995 | 14,01 personas | • Año 1998 | 14,65 personas |
| • Año 1996 | 13,47 personas | • Año 1999 | 15,33 personas |
| • Año 1997 | 12,89 personas | | |

Cuadro N° 3.43
Número y Superficie de las Explotaciones Censadas por Tipo,
Según División Político Administrativa

División Político Administrativa	Explotaciones Censadas		Agropecuarias					Forestales		
			Total	Con Tierra		Sin Tierra				
	N°	Superficie (ha)		N°	Con Actividad		Temporalmente Sin Actividad	N°	Superficie (ha)	N°
Región de Atacama	2.967	2.031.872	2.954	2.082	2.027.572	358	3.728	514	13	573
Provincia Huasco	2.168	863.291	2.156	1.606	861.464	184	1.266	366	12	561
Comuna Huasco	287	10.921	285	246	10.601	23	266	16	2	53
Comuna Freirina	294	309.901	287	156	309.289	11	142	120	7	469

Fuente: Panorama Comunal, 1999. INE.

Cuadro N° 3.44
Superficie de las Explotaciones Agropecuarias con Tierra,
por Uso del Suelo, Según División Político Administrativa

División Político Administrativa	Total Explotaciones Agropecuarias con Tierra		Suelo de Cultivo (ha)				Total
			Total	Cultivos Anuales y Permanentes	Praderas Sembradas, Permanentes y de Rotación	Barbecho y Descanso	
	N°	Superficie (ha)					
Región Atacama	2.440	2.031.300	29.800	11.983	1.489	16.328	2.001.500
Provincia Huasco	1.790	862.730	13.062	4.058	1.252	7.752	849.668
Comuna Huasco	269	10.868	1.669	903	23	743	9.199
Comuna Freirina	167	309.432	1.708	501	268	939	307.724

Fuente: Panorama Comunal, 1999. INE.

Cuadro N° 3.44 (continuación)

División Político Administrativa	Otros Suelos (ha)					
	Praderas Mejoradas (ha)	Praderas Naturales (ha)	Plantaciones Forestales	Bosques Naturales y Montes (explotados y no explotados)	De Uso Indirecto (3)	Estériles (4)
Región Atacama	279	418.454	590	1.059	1.182	1.579.936
Provincia Huasco	129	121.757	536	459	362	726.426
Comuna Huasco	-	4.614	58	8	23	4.496
Comuna Freirina	-	2.034	170	20	25	305.475

Fuente: Panorama Comunal, 1999. INE.

(3): Suelos "De Uso Indirecto" equivalen a suelos con construcciones, caminos, canales y lagunas.

(4) Suelos "Estériles" equivalen a suelos áridos, pedregales y arenales.

Cuadro N° 3.45
Superficie Total Sembrada o Plantada por Grupo de Cultivos,
Según División Político Administrativa

División Político Administrativa	Explotaciones Informantes		Cereales		Chacras		Hortalizas		Flores	
	N°	Superficie (ha)	Superficie (ha)	%	Superficie (ha)	%	Superficie (ha)	%	Superficie (ha)	%
Región Atacama	1.952	14.311,1	220,1	1,5	102,3	0,7	1.855,9	13,0	39,8	0,3
Provincia Huasco	1.518	6.012,7	215,1	3,6	99,0	1,6	824,7	13,7	33,3	0,6
Comuna Huasco	239	1.015,5	1,6	0,2	1,5	0,1	19,5	1,9	0,3	0,0
Comuna Freirina	149	977,7	0,4	0,0	14,1	1,4	163,4	16,7	1,9	0,2

Fuente: VI Censo Nacional Agropecuario, INE, 1997.

Cuadro N° 3.45 (Continuación)

División Político Administrativa	Plantas Forrajeras		Frutales		Viñas y Parronales Viníferos		Viveros		Semilleros		Plantaciones Forestales	
	Superficie (ha)	%	Superficie (ha)	%	Superficie (ha)	%	Superficie (ha)	%	Superficie (ha)	%	Superficie (ha)	%
Región Atacama	1.740,7	12,2	8.802,5	61,5	10,2	0,1	593,7	4,2	937,2	6,6	8,5	0,1
Provincia Huasco	1.499,4	24,9	2.222,5	37,0	9,0	0,1	540,4	9,0	565,5	9,4	3,7	0,1
Comuna Huasco	25,2	2,5	906,6	89,3	0,0	0,0	57,5	5,7	3,3	0,3	0,0	0,0
Comuna Freirina	325,5	33,3	301,5	30,8	0,0	0,0	170,3	17,4	0,1	0,0	0,5	0,1

Fuente: VI Censo Nacional Agropecuario, INE, 1997.

Cuadro N° 3.46
Existencia de Ganado en las Explotaciones Agropecuarias,
por Especie, Según División Político Administrativa

División Político Administrativa	Explotaciones Informantes		Existencia de Ganado por Especie (n° de cabezas)							
			Bovinos		Ovinos		Porcinos		Equinos (Caballares)	
	Informantes (n°)	Superficie (ha)	Informantes (n°)	Cabezas (n°)	Informantes (n°)	Cabezas (n°)	Informantes (n°)	Cabezas (n°)	Informantes (n°)	Cabezas (n°)
Región Atacama	1.739	266.832	345	6.606	486	8.639	543	2.003	1.074	4.090
Provincia Huasco	1.328	26.067	257	5.371	357	3.554	437	1.327	791	2.873
Comuna Huasco	120	952	30	125	14	187	50	156	78	197
Comuna Freirina	204	1.745	30	1.290	38	226	51	192	146	659

Fuente: Panorama Comunal, 1999. INE.

En el Cuadro N° 3.46 se caracteriza la existencia de ganado en las explotaciones agropecuarias por especie (INE, 1999), del cual se puede determinar que, en términos generales, en la Región de Atacama la existencia de ovinos es la más importante, después la de bovinos y equinos, considerando el número de cabezas de ganado.

En las comunas evaluadas en el presente estudio, sí se observan diferencias. En la comuna de Freirina existe un número notablemente mayor que la comuna de Huasco de ganado bovino, cerca de 10 veces más, 1.290 cabezas en la comuna de Freirina y 125 en la comuna de Huasco, del mismo modo, que en la comuna de Freirina hay alrededor de tres veces más número de equinos que en la comuna de Huasco.

En general, la actividad pecuaria alcanza un escaso desarrollo, por las limitantes hídricas de la Región, localizándose sólo en sectores de los valles, y en forma transhumante en sectores precordilleranos con ganado y majadas de caprinos en sectores del desierto y depresión intermedia.

3.9.2.3 Sector Pesquero

El puerto de Huasco es el principal de la zona que sirve para el embarque de minerales, además de ser un centro de actividad pesquera importante desarrollada por caletas de pescadores que extraen peces y mariscos para su venta.

La actividad pesquera y portuaria asociada a la costa atacameña, se ve reflejada en los Puertos de Chañaral, Caldera y Huasco. El primero de ellos desarrolla su actividad portuaria hacia la minería en forma específica. Caldera, cuenta con importantes faenas de procesamiento de pescados y mariscos manteniendo su principal rol de puerto de embarque de fruta y mineral de cobre.

Por último, el puerto de Huasco, de interés para la caracterización del área de estudio, funciona como puerto comercial que asocia su actividad como puerto de embarque minero de la producción de hierro de la Planta de Pellets de Huasco y como puerto de pesca artesanal al igual que los dos anteriormente señalados (Sernatur, 2001).

3.9.2.4 Sector Minería

La minería constituye el principal Sector Económico de la Tercera Región. Son importantes los yacimientos de cobre de El Salvador y Candelaria, de hierro Los Colorados, de oro La Coipa y de plata Maricunga. Existen estos yacimientos a gran escala, mediana y pequeña, así como también actividades derivadas de la minería, tales como fundiciones, refinera, plantas de tratamiento, puertos de embarque, caminos, redes de transporte y otros que producen el impacto y fuerza económica que tiene esta actividad.

La producción minera metálica de la III Región de Atacama en el año 1999, según el Instituto Nacional de Estadísticas en su publicación "Estadísticas del Medio Ambiente 1995-1999", fue de:

- | | | |
|-----------------------|----------------|----------------------------------|
| • 4.732.358 toneladas | Hierro fino | 56,70% de la producción nacional |
| • 781.489,7 toneladas | Plata fina | 56,60% de la producción nacional |
| • 452.592 toneladas | Cobre fino | 10,23% de la producción nacional |
| • 18.376,1 toneladas | Oro fino | 38,23% de la producción nacional |
| • 2.059 toneladas | Molibdeno fino | 7,55% de la producción nacional |

Según la misma fuente bibliográfica, la producción minera no metálica para 1999 de la Región de Atacama fue de:

- | | | |
|---------------------|---------------------|----------------------------------|
| • 169 toneladas | Baritina | 20,53% de la producción nacional |
| • 550.772 toneladas | Carbonato de calcio | 9,80% de la producción nacional |
| • 86.579 toneladas | Cuarzo | 15,01% de la producción nacional |
| • 20.016 toneladas | Dolomita | 100,0% de la producción nacional |
| • 8.334 toneladas | Fosforita | 100,0% de la producción nacional |
| • 828 toneladas | Mármol | 100,0% de la producción nacional |

A pesar de la gran importancia que tiene la actividad minera dentro de la Región de Atacama, el área de estudio no presenta ningún yacimiento minero, sin embargo, su importancia radica en el importante número de personas que se dedican a trabajar en las actividades de la minería, trasladándose regularmente a las zonas mineras ubicadas en otras comunas y provincias.

3.9.2.5 Sector Turismo

Respecto al Sector Turismo, como una actividad económica, y siendo difícil obtener antecedentes estadísticos del aporte económico, social, cultural y de calidad de vida de este sector de la economía, se observa que la Región de Atacama presenta una variedad de atractivos turísticos que debieran situarla en un lugar importante respecto al turismo interno y receptivo. Los valles, costa, cordillera y desierto pueden en forma separada y en conjunto transformarse en alternativas nuevas y distintas respecto de las distintas formas de turismo, como el recreativo, aventura, rural tecnológico y otros, que actualmente a nivel mundial tienen cada día un mayor desarrollo.

La Región ha logrado en los últimos 15 años materializar una importante infraestructura de apoyo a la actividad turística, en las distintas ciudades, con hoteles de categoría a nivel nacional, debiendo producir un importante mejoramiento a nivel de la calidad de los servicios otorgados.

Copiapó es el principal centro de actividades de la Región, concentra la mayor cantidad de infraestructura hotelera y servicios relacionados, contando con un turismo de negocios asociados (SERNATUR, 2001).

La provincia de Huasco, que destaca por su producción de hortalizas, frutales y viñedos, y por ser un importante centro de producción de hierro, tiene interesantes atractivos donde sobresalen la iglesia de San Francisco, el Vivero Municipal y el río Huasco.

Freirina y Alto del Carmen son poblados típicos de la Región, dedicados a la agricultura y la artesanía.

En general, la Región de Atacama, involucra importantes centros de interés para los turistas, entre estos cabe destacar: Santuario de la Naturaleza Granito Orbicular, Museo de Historia Natural Rudolfo Phillippi, Parque Nacional Pan de Azúcar, Parque Nacional Llanos de Challe, Parque Nacional Nevado Tres Cruces, salar de Maricunga, lagunas cordilleranas y salares, volcán Ojos del Salado, ruinas del mineral de Chañarcillo, diversos atractivos y monumentos nacionales en la ciudad de Copiapó e importantes balnearios como el de Bahía Inglesa, entre muchos otros.

Específicamente, en el área de estudio la actividad turística se concentra en la zona de la costa en la época de verano debido a la presencia de turistas en las playas de la zona. Sin embargo, no existe una infraestructura hotelera importante, sólo existen algunos hostales, cabañas y pensiones en la ciudad de Huasco, considerando que también toma importancia el arriendo de casas para albergar a los turistas de temporada. La gestión de la actividad turística de la zona de estudio se concentra en Vallenar, lugar donde se encuentran dos Agencias de Viajes.

La ciudad de Huasco es un puerto balneario que posee excelentes playas aptas para la práctica de natación y deportes náuticos. Es capital comunal y posee cierto nivel de servicios y equipamiento e infraestructura turística. Por otra parte, su recién inaugurado Terminal Pesquero ofrece una gran variedad de servicios y degustación de productos del mar.

La playa Huasco, involucrada en el área de estudio, es uno de los lugares que el visitante puede disfrutar por sus arenas finas, aguas no contaminadas, poco oleaje y escasa pendiente. En estas zonas es posible observar, sólo en los períodos de verano, el desarrollo de alguna actividad de camping pero a nivel incipiente.

Desde Huasco se accede a la localidad de Huasco Bajo, conocida por su producción de olivos y membrillos y a través de la cual continúa el camino costeros hacia el norte para acceder a las playas antes mencionadas.

La ciudad de Freirina es otro centro poblacional donde turísticamente, destacan la artesanía típica en greda y totora, las que son realizadas por un grupo de artesanos de la comuna, además de otros productos como aceitunas, aceite de olivo, camarones de río y mariscos, destacando entre estos últimos, al “choro zapato”, extraídos en playas cercanas a la caleta Chañaral.

Destaca además en Freirina su hermosa Plaza de Armas, como centro de las principales actividades. Adyacentes a ésta se ubican dos Monumentos Nacionales, el Edificio Los Portales (1876) y la iglesia Santa Rosa de Lima (1869).

CAPÍTULO 4

DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL

CAPITULO 4

DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL

4.1 Diagnóstico de la Situación Actual

4.1.1 Estudio de Suelos

El presente capítulo del estudio de suelos tiene como objetivo hacer un reconocimiento en terreno de las principales series y fases de suelos con drenaje restringido. Para ello se realizaron calicatas en sectores seleccionados sobre la base del Estudio Agrológico del Valle del Río Huasco (SERPLAC–CICA/Hidroconsult, 1980). Además, se incorpora la información del estudio de suelos realizado en la Tesis de Grado “Prospección Nutricional de Olivos cv Sevillano en el Valle del Huasco” (Alemany, R. en publicación), desarrollada en la zona de proyecto.

4.1.1.1 Calicatas y Muestreo para Análisis de Suelos

El muestreo de los suelos y la descripción de calicatas se llevó a cabo a fines de Noviembre del 2001, tomando muestras por horizonte en una calicata hasta una profundidad de 1,2 m, cuando no se encontró impedimento físico o presencia de nivel freático.

Las calicatas se realizaron en las Fases de suelos representativas de las Series con drenaje restringido, además se realizaron calicatas en dos Fases de suelos de importancia en la zona en estudio. Finalmente se tomaron muestras en los Misceláneos de terrenos con drenaje restringido. Estos últimos presentan estratas que no forman suelo, ya que no han sufrido los procesos pedogénéticos o son muy incipientes, motivo por el cual se extrajo una muestra de 0 a 25 cm.

En el Cuadro N° 4.1 se presentan las Series y Misceláneos de suelos muestreados, con la respectiva importancia que ocupan en el área de estudio.

Cuadro N° 4.1
Series y Misceláneos Muestreados

Serie	Fase	Superficie (ha)	Porcentaje (%)
Bellavista	BVT-D2 W3	134,70	15,0%
Paona	PNA-D2 W3	175,18	19,5%
	PNA-D3 W2	61,04	6,8%
	PNA-Var. D3 W1S	67,66	7,5%
Misceláneo Aluvial	MAL	180,11	20,1%
Misceláneo Pantano	MPT	50,80	5,7%
Total reconocido en muestreo		669,48	74,6%
Total Suelos drenaje restringido		854,44	95,2%
Suelos drenaje bueno o excesivo		43,37	4,8%
Total Suelos área de estudio (ha)		897,81	100,0%

Fuente : Elaboración propia.

En total se realizaron 6 calicatas, las que representan un 74,6% de los suelos en estudio, obteniendo 24 muestras de suelos. En el Cuadro N° 4.2 se presenta la ubicación y características generales de los predios donde se realizaron las calicatas.

Los elementos analizados son pH, conductividad eléctrica en el extracto de saturación, aniones y cationes solubles.

Cuadro N°4.2
Ubicación y Características Generales de Predios Muestreados

Fase	Ubicación UTM (m)		Rol SII	Localidad	Cultivo	Pendiente	Profundidad Calicata (cm)	Número de Muestras
	Latitud N	Longitud E						
BVT-D2 W3	6.847.957,01	290.370,20	143-14	El Pino	Olivo	0-1%	100	4
PNA-D2 W3	6.849.016,11	288.690,45	143-10	Fundo Montt	Olivo	0-1%	120	5
PNA-D3 W2	6.849.588,40	286.570,76	141-9	Huasco Bajo	Maíz	0-1%	100	6
PNA-Var.D3 W1S	6.845.645,21	292.040,64	106-8	Las Tablas	Olivo	0-1%	125	7
MAL	6.847.294,68	290.582,06	Ninguno	La Camelia	Ninguno	0-1%	40	1
MPT	6.849.105,28	287.479,89	143-19	Huasco Bajo	Ninguno	0-2%	30	1

Fuente : Elaboración propia.

4.1.1.2 Descripción de Calicatas

La descripción de las calicatas fue orientada a reconocer los factores limitantes para la adaptación de cultivos, motivo por el cual no se describieron aspectos como color y consistencia entre otros.

a) Serie Bellavista

La Fase de Suelo reconocida de esta Serie corresponde a **BVT-D2** w_3

Características del Perfil

Profundidad (cm)

0 – 15	Franco arenosa media gravosa; estructura de bloques subangulares finos, moderados. Raíces finas y muy finas abundantes. Límite lineal, claro.
15 – 26	Franco arenosa gruesa; estructura de bloques subangulares finos, moderados. Raíces medias comunes. Límite lineal, abrupto.
26 – 46	Arenosa media; estructura de bloques subangulares finos, débiles. Raíces finas y muy finas abundantes. Oxidaciones medias, comunes. Límite lineal, claro.
46 – 100	Arenosa gruesa; estructura de grano simple. Raíces finas comunes, medias escasas. Oxidaciones comunes en manchas irregulares.

Observaciones

Hay presencia de nivel freático a los 88 cm de profundidad.

b) Serie Paona

- Fase de Suelo **PNA-D2** w_3

Características del Perfil

Profundidad (cm)

0 – 20	Franco arenosa; estructura bloques subangulares finos y muy finos, moderados. Raíces finas y muy finas abundantes. Límite lineal, claro.
20 – 45	Areno francosa; estructura bloques subangulares medios, débiles. Raíces finas abundantes, gruesas comunes. Oxidaciones finas comunes. Límite ondulado, claro.
45 – 65	Areno francosa; estructura bloques subangulares finos débiles. Raíces finas medias y gruesas comunes. Moteados medias, abundantes, prominentes, de forma esférica y tubos. Limite lineal, claro.

- 65 – 81 Franco arcillo arenosa; estructura bloques subangulares finos débiles. Raíces medias comunes. Concreciones calcáreas finas y medias comunes. Moteados medios y gruesos abundantes, prominentes de forma esférica. Límite lineal, claro.
- 81 – 120 Arenosa, estructura grano simple. Raíces gruesas escasas. Raíces muertas escasas. Moteados gruesos, comunes, prominentes, con forma de tubos.

Observaciones

No hay presencia de nivel freático a la profundidad observada.

c) Serie Paona

- Fase de Suelo **PNA-D3** w_2

Características del Perfil

Profundidad (cm)

- 0 – 20 Franco arenosa; estructura bloques subangulares finos débiles. Raíces muy finas escasas. Límite ondulado, claro.
- 20 – 40 Franco arenosa; estructura bloques subangulares finos, débiles. Raíces muertas finas y medias comunes. Oxidaciones finas comunes. Límite lineal, claro.
- 40 – 54 Arena francosa; estructura bloques subangulares finos débiles. Raíces muertas abundantes. Oxidaciones finas comunes. Límite lineal, abrupto.
- 54 – 75 Limosa; estructura bloques subangulares finos moderados. Raíces muertas medias abundantes. Concreciones calcáreas finas y medias comunes. Moteados medios y gruesos abundantes, prominentes de forma esférica y tubular. Límite lineal, abrupto.
- 75 – 82 Arcillo limosa, estructura bloques subangulares finos moderados. Raíces muertas abundantes.
- 82 – 100 Arenosa, grano simple. Moteados medios y gruesos abundantes, prominentes, de forma tubular.

Observaciones

Hay presencia de nivel freático a los 95 cm de profundidad.

d) Serie Paona

- Fase de Suelo PNA- VarD3 w1S

Características del Perfil

Profundidad (cm)

0 – 19	Franco arenosa; estructura bloques subangulares finos moderados. Raíces medias comunes, finas abundantes. Límite lineal, claro.
19 – 36	Franco arenosa; estructura bloques subangulares finos, débiles. Raíces medias y finas comunes. Moteados finos comunes, prominentes. Límite lineal, claro.
36 – 58	Franco arenosa; estructura bloques subangulares finos débiles. Raíces muertas comunes. Moteados finos comunes, prominentes. Concreciones calcáreas finas abundantes. Límite lineal, claro.
58 – 78	Arenosa; estructura grano simple. Raíces muertas comunes. Oxidaciones comunes. Límite lineal, abrupto.
78 – 98	Franco arcillo arenosa; estructura bloques subangulares medios moderados. Raíces muertas comunes. Moteados medios comunes, prominentes de forma esférica. Límite lineal, claro.
98 – 118	Arcillosa, estructura bloques subangulares medios moderados. Raíces muertas comunes. Moteados medios comunes, prominentes de forma esférica. Límite lineal, abrupto.
118 – 125	Arenosa, grano simple. Moteados medios abundantes, prominentes, de forma esférica.

Observaciones

Hay presencia de nivel freático a los 95 cm de profundidad.

e) Misceláneos de terrenos

Los misceláneos de terrenos presentan estratas que no forman suelo, ya que no han sufrido los procesos pedogénéticos, o son muy incipientes, motivo por el cual se extrajo una muestra de 0 a 25 cm.

- **Misceláneo Aluvial**

En este misceláneo la estrata muestreada corresponde a un sustrato de gravas, piedras y bolones con matriz arenosa gruesa. Pedregosidad 60 a 70%.

La pendiente del terreno es de 0 a 2% con microrelieve acentuado.

El nivel freático se encuentra a los 30 cm.

- **Misceláneo Pantano**

Este misceláneo presenta una diferenciación incipiente de las estratas pero con una gran presencia de raíces en todas ellas. Se encontró el nivel freático a los 40 cm de profundidad, identificando 3 estratas en el perfil.

Características del Perfil

Profundidad (cm)

0 – 12	Areno francosa; estructura bloques subangulares finos moderados. Raíces medias y gruesas comunes. Moteados finos comunes, prominentes, de forma esférica y en manchas irregulares. Límite lineal, claro.
12 – 20	Franco arcillo arenosa; estructura bloques subangulares finos moderados. Raíces medias y gruesas comunes. Moteados finos comunes, prominentes, de forma esférica y en manchas irregulares. Límite lineal, claro.
20 – 45	Arcillo limosa; estructura bloques subangulares finos moderados. Raíces medias y gruesas abundantes. Moteados finos abundantes, prominentes, de forma esférica. Límite lineal, claro.

f) Estudios de Suelos Anteriores

En este punto se describen las calicatas realizadas como parte de la Tesis de Grado en publicación “Prospección Nutricional de Olivos cv Sevillano en el Valle del Huasco” (Alemany, R).

En esta Tesis se realizaron 30 calicatas durante el mes de junio de 1998, y distribuidas en la zona olivarera del valle de Huasco, esto involucro tanto suelos de buen drenaje como de drenaje restringido. En este estudio se describió lo siguiente:

- Textura del suelo superficial y del subsuelo, de acuerdo a clasificación del sistema U.S.D.A.,
- Profundidad efectiva y factores limitantes,

- Raíces, describiéndolas en función de su tamaño y cantidad,
- Clase de drenaje,
- Pedregosidad del perfil, identificando tamaño y abundancia de acuerdo a escalas usadas en la evaluación de suelos, y
- Pendiente y microrelieve del sector.

Paralelamente en este estudio se efectuó una caracterización de los aspectos nutricionales del suelo, obteniendo muestras compuestas a una profundidad de 15 a 35 cm, zona en que normalmente se encontró una mayor densidad de raíces.

Los elementos analizados son Nitrógeno, Fósforo, Potasio, Cinc, Manganeseo y Boro disponible; Calcio, Magnesio, Potasio y Sodio intercambiable. Además, se midió la conductividad eléctrica en el extracto de saturación, el pH en agua, usando una relación de 1:2,5 (suelo/agua), y la materia orgánica por el método de oxidación por vía húmeda de Walkley-Black.

En el Cuadro N° 4.3 se presenta la ubicación de los predios estudiados en la prospección nutricional, las coordenadas fueron tomadas con un GPS navegador.

De los predios estudiados en la prospección nutricional, 18 de ellos se encuentran en la zona de proyecto de la actual Consultoría, por lo tanto, aumenta significativamente la cobertura del reconocimiento de los Suelos.

En el Cuadro N° 4.4 se presenta un resumen de la descripción de las calicatas realizadas. En general, las descripciones de los Suelos, se encuentran en el rango estudiado por el Estudio Agrológico.

En el Cuadro N° 4.5 se presentan los resultados del análisis de suelo, realizado en los sitios de la prospección. Como se dijo anteriormente las muestras fueron obtenidas a una profundidad de 0 a 35 cm..

La materia orgánica es muy baja (<2%) en un 82% de los sitios y en los restantes es baja (2 a 3%). Los pH son moderadamente alcalinos, fluctuando en un rango de 7,85 a 8,70. La conductividad eléctrica en extracto de saturación fluctúa entre 0,77 a 8,8 dS/m.

En cuanto a los nutrientes disponibles, se observaron bajos niveles de nitrógeno y fósforo. En este último, un 80% de los suelos de la Serie Freirina y un 90% de los suelos Paona, presentó este rango. El potasio en un 50% de los sitios se encuentra bajo los 1000 ppm y un 37% en un rango de 101 a 150 ppm. El Zn, Mn y B son altos en todas las muestras.

En cuanto a los cationes de intercambio, el calcio es dominante en todas las muestras.

Cabe señalar que en la prospección nutricional, mediante el análisis foliar se observaron problemas de deficiencias de nitrógeno, potasio y manganeso. En el caso del nitrógeno y potasio se observó un aumento de las deficiencias en el año de alta producción.

Cuadro N° 4.3
Identificación de Predios Estudiados en Prospección
Nutricional de Olivos en el Valle del Huasco

N° sitio	Ubicación		Nombre Predio	Propietario o Informante	Comuna	Localidad
	Latitud (S)	Longitud (O)				
1	28° 30,68´	71° 04,16´	Los Guindos	Sebastián Callejas Molina	Freirina	Los Guindos
2	28° 27,82´	71° 10,95´	Los Guindos	Francisco Rojas	Huasco	La Cachina
3	28° 28,13´	71° 11,35´	Villa Doña Isidora	Orozimbo Gallardo	Huasco	Huasco Bajo
4	28° 28,12´	71° 10,61´	Porvenir	Camilo González	Huasco	La Cachina
5	28° 27,90´	71° 10,85´	La Rosa	Julio Tamblay	Huasco	La Cachina
6	28° 29,09´	71° 09,20´	Lote 1	Manuel Carmona	Huasco	El Pino
7	28° 30,01´	71° 07,43´	Santa Rosa	Justo Rodríguez González	Freirina	Las Tablas
8	28° 29,83´	71° 07,63´	Los Placeres	Oriel González	Freirina	Las Tablas
9	28° 30,04´	71° 07,62´	Los Placeres	Oriel González	Freirina	Las Tablas
10	28° 28,87´	71° 08,75´	La Quebrada	Herman Araya	Huasco	La Camelia
11	28° 28,98´	71° 08,91´	Los Lirios	Elena Villalobos	Huasco	El Pino
12	28° 27,72´	71° 10,84´	El Cóndor	Sara Cisternas	Huasco	La Cachina
13	28° 27,87´	71° 10,36´	La Arena	Ercilio Guerra	Huasco	La Arena
14	28° 28,32´	71° 11,02´	Carahuma	Alejandro Caravantes	Huasco	Huasco Bajo
15	28° 28,52´	71° 09,23´	Fundo Montt	Margarita Callejas Z.	Huasco	La Arena
16	28° 28,21´	71° 09,62´	Fundo Montt	Margarita Callejas Z.	Huasco	La Arena
17	28° 27,54´	71° 11,04´	Fundo El Porvenir	Sin información	Huasco	La Cachina
18	28° 29,65´	71° 08,17´	El Ciprés	Luis H. Sagua A.	Freirina	Las Tablas
19	28° 28,96´	71° 09,30´	Fundo El Pino	Viktor Christoffersen E.	Huasco	El Pino
20	28° 29,90´	71° 08,32´	Fundo El Mirador	Tomas Escobar	Freirina	Las Tablas
21	28° 30,46´	71° 06,00´	Parc. 3 Fundo Miramar	Manuel Cortes	Freirina	
22	30° 30,07´	71° 05,77´	Maria Antonieta	Juan H. Bruzzone B.	Freirina	Los Loros
23	28° 29,63´	71° 08,01´	Parcela 8	Juan H. Carmona C.	Huasco	
24	28° 29,12´	71° 08,67´	La Camelia	Selma Rojas	Huasco	La Camelia
25	28° 28,25´	71° 10,05´		Jorge Cruz	Huasco	La Arena
26	28° 28,85´	71° 09,50´	Quinta Miramar	Manuel González	Huasco	Huasco Bajo
27	28° 28,71´	71° 10,44´	Parcela 4	Bernardo Guiñez	Huasco	Huasco Bajo
28	28° 28,25´	71° 11,51´	Fundo Bellavista	Alberto Callejas	Huasco	Huasco Bajo
29	28° 28,26´	71° 11,09´	Los Olivos de Bellavista	C.M.P.	Huasco	Huasco Bajo
30	28° 28,59´	71° 10,73´	Parcela 7	José Álvarez M.	Huasco	Huasco Bajo

Fuente: Alemany, R. (en Publicación).

Cuadro N° 4.4
Descripción de Calicatas Estudiadas en Prospección Nutricional de Olivos en el Valle del Huasco

Sitio	Pendiente	Textura		Pedregosidad		Moteados	Nivel freático	Profund raíces	Clase drenaje	Profund calicata	FASE	SERIE
		Superficial	Subsup.	Superficial	Subsup.							
1	Liger. inclinada	F	Fa; a	10 - 15%	25 - 70%	-	-	0,80	5	0,92	TTR-E3/AK	TATARA
2	Plana	F	F; Fa	-	-	+ / 0,85	-	0,90	4	1,00	BVT-D2W3	BELLAVISTA
3	Plana	Fa	Fa; aF	-	15 - 35%	-	-	0,30	6	0,96	FRN-E4	FREIRINA
4	Plana	FAI	AI; A; FAa	-	-	+ / 0,25	-	0,79	3	0,94	BVT-D2W3	BELLAVISTA
5	Plana	FAI	Fa; a	-	-	+ / 0,31	-	1,00	3	1,00	PNA-D2W3	PAONA
6	Liger. inclinada	F; Fa	a	30%	20 - 70%	-	-	0,66	6	0,93	FRN-E3	FREIRINA
7	Plana	F; FA	aF; Fa	-	-	+ / 0,26	+ / 1,15	0,81	3	1,15	PNA-D3W3	PAONA
8	Plana	FI	aF	-	a 91 cm 10%	+ / 0,21	-	0,91	3	1,06	PNA-D3W4	PAONA
9	Plana	Faf	a; Fa	-	-	+ / 0,30	-	1,00	3	1,00	PNA-D2W2	PAONA
10	Plana	F	Faf	-	-	+ / 0,33	-	1,06	4	1,06	PNA-D2W4	PAONA
11	Plana	FI	aF	-	-	+ / 0,33	-	0,78	3	1,05	BVT-D3W3	BELLAVISTA
12	Plana	F; FI	FaI; Fa; a; AI	-	-	+ / 0,33	-	0,66	3	1,00	BVT-D2W3	BELLAVISTA
13	Plana	Faf	Faf; F	-	-	+ / 0,32	-	1,00	3	1,17	PNA-D2W3	PAONA
14	Liger. inclinada	FAI; FAa	Fa; aF	-	60 - 80%	-	-	0,64	5	1,06	FRN-E3	FREIRINA
15	Plana	F	Famf	-	-	+ / 0,22	+ / 1,65	0,63	3	1,65	PNA-D2W3	PAONA
16	Plana	Fa	af	-	-	+ / 0,53	+ / 1,43	0,83	4	1,43	PNA-D2W3	PAONA
17	Plana	F	aF	-	-	+ / 0,23	-	1,00	3	1,00	PNA-D2W3	PAONA
18	Plana	Fa	aF; ag	-	-	+ / 0,46	-	1,16	3	1,16	PNA-D2W3	PAONA
19	Liger. ondulada	F; Fa	a	30%	70 - 90%	-	-	0,65	6	0,95	FRN-E3/ AK	FREIRINA
20	Suav. inclinada	F	Fag; F	10%	70%	-	-	0,50	5	0,7	FRN-E4/B1K P1	FREIRINA
21	Ligera. inclinada	F; Fa	aF	15 - 20%	20%	-	-	0,70	5	0,70	FNR-E3	FREIRINA
22	Plana	Fa	A; Fa; aF	5%	-	+ / 0,27	-	1,00	3	1,10	PNA-E3W3 P1	TATARA
23	Plana	Fa	a; aF	-	-	+ / 0,18	-	0,95	3	1,05	PNA-D3W3	PAONA
24	Plana	Faf	a; Fa; FAI	-	-	+ / 0,36	-	0,90	3	1,20	BVT-D2W3	BELLAVISTA
25 *	Plana	F	Fa	-	-	+ / 0,43	-	0,55	3	0,55	BVT-Var D2W3	BELLAVISTA
26	Liger. inclinada	F; Fa	a	30%	20 - 70%	-	-	0,97	6	0,97	FRN-E4/B1K P1	FREIRINA
27	Plana	Fa	Fa	-	-	-	-	0,92	6	1,10	FRN-E4/AK P1	FREIRINA
28	Liger. inclinada	Fa	a	5%	3 - 5%	-	-	0,35	5	1,00	FRN-E3	FREIRINA
29	Suav. inclinada	Fa	a	30	30-70%	-	-	0,70	6	1,00	FRN-E4/ AK P1	FREIRINA
30	Mod. inclinada	F; Fa	a	30%	30 - 70%	-	-	0,80	5	0,90	FRN-E4/B1K P1	FREIRINA

Fuente: Alemany, R. (en publicación)

* Calicata Inundada por Riego

Observaciones:

+ / 0,35 = Presencia / profundidad (m)

- = Ausencia.

Cuadro N° 4.5
Resultados Análisis de Suelos (15-35 cm) Estudiados en Prospección Nutricional de Olivos en el Valle del Huasco

N° Sitio	M.O. (%)	pH	C.E. (dS/m)	N disp ppm	P disp ppm	K disp ppm	Zn disp ppm	Mn disp ppm	B disp ppm	Na inter cmol (+)/kg	K inter cmol (+)/kg	Ca ⁺² inter cmol (+)/kg	Mg ⁺² inter cmol (+)/kg
1	1,09	8,70	1,43	22	2	144	0,66	6,63	2,01	0,05	0,45	27,73	4,15
2	1,54	8,63	2,17	21	8	96	3,60	8,64	2,39	0,10	0,32	36,08	6,66
3	0,97	8,60	1,29	30	1	88	0,45	6,87	2,11	0,71	0,29	27,58	3,99
4	2,04	7,99	3,91	45	11	230	1,89	5,88	6,18	1,95	0,81	50,02	7,67
5	0,66	8,67	2,15	41	1	106	2,31	10,89	2,44	1,24	0,43	25,02	4,31
6	1,35	8,31	1,16	18	2	67	1,26	7,86	2,18	0,03	0,18	22,68	3,43
7	1,04	8,08	4,92	19	1	74	1,08	6,66	2,89	0,20	0,26	33,90	4,33
8	1,38	8,35	2,00	24	1	84	1,71	9,06	3,15	0,08	0,32	30,79	4,78
9	1,39	7,95	3,62	19	5	92	1,96	4,41	3,40	0,11	0,40	61,82	4,27
10	1,42	8,55	1,22	22	6	167	2,49	9,12	2,18	0,04	0,54	32,36	5,58
11	2,45	7,85	4,31	27	14	263	2,31	7,41	5,92	0,38	1,08	102,51	12,78
12	1,66	8,23	7,04	25	4	143	2,34	6,82	6,04	0,68	0,45	97,57	17,71
13	1,35	8,05	2,98	18	3	100	1,47	7,06	2,49	0,05	0,30	45,41	5,22
14	1,11	8,49	1,09	27	2	107	0,69	9,30	2,05	0,53	0,32	20,10	2,99
15	1,23	8,05	5,95	21	1	125	1,62	10,26	3,87	0,35	0,38	39,73	5,82
16	0,68	8,12	4,17	16	1	64	0,96	8,22	1,94	0,16	0,21	29,62	3,30
17	1,22	8,06	8,80	23	1	136	1,44	7,98	5,46	0,59	0,33	98,21	20,75
18	0,71	8,25	2,50	17	1	53	0,90	6,99	1,49	0,03	0,20	23,08	2,91
19	2,18	8,23	3,74	22	2	111	0,72	10,86	2,62	0,14	0,41	26,70	4,11
20	1,43	8,28	1,58	26	1	148	0,93	14,76	2,51	0,08	0,45	13,44	4,68
21	0,74	8,50	1,97	20	1	122	0,39	9,63	2,16	0,08	0,35	13,45	2,93
22	1,54	8,05	3,00	18	2	87	1,56	8,61	2,80	0,05	0,28	25,51	3,79
23	0,82	8,56	4,52	21	1	83	1,44	6,15	2,61	0,15	0,24	22,53	3,19
24	1,38	8,45	2,24	25	1	107	2,07	9,36	2,81	0,13	0,33	32,59	4,81
25	2,07	8,00	4,55	19	3	123	2,31	7,26	4,71	0,41	0,42	123,03	8,75
26	2,15	8,21	1,17	19	9	85	1,63	12,78	3,66	0,04	0,32	20,01	3,91
27	0,96	8,57	0,77	20	1	92	0,45	6,78	1,60	0,36	0,27	23,95	2,57
28	0,87	8,35	1,43	24	1	87	0,66	7,38	2,22	0,04	0,24	21,40	3,22
29	1,16	8,17	1,01	21	2	160	0,69	8,25	1,92	0,02	0,49	9,82	1,92
30	0,86	7,99	0,87	16	1	98	0,27	9,42	1,59	0,02	0,29	11,83	3,10

Fuente: Alemany, R. (en publicación)

4.1.1.3 Resultados Análisis de Suelos

A las 24 muestras tomadas en las calicatas se les realizó los siguientes análisis:

- pH en agua usando una relación 1:2,5,
- Conductividad Eléctrica en el extracto de saturación,
- Cationes solubles: Ca^{+2} , Mg^{+2} , Na^+ , K^+ , y
- Aniones solubles: Cl^- , HCO_3^- , NO_3^- , SO_4^{-2} .

Además, con el objeto de medir la variación de la salinidad entre riegos se tomaron muestras de suelo compuestas en la capa arable en cinco predios que se indican más adelante. La salinidad se midió a través de la conductividad eléctrica en el extracto de saturación.

4.1.1.4 Salinidad

Uno de los problemas más serios asociados a la agricultura en regiones áridas y semiáridas es la acumulación de sales solubles en el suelo, en cuyo caso su principal efecto es dificultar el desarrollo y productividad de los cultivos.

En la zona en estudio las aguas cargadas de sales, tanto subterráneas (manto freático), como superficiales (riego) ingresan al suelo y se acumulan en el perfil, cuando los lavados no son adecuados.

La salinidad queda expresada a través de la Conductividad Eléctrica en el extracto de saturación (CE) mediante la unidad milimhos por centímetro a 25°C (mmhos/cm). La nueva unidad de medida en el Sistema Internacional es el Siemens por metro (S/m), que tiene la siguiente equivalencia:

$$1 \text{ S/m} = 10 \text{ mmhos/cm}$$

En el Cuadro N° 4.7 se presenta dicho parámetro por horizonte para los suelos muestreados.

Existen varias clasificaciones para los suelos salinos, la más utilizada es la propuesta por Richards (1964), que utiliza fundamentalmente dos parámetros para identificar a los suelos, la Conductividad Eléctrica del extracto de saturación (CE) y el Porcentaje de Sodio Intercambiable; a partir de estas características se puede diagnosticar el tipo de suelo salino, los problemas que causa y el método de recuperación. En el Cuadro N° 4.6 se presentan las categorías de suelos.

Cabe señalar, que Pizarro (1985), señala la división entre los suelos normales y salinos en 2 dS/m, y la división entre los suelos normales y sódicos en 7 PSI, sin embargo, la clasificación propuesta en la presente Consultoría es corroborada en Soil Survey Division Staff (1993), Carrasco (1991) y Junta de Extremadura (1992), entre otros.

Cuadro N° 4.6
Categorías Suelos Salinos

Tipo de Suelo	CEe dS m ⁻¹	PSI %
Normal	<4	<15
Salino	>4	<15
Sódico	<4	>15
Salino – Sódico	>4	>15

Fuente: Richards, L.A., 1964.

En los Suelos Normales las sales disueltas en la solución suelo y el sodio adsorbido por el complejo de cambio se encuentran por debajo de los límites perjudiciales. En este tipo de suelo la CE es menor a 4 dSm⁻¹ y el PSI es menor a 15%.

Los Suelos Salinos son aquellos que contienen en la solución del suelo una concentración de sales (elevada CE) suficiente para restringir el desarrollo de los cultivos. En cambio tienen poco sodio adsorbido (PSI<15%), por lo que la estructura no se ve afectada. El pH puede variar entre 7 y menos de 8,5.

Los Suelos Sódicos son los que contienen la suficiente proporción de sodio adsorbido (elevado PSI) para provocar la dispersión de los coloides y en consecuencia la pérdida de estructura del suelo. En cambio, el contenido de sales de la solución del suelo es bajo (CE < 4 dSm⁻¹). La reacción de estos suelos varía según el PSI y la presencia o ausencia de carbonatos o bicarbonatos. El pH va desde 8 hasta más de 9,5.

Los suelos salinos-sódicos presentan alta concentración de sales en la solución del suelo (CE > 4 dSm⁻¹) y alto porcentaje de sodio adsorbido en el complejo de cambio (PSI > 15%). El pH rara vez es mayor que 8,5.

En el Cuadro N° 4.7 se presentan los resultados de pH, Conductividad Eléctrica en el extracto de saturación (CE), la Relación de Adsorción de Sodio (RAS) y el Porcentaje de Sodio Intercambiable (PSI), además de la clasificación del tipo de suelo.

El PSI fue calculado a partir de la relación propuesta por Richards (1964):

$$PSI = \frac{100 \times (-0,0126 + 0,01475 \times RAS)}{1 + (-0,0126 + 0,01475 \times RAS)}$$

Por su parte la RAS queda expresada a través de la siguiente fórmula:

$$RAS = \frac{Na}{\sqrt{\frac{Ca + Mg}{2}}}$$

Donde los cationes son medidos en el extracto de saturación (cationes solubles) y las concentraciones son expresadas en miliequivalentes por litro (meq/L).

Según el Cuadro N° 4.7 la Serie Bellavista en su Fase BVT-D2W3, la Serie Paona en su fase PNA-D2W3 y el Misceláneo aluvial estarían clasificados como suelos sin problemas de salinidad, las Series restantes presentan uno o más horizontes con problemas de salinidad y/o sodicidad.

Debido a la alta salinidad del agua de riego hay que considerar en el manejo de los cultivos fracciones de agua para realizar un lavado de mantenimiento.

La Serie Paona en su Fase PNA-D3W2 presenta horizontes con salinidades altas ($> 4 \text{ dSm}^{-1}$), por su parte el PSI esta en un rango que va de 5,91% a 10,97%, por lo tanto no sería un suelo con problemas de sodio.

El Misceláneo Pantano esta en la misma situación, con una salinidad de $4,2 \text{ dSm}^{-1}$ y un PSI de 7,4%.

En estos Suelos se presenta una disminución de los rendimientos por efecto osmótico de las sales disueltas. Según la naturaleza de las sales se pueden presentar problemas de toxicidad. En general, tienen buena estructura y su permeabilidad es igual o mayor a la de suelos similares no salinos, esto debido a que tienen muy poco sodio adsorbido y al efecto floculante de las sales disueltas.

La recuperación de estos suelos es mediante el lavado de sales, el cual consiste en hacer pasar una cierta cantidad de agua que arrastre consigo las sales.

La Fase PNA-Var D3 W1S presenta horizontes salino-sódicos, salinos y sódicos. En estos Suelos los rendimientos de los cultivos se ven reducidos por el efecto osmótico de las sales disueltas, también se presentan problemas de toxicidad debido al alto PSI. Los Suelos salinos-sódicos a diferencia de los suelos sódicos, pueden mantener su estructura cuando el efecto dispersante es contrarrestado por el efecto floculante de las sales disueltas; naturalmente esto depende de la concentración de sales, del PSI y de los demás factores que intervienen en la dispersión.

Cuadro N° 4.7
pH, Conductividad Eléctrica, PSI y RAS de los Suelos
con Drenaje Restringido Más Representativos del Sector Bajo del Huasco

Serie	Fase	Profund. Horizonte (cm)	pH	C.E. (dS m ⁻¹)	RAS	PSI (%)	Tipo de Suelo
Paona	PNA-D3W2	0-20	6,94	6,30	9,21	10,97	Salino
		20-40	6,80	7,00	5,28	6,13	Salino
		40-54	7,41	4,90	7,07	8,39	Salino
		54-75	7,11	6,40	7,21	8,58	Salino
		75-82	7,22	1,80	5,12	5,91	Normal
		82-100	7,37	1,60	5,70	6,67	Normal
Paona	PNA-D2W3	0-20	6,95	2,80	4,32	4,86	Normal
		20-45	7,63	1,20	6,19	7,29	Normal
		45-65	7,19	2,00	6,93	8,23	Normal
		65-81	6,45	3,90	5,43	6,32	Normal
		81-120	7,00	2,80	3,57	3,85	Normal
Paona	PNA-Var D3 W1S	0-19	8,15	14,00	23,52	25,05	Salino Sódico
		19-36	7,94	3,90	4,59	5,22	Normal
		36-58	7,75	5,00	6,73	7,98	Salino
		58-78	7,64	4,90	9,41	11,21	Salino
		78-98	7,69	6,30	10,54	12,50	Salino
		98-118	7,89	9,80	16,23	18,48	Salino Sódico
		118-125	7,95	2,80	15,71	17,97	Sódico
Bellavista	BVT-D2W3	0-15	7,09	0,82	3,34	3,54	Normal
		15-26	7,26	0,89	3,36	3,57	Normal
		26-46	6,75	0,66	3,14	3,27	Normal
		46-100	7,43	0,76	3,38	3,59	Normal
Misc. Aluvial	MAL	0-25	7,94	0,84	2,92	2,95	Normal
Misc. Pantano	MPT	0-25	7,63	4,20	6,27	7,40	Salino

Fuente: Elaboración Propia.

La recuperación de estos suelos se realiza en el siguiente orden, en primer lugar, se debe disminuir el PSI hasta valores aceptables, reemplazando parte del sodio adsorbido por otros cationes. El catión más usado es el calcio, el cual es adicionado en forma de enmiendas de yeso, cloruro cálcico, etc., o bien mediante la movilización del que pueda haber en el suelo en forma poco soluble. En segundo lugar, se deben realizar lavados de sales en solución.

Es de suma importancia no invertir el orden, ya que de hacerlo, se pasaría de la situación inicial de suelo salino-sódico a la de suelo sódico, y en esta nueva situación, al no haber sales disueltas en cantidad suficiente, el efecto dispersante del sodio puede disgregar la estructura de forma que al aplicar los lavados el agua descenderá con dificultad por la baja permeabilidad del suelo sin estructura y, aunque pudieran lavarse las sales, permanecerá el problema de la pérdida de estructura.

Es tan prioritario evitar el deterioro de la estructura que existe una técnica de recuperación de suelos salino-sódicos mediante el empleo de lavados con diluciones sucesivas de agua muy salina y de RAS relativamente bajo. De esta forma la floculación se mantiene y el sodio adsorbido va siendo reemplazado por los cationes divalentes del agua de lavado.

Mediciones de Salinidad entre Riegos

Con el objetivo de medir la variación de la salinidad entre riegos en la temporada, se tomaron muestras de suelo compuestas por 10 submuestras, a una profundidad de 0 a 20 cm, con una frecuencia aproximada de 15 días.

Las fechas de muestreo son 14 Dic, 29 Dic, 15 Ene, 30 Ene, 15 Feb, 28 Mar, 14 Abr, 01 May y 18 May. Los análisis se realizaron en el Laboratorio del CIMM.

Para ello se seleccionaron 5 predios, distribuidos en el área de estudio, que se presentan en el Cuadro N° 4.8. Las muestras 2, 4 y 5 corresponden al sector 1, la muestra 1 corresponde al sector 2 y finalmente la muestra 3 corresponde al sector 3.

Las series de suelos muestreadas corresponden a las de mayor importancia en el área de estudio (Paona y Bellavista).

En el Cuadro N° 4.9 se presenta los resultados de los análisis de Conductividad eléctrica en el extracto de saturación. Además se presenta el pH de la primera muestra.

El pH de todas las muestras es neutro, con variaciones entre 6,27 y 7,16.

En promedio, las salinidades fluctuaron entre 2,2 dSm⁻¹ y 7,0 dSm⁻¹. Los predios 1 y 5 presentaron salinidades menores a 4 dSm⁻¹, encontrándose en la categoría de no salinos. Las muestras restantes se encuentran en el rango salino.

Cuadro N° 4.8 Identificación de Predios Muestreados para Análisis de Conductividad Eléctrica

N° Muestra	Nombre Propietario	ROL	Localidad	Canal de Riego	Fase Suelo
1	Bruzzone Bruzzone Juan H.	102-3	Los Loros	Castillo	PNA-F4 W2
2	Callejas Zuleta Margarita	143-10	Fundo Montt	Madariaga	PNA-D2 W3
3	González Villalobos Benjamín	107-2	Las Tablas	Las Tablas	PNA-D3 W3
4	Tamblay Álvarez Julio R.	141-11	Huasco Bajo	La Cachina	PNA-D2 W4
5	Araya Villalobos Lidia Amanda	143-14	El Pino	Madariaga	BVT-D2W3

Fuente: Elaboración Propia.

Las muestras con una menor variación son las 4 y 5, mientras que las muestras 2 y 3 son las de mayor variación. Estas últimas, además son las que presentan las conductividades más altas, con valores de 16 dSm^{-1} y $11,1 \text{ dSm}^{-1}$ respectivamente.

Respecto a los canales de riego, el canal Madariaga y el canal Las Tablas son los que riegan los predios con las conductividades más altas.

En el Cuadro N° 4.10 se presentan las fechas y frecuencias de riegos y precipitaciones de los predios muestreados entre diciembre y mayo.

Según el Cuadro N° 4.10, la frecuencia de riego es muy variable (22 a 47 días en promedio). Encontrando una relación inversamente proporcional entre frecuencia de riego y salinidad, es decir, aquellos suelos que presentaron una mayor frecuencia de riego presentan una salinidad menor (muestras 1 y 5), y los que recibieron una frecuencia de riego menor presentan una mayor salinidad.

Por lo tanto, el manejo de los riegos debe tender a una mayor frecuencia de manera de mantener el tenor salino en valores aceptables, y así no afectar a las plantas por este concepto.

Cuadro N° 4.9
Resultados Análisis de Conductividad Eléctrica (dS m⁻¹)
en el extracto de saturación (a 25 °C) y pH.

Fechas de Muestreo	Conductividad Eléctrica por Muestra (dS m ⁻¹)				
	1	2	3	4	5
14-Dic	1,20	5,30	2,00	4,30	2,90
29-Dic	1,04	6,62	3,30	4,13	2,36
30-Ene	0,97	4,04	3,03	4,60	3,20
15-Feb	0,97	4,61	1,95	3,41	3,67
02-Mar	1,44	15,97	9,42	7,12	1,77
15-Mar	1,25	7,07	11,12	3,49	4,11
28-Mar	9,49	6,90	1,46	4,90	1,43
14-Abr	1,58	5,56	2,41	6,66	3,28
01-May	0,97	9,72	2,23	6,57	2,85
18-May	1,64	9,09	13,69	8,65	4,30
Mínimo	0,97	4,04	1,46	3,41	1,43
Máximo	9,49	15,97	13,69	8,65	4,30
Promedio	2,05	7,49	5,06	5,38	2,99
pH	6,77	7,16	6,27	7,04	6,47

Fuente: Elaboración Propia.

Cuadro N° 4.10
Fechas de Riego y Lluvias (Diciembre a Mayo)

Número de Riegos	N° Muestra				
	1	2	3	4	5
Riego 1	10-Ene	10-Dic	12-Ene	27-Dic	13-Ene
Riego 2	26-Ene	22-Ene	22-Feb	30-Ene	20-Ene
Riego 3	02-Mar	14-Mar	13-Mar	26-Mar	13-Feb
Riego 4			30-Abr		13-Mar
Riego 5					12-Abr
Lluvia	14-May	14-May	14-May	14-May	14-May
Total	3	3	4	3	5
Frecuencia de Riego					
Mínimo	16,0	43,0	19,0	34,0	7,0
Máximo	35,0	51,0	48,0	55,0	30,0
Promedio	25,5	47,0	36,0	44,5	22,3

Fuente: Elaboración Propia.

4.1.1.5 Reacción de los Suelos

El nivel de acidez o basicidad de los suelos se mide por la concentración de hidrógenos e hidroxilos en la solución suelo. Esta propiedad, que también se le conoce como reacción del suelo, se expresa en unidades de pH, constituyéndose éste en la forma numérica de evaluación (Fassbender, 1978).

El pH 7 es neutro, en tanto que valores inferiores a 7 son indicativos de suelos ácidos y pH mayores a 7 son suelos alcalinos. En suelos agrícolas el pH fluctúa entre 4 y 9. Sin embargo, ambos extremos implican severas limitaciones en el caso del suelo.

La siguiente escala elaborada por el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, se presenta en el Cuadro N° 4.11 para el rango de pH de los suelos determinado en los suelos en estudio.

Cuadro N° 4.11
Clasificación de los Suelos de Acuerdo al pH de la Solución

pH	Categoría
6,1 – 6,5	Ligeramente ácido
6,6 – 7,3	Neutro
7,4 – 7,8	Ligeramente alcalino
7,9 – 8,4	Moderadamente alcalino

Fuente: Soil Survey Division Staff. 1993.

En el Cuadro N° 4.10 se presenta el pH medido en la solución suelo para los suelos muestreados. De acuerdo a los resultados del cuadro señalado la mayoría de los suelos presentan una reacción neutra (pH entre 6,75 y 7,37) en superficie y/o en profundidad.

La Serie Paona en su Fase PNA-D3W2 presenta pH entre 6,8 y 7,41, por lo tanto estaría en un rango neutro. En la Fase PNA-D2W3 el rango de pH de los horizonte se encuentra entre ligeramente ácido a ligeramente alcalino (6,45 a 7,63). La Fase PNA-Var D3W1S es la que presenta los pH más altos de las muestras analizadas, estas muestras además presenta un PSI y CE elevada, lo que los clasifica como suelos salino-sódicos.

La Serie Bellavista en su Fase BVT-D2W3, presenta pH en el rango neutro (6,75 a 7,26) en todo el perfil.

El Misceláneo Aluvial presenta un pH moderadamente alcalino (7,94), mientras que el M. Pantano un pH ligeramente alcalino.

Probablemente, la mayor influencia del pH en el crecimiento de las plantas, es su efecto sobre la disponibilidad de nutrientes. Los macronutrientes o nutrientes primarios (nitrógeno, fósforo y potasio) se encuentran en su máxima disponibilidad en la solución suelo entre pH 5,5 y 7,0. En la misma situación se encuentran los nutrientes secundarios azufre, calcio y magnesio, mientras que molibdeno, cobre y boro, considerados elementos menores, su mayor disponibilidad se encuentra entre pH 5,5 y 6,5 (Luzio, 1991).

De acuerdo a los valores de pH de la solución suelo se estima que la mayoría de los nutrientes, en cierto grado, quedan menos disponibles para los cultivos. La alcalinidad de los suelos queda determinada por las concentraciones crecientes de sales solubles o de sodio de intercambio, o de ambos (Luzio, 1991).

4.1.1.6 Caracterización Iónica

Las sales en los suelos de regiones semi-áridas, como en la que se encuentra inserta el área de estudio, varían tanto en tipo como en cantidad. Sin embargo, tres son los cationes dominantes: calcio, magnesio y sodio y dos los aniones de mayor importancia: cloruros y sulfatos. Las combinaciones de estos iones, con excepción del yeso, son fácilmente solubles.

En el Cuadro N° 4.12 se presentan los resultados de análisis de cationes y aniones solubles en miliequivalentes por litro (meq/L) realizados a las muestras tomadas en las calicatas. En el Cuadro N° 4.13 se presentan los mismo resultados pero en miliequivalentes por 100 gramos de suelo (meq/100 g). Finalmente en el Cuadro N° 4.14 se presentan los resultados en centimoles por kilo, unidad utilizada en el Sistema Internacional (cmol kg^{-1}).

Con pH inferiores a 8,4 los carbonatos solubles están ausentes, pero si pueden ser detectados los bicarbonatos, aunque este último rara vez se presenta en grandes cantidades, pues tiende a convertirse espontáneamente en carbonato, con liberación de agua y de anhídrido carbónico. Esta transformación continúa mientras el anhídrido carbónico pueda escapar del sistema. En presencia de calcio y magnesio el carbonato precipita, formando compuestos de muy baja solubilidad. En ausencia de estos formará compuesto con el sodio, el que a diferencia de los anteriores, es bastante soluble.

Macrocationes

En la mayoría de los suelos el catión dominante es el sodio, seguido por el calcio, en tercer lugar se ubica el magnesio y finalmente el potasio. En el Cuadro N° 4.15 se observa la composición catiónica en términos porcentual.

Los cationes divalentes tienen la tendencia a estructurar los suelos mientras que el sodio ejerce el efecto contrario, es decir, es dispersante de las partículas de suelo.

Macroaniones

Entre los aniones el sulfato es dominante en la mayoría de los suelos, exceptuando la Fase PNA-VarD3 W1S de la Serie Paona en la que predominan los cloruros, tanto en superficie como en los horizontes inferiores, bajo el nivel freático.

En general, la concentración de bicarbonatos es baja, aumentando notablemente en la parte superficial de la Serie Bellavista (BVT-D2W3).

Los nitratos presentan niveles muy bajos en todas las muestras, encontrándolos en un rango que no supera el 4,3% de los aniones solubles.

Cuadro N° 4.12
Caracterización Química de los Suelos a través de la Concentración de Macrocatiónes y Macroaniones en Miliequivalentes por Litro para los Suelos más Representativos de Huasco

Serie	Fase	Profund. Horizonte (cm)	Cationes (meq/L)					Aniones (meq/L)				
			Ca ⁺²	Mg ⁺²	Na ⁺	K ⁺	Suma	Cl ⁻	HCO ₃ ⁻	NO ₃ ⁻	SO ₄ ⁻²	Suma
Paona	PNA-D3W2	0-20	22,95	12,34	38,70	1,07	75,06	25,13	0,70	0,39	41,64	67,86
		20-40	51,90	10,86	29,57	0,72	93,03	21,29	0,51	0,19	70,79	92,78
		40-54	19,96	8,22	26,52	0,43	55,14	21,60	0,80	0,06	33,31	55,78
		54-75	30,94	11,02	33,04	0,66	75,67	25,18	1,00	0,11	49,97	76,26
		75-82	62,38	12,50	31,30	0,84	107,02	22,22	1,10	0,16	91,61	115,09
		82-100	3,89	2,06	9,83	0,21	15,99	5,92	0,61	0,06	9,06	15,64
Paona	PNA-D2W3	0-20	13,97	4,28	13,04	0,46	31,75	5,22	0,90	0,27	24,98	31,38
		20-45	2,50	1,07	8,26	0,12	11,95	2,90	0,80	0,13	9,66	13,50
		45-65	5,09	2,47	13,48	0,13	21,17	9,42	0,51	0,24	10,49	20,66
		65-81	21,46	6,91	20,43	0,31	49,11	12,27	0,30	0,23	35,39	48,18
		81-120	17,96	3,70	11,74	0,26	33,66	7,59	0,39	0,27	24,98	33,24
Paona	PNA-Var D3 W1S	0-19	35,93	3,45	104,35	1,94	145,67	94,90	1,20	1,18	66,63	163,89
		19-36	26,45	3,78	17,83	0,38	48,44	8,63	0,61	0,23	39,56	49,02
		36-58	27,45	4,61	26,96	0,36	59,36	18,67	0,61	0,14	43,72	63,14
		58-78	18,46	4,28	31,74	0,31	54,79	22,81	0,61	0,09	35,39	58,91
		78-98	23,95	6,74	41,30	0,38	72,38	26,31	0,80	0,19	49,97	77,28
		98-118	20,46	11,84	65,22	0,49	98,00	62,89	1,10	0,19	27,07	91,25
		118-125	2,50	1,81	23,04	0,22	27,57	16,92	0,61	0,13	11,99	29,65
Bellavista	BVT-D2W3	0-15	2,59	1,07	4,52	0,25	8,44	2,82	2,00	0,35	3,06	8,24
		15-26	2,89	1,15	4,78	0,12	8,95	2,85	1,61	0,32	3,46	8,23
		26-46	2,59	1,23	4,35	0,09	8,27	3,27	0,30	0,10	3,71	7,37
		46-100	2,15	0,90	4,17	0,03	7,25	2,96	0,30	0,08	4,31	7,65
Misc. Aluvial	MAL	0-25	3,19	1,07	4,26	0,06	8,58	3,02	0,51	0,07	5,21	8,80
Misc. Pantano	MPT	0-25	17,96	6,09	21,74	0,74	46,53	20,53	0,80	0,15	29,15	50,63

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro N° 4.13
Caracterización Química de los Suelos a Través de la Concentración de Macrocatones y Macroaniones en Miliequivalentes por 100 Gramos de Suelo, para los Suelos más Representativos de Huasco

Serie	Fase	Profund. Horizonte (cm)	Cationes (meq/100 g)					Aniones (meq/100 g)				
			Ca ⁺²	Mg ⁺²	Na ⁺	K ⁺	Suma	Cl ⁻	HCO ₃ ⁻	NO ₃ ⁻	SO ₄ ⁻²	Suma
Paona	PNA-D3W2	0-20	2,30	1,23	3,87	0,11	7,51	2,51	0,07	0,04	4,16	6,79
		20-40	5,19	1,09	2,96	0,07	9,30	2,13	0,05	0,02	7,08	9,28
		40-54	2,00	0,82	2,65	0,04	5,51	2,16	0,08	0,01	3,33	5,58
		54-75	3,09	1,10	3,30	0,07	7,57	2,52	0,10	0,01	5,00	7,63
		75-82	6,24	1,25	3,13	0,08	10,70	2,22	0,11	0,02	9,16	11,51
		82-100	0,39	0,21	0,98	0,02	1,60	0,59	0,06	0,01	0,91	1,56
Paona	PNA-D2W3	0-20	1,40	0,43	1,30	0,05	3,18	0,52	0,09	0,03	2,50	3,14
		20-45	0,25	0,11	0,83	0,01	1,19	0,29	0,08	0,01	0,97	1,35
		45-65	0,51	0,25	1,35	0,01	2,12	0,94	0,05	0,02	1,05	2,07
		65-81	2,15	0,69	2,04	0,03	4,91	1,23	0,03	0,02	3,54	4,82
		81-120	1,80	0,37	1,17	0,03	3,37	0,76	0,04	0,03	2,50	3,32
Paona	PNA-Var D3 W1S	0-19	3,59	0,35	10,43	0,19	14,57	9,49	0,12	0,12	6,66	16,39
		19-36	2,64	0,38	1,78	0,04	4,84	0,86	0,06	0,02	3,96	4,90
		36-58	2,74	0,46	2,70	0,04	5,94	1,87	0,06	0,01	4,37	6,31
		58-78	1,85	0,43	3,17	0,03	5,48	2,28	0,06	0,01	3,54	5,89
		78-98	2,40	0,67	4,13	0,04	7,24	2,63	0,08	0,02	5,00	7,73
		98-118	2,05	1,18	6,52	0,05	9,80	6,29	0,11	0,02	2,71	9,12
		118-125	0,25	0,18	2,30	0,02	2,76	1,69	0,06	0,01	1,20	2,96
Bellavista	BVT-D2W3	0-15	0,26	0,11	0,45	0,03	0,84	0,28	0,20	0,04	0,31	0,82
		15-26	0,29	0,12	0,48	0,01	0,90	0,28	0,16	0,03	0,35	0,82
		26-46	0,26	0,12	0,43	0,01	0,83	0,33	0,03	0,01	0,37	0,74
		46-100	0,21	0,09	0,42	0,00	0,73	0,30	0,03	0,01	0,43	0,76
Misc. Aluvial	MAL	0-25	0,32	0,11	0,43	0,01	0,86	0,30	0,05	0,01	0,52	0,88
Misc. Pantano	MPT	0-25	1,80	0,61	2,17	0,07	4,65	2,05	0,08	0,02	2,91	5,06

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro N° 4.14
Caracterización Química de los Suelos a Través de la Concentración de Macroaniones y Macrocationes en Centimoles por Kilo, para los Suelos más Representativos de Huasco

Serie	Fase	Profund. Horizonte (cm)	Cationes cmol(+) kg ⁻¹				Aniones cmol(-) kg ⁻¹			
			Ca ⁺²	Mg ⁺²	Na ⁺	K ⁺	Cl ⁻	HCO ₃ ⁻	NO ₃ ⁻	SO ₄ ⁻²
Paona	PNA-D3W2	0-20	1,15	0,62	3,87	0,11	2,51	0,07	0,04	4,16
		20-40	2,59	0,54	2,96	0,07	2,13	0,05	0,02	7,08
		40-54	1,00	0,41	2,65	0,04	2,16	0,08	0,01	3,33
		54-75	1,55	0,55	3,30	0,07	2,52	0,10	0,01	5,00
		75-82	3,12	0,63	3,13	0,08	2,22	0,11	0,02	9,16
		82-100	0,19	0,10	0,98	0,02	0,59	0,06	0,01	0,91
Paona	PNA-D2W3	0-20	0,70	0,21	1,30	0,05	0,52	0,09	0,03	2,50
		20-45	0,12	0,05	0,83	0,01	0,29	0,08	0,01	0,97
		45-65	0,25	0,12	1,35	0,01	0,94	0,05	0,02	1,05
		65-81	1,07	0,35	2,04	0,03	1,23	0,03	0,02	3,54
		81-120	0,90	0,19	1,17	0,03	0,76	0,04	0,03	2,50
Paona	PNA-Var D3 W1S	0-19	1,80	0,17	10,43	0,19	9,49	0,12	0,12	6,66
		19-36	1,32	0,19	1,78	0,04	0,86	0,06	0,02	3,96
		36-58	1,37	0,23	2,70	0,04	1,87	0,06	0,01	4,37
		58-78	0,92	0,21	3,17	0,03	2,28	0,06	0,01	3,54
		78-98	1,20	0,34	4,13	0,04	2,63	0,08	0,02	5,00
		98-118	1,02	0,59	6,52	0,05	6,29	0,11	0,02	2,71
		118-125	0,12	0,09	2,30	0,02	1,69	0,06	0,01	1,20
Bellavista	BVT-D2W3	0-15	0,13	0,05	0,45	0,03	0,28	0,20	0,04	0,31
		15-26	0,14	0,06	0,48	0,01	0,28	0,16	0,03	0,35
		26-46	0,13	0,06	0,43	0,01	0,33	0,03	0,01	0,37
		46-100	0,11	0,05	0,42	0,00	0,30	0,03	0,01	0,43
Misc. Aluvial	MAL	0-25	0,16	0,05	0,43	0,01	0,30	0,05	0,01	0,52
Misc. Pantano	MPT	0-25	0,90	0,30	2,17	0,07	2,05	0,08	0,02	2,91

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro N° 4.15
Composición Porcentual de las Concentraciones de Macrocatones y Macroaniones
de los Suelos más Representativos de Huasco

Serie	Fase	Profund. Horizonte (cm)	Cationes (meq/L)					Aniones (meq/L)				
			Ca ⁺²	Mg ⁺²	Na ⁺	K ⁺	Suma	Cl ⁻	HCO ₃ ⁻	NO ₃ ⁻	SO ₄ ⁻²	Suma
Paona	PNA-D3W2	0-20	30,58%	16,43%	51,55%	1,43%	100,00%	37,0%	1,04%	0,57%	61,36%	100,00%
		20-40	55,78%	11,67%	31,78%	0,77%	100,00%	22,9%	0,55%	0,21%	76,30%	100,00%
		40-54	36,20%	14,91%	48,10%	0,79%	100,00%	38,7%	1,44%	0,11%	59,72%	100,00%
		54-75	40,89%	14,56%	43,67%	0,88%	100,00%	33,0%	1,31%	0,15%	65,52%	100,00%
		75-82	58,28%	11,68%	29,25%	0,79%	100,00%	19,3%	0,95%	0,14%	79,60%	100,00%
		82-100	24,34%	12,86%	61,46%	1,34%	100,00%	37,9%	3,88%	0,37%	57,90%	100,00%
Paona	PNA-D2W3	0-20	44,00%	13,47%	41,08%	1,45%	100,00%	16,6%	2,87%	0,87%	79,63%	100,00%
		20-45	20,88%	8,95%	69,14%	1,03%	100,00%	21,5%	5,95%	0,98%	71,56%	100,00%
		45-65	24,04%	11,65%	63,67%	0,63%	100,00%	45,6%	2,46%	1,17%	50,78%	100,00%
		65-81	43,69%	14,07%	41,61%	0,62%	100,00%	25,5%	0,61%	0,47%	73,46%	100,00%
		81-120	53,37%	10,99%	34,88%	0,76%	100,00%	22,8%	1,18%	0,82%	75,17%	100,00%
Paona	PNA-Var D3 W1S	0-19	24,66%	2,37%	71,63%	1,33%	100,00%	57,9%	0,73%	0,72%	40,65%	100,00%
		19-36	54,60%	7,81%	36,80%	0,79%	100,00%	17,6%	1,24%	0,46%	80,70%	100,00%
		36-58	46,23%	7,76%	45,41%	0,60%	100,00%	29,6%	0,96%	0,22%	69,25%	100,00%
		58-78	33,70%	7,81%	57,93%	0,56%	100,00%	38,7%	1,03%	0,16%	60,08%	100,00%
		78-98	33,09%	9,32%	57,06%	0,53%	100,00%	34,0%	1,04%	0,25%	64,66%	100,00%
		98-118	20,88%	12,08%	66,55%	0,50%	100,00%	68,9%	1,20%	0,21%	29,66%	100,00%
		118-125	9,05%	6,56%	83,59%	0,80%	100,00%	57,1%	2,05%	0,42%	40,45%	100,00%
Bellavista	BVT-D2W3	0-15	30,76%	12,67%	53,60%	2,97%	100,00%	34,2%	24,28%	4,31%	37,16%	100,00%
		15-26	32,33%	12,86%	53,43%	1,37%	100,00%	34,6%	19,51%	3,92%	41,98%	100,00%
		26-46	31,38%	14,92%	52,58%	1,11%	100,00%	44,4%	4,00%	1,38%	50,26%	100,00%
		46-100	29,58%	12,47%	57,53%	0,42%	100,00%	38,7%	3,86%	1,10%	56,34%	100,00%
Misc. Aluvial	MAL	0-25	37,22%	12,46%	49,66%	0,66%	100,00%	34,3%	5,78%	0,77%	59,16%	100,00%
Misc. Pantano	MPT	0-25	38,61%	13,08%	46,72%	1,59%	100,00%	40,5%	1,59%	0,30%	57,57%	100,00%

Fuente: Elaboración propia.
Porcentaje determinado a partir de las concentraciones de meq/L.

4.1.2 Topografía

Basado en el plano a escala 1: 5.000 existente, y que fue digitalizado, el levantamiento topográfico que se llevó a cabo incluyó:

- Verificación de cotas
- Levantamiento del cauce evacuador (Río Huasco)
- Replanteo de terreno
- Identificación de puntos particulares (obras existentes, pozos de observación, estaciones, puntos de referencia, etc).

El levantamiento se estableció en un sistema de ejes cartesianos donde se dejaron identificados los puntos de interés mediante balizas, tales como los pozos de observación para el levantamiento del plano de profundidad del nivel freático, isohipsas y de gradiente hidráulica.

El plano reformulado con el levantamiento topográfico se realizó en formato digital CAD.

Para el levantamiento topográfico se utilizó una Estación Total Constructor DC-600, con apoyo de dos bastones de tres prismas cada uno.

El cauce fue barrido desde 2 km aguas arriba del puente Los Guindos (6.844.998,07 N, 299.688,96 E), hasta 1 km aproximadamente aguas abajo del puente de Huasco Bajo (6.849.273,25 N, 286.687,82 E), cubriendo una longitud de 15,845 km, con puntos en el fondo del cauce cada 50 a 100 m. En el plano N° B-01, laminas 1 a 3, se presenta el perfil longitudinal del cauce a escala horizontal 1:10.000 y escala vertical 1:1.000.

Además se realizaron 29 perfiles transversales en el cauce evacuador (rio Huasco), que se presentan en el plano N° B-02, a escala horizontal 1:5.000 y escala vertical 1:500.

4.1.3 Áreas de Conservación

Se identificaron áreas que presentan características especiales para su conservación y protección. Estas constituyen zonas de interés ecológico, tales como hábitat para la vida silvestre, sitios de reproducción y/o nidificación.

La identificación de estas áreas se complementó con visitas a terreno, información obtenida en entrevistas con personal del Servicio Agrícola y Ganadero (SAG), información de la CONAMA de la II Región e información elaborada por CICA el año 1996¹, donde se encuentra definido el uso del suelo del valle del río Huasco con distinción de las áreas cultivadas, sin uso y reductos naturales.

¹ CICA Ingenieros Consultores. 1996. *Op cit.*

La visita a terreno se realizó con el Dr. Jorge González Vilches, Médico Veterinario del Departamento de Higiene Ambiental del Ministerio de Salud, ornitólogo de basta experiencia en la zona, quien realizó un informe denominado “Criterios de Conservación de Humedales en el Sector Bajo del Río Huasco”. Este informe se presenta en el Anexo 4.1.

Cabe mencionar que la participación de este profesional fue acordada en una reunión realizada el día 11 de octubre del 2001 en las dependencias del S.A.G. Central a la que asistieron el Sr. Agustín Iriarte y la Sra. Olga Espinosa como representantes del S.A.G.; Sra. Julia Toro, Inspector Fiscal para este proyecto de la C.N.R. y los Sres. Leonardo Machuca (Jefe del Proyecto), Mario Urra (Asesor del Proyecto) y Rodrigo Alemany (Ingeniero del Proyecto).

En esta reunión se acordó que las conclusiones y recomendaciones realizadas por el Sr. Jorge González Vilches serían acogidas y respetadas por este Consultor y por la C.N.R. en cuanto a definir las áreas de exclusión del proyecto.

Según los criterios expuestos en el Informe Técnico “Criterios de Conservación de Humedales en el Sector Bajo del Río Huasco”, realizado en el presente estudio, donde se sugieren distintos grados de intervención. Se recomienda una intervención mínima entre el puente de Huasco Bajo a Los Loros (6.846.000 N, 294.000 E), dejando como zona de conservación la franja de suelos clasificados como misceláneo aluvial, que equivale a 40,6 ha.

Desde la localidad de Los Loros hasta 2 km aguas arriba del puente Los Guindos, en Freirina, se propone una intervención más intensa, involucrando suelos clasificados como misceláneo aluvial. En este tramo, se recomienda dejar como zona de conservación la franja aledaña al río Huasco.

Entre el río Huasco y el límite del área de estudio queda una franja no sometida al estudio, la cual quedará como zona de conservación.

La actual zona de protección existente en la desembocadura del río Huasco, (que se caracteriza en detalle en el capítulo 3.7.4 de áreas silvestres protegidas), cuyos límites son: por el nororiente el camino costero, pasando por el puente de Huasco Bajo hasta la línea férrea desde donde se extiende hasta el centro poblado de Huasco, se encuentra actualmente intervenida con huertos de olivos en producción y con obras de drenaje, principalmente en el sector de la Cachina. El sector esta dividido en 14 predios que suman una superficie de 84,56 ha.

Para los fines del presente proyecto se considerarán solamente las superficies de estos predios que se encuentran actualmente cultivadas alcanzando a 73,32 ha. De la superficie restante de estos predios, 9,03 ha están sin plantaciones y 2,21 ha no presentan problemas de drenaje restringido.

En el Mapa N° A-07 se presenta la zona de conservación.

4.1.4 Situación Medioambiental

El principal problema ambiental en la parte baja de la cuenca del río Huasco lo ha constituido las emisiones de material particulado en Huasco, por parte de CMP (Compañía Minera del Pacífico), según así lo señalan algunos informes (CONAMA, 1995) ².

La situación llevó al Ministerio de Agricultura a establecer una Norma de Calidad del Aire para Material Particulado en la cuenca del río Huasco, a través del D.S, N° 4 de 1992. Es un cuerpo reglamentario previo a la entrada en vigencia de la Ley N° 19.300 sobre bases generales del medio ambiente, la que establece norma ambiental de calidad secundaria para material particulado sedimentable y para hierro en el material particulado. Dicho cuerpo jurídico establece la instalación de sistemas de vigilancia de la calidad del aire a través del monitoreo e impone obligaciones de reducción de emisiones.

En relación a las aguas, el río Huasco se constituye, en forma directa o indirecta, en el receptor principal de todas las descargas de aguas de los diversos procesos asociados a las distintas actividades económicas que sustenta la cuenca, con más o menos tratamiento y por supuesto, también sin tratamiento. No obstante, por no corresponder la hoya hidrográfica del río Huasco o sus ciudades y poblados, a centros de gran crecimiento demográfico, como ocurre en otras cuencas (Maipo, Mapocho, Elqui, Bío Bío, Rapel, etc) los procesos de contaminación hídrica se mantienen relativamente constante o de reducido crecimiento con lo que podría encontrarse varios años atrás.

La calidad de las aguas está determinada, de manera importante por la descarga de los diversos efluentes.

Para el río Huasco, el avance en el control y reducción de la contaminación debe necesariamente pasar, en primer lugar, por identificar y caracterizar las distintas fuentes, estableciendo prioridades, considerando para esto el modelo de desarrollo que la sociedad se ha dado o que quiere para la cuenca.

De acuerdo a la información a diciembre del año 1992, las poblaciones de Vallenar y Freirina tenían poblaciones de 42.266 y 3.838 habitantes con cobertura de alcantarillado de 89 y 61%, respectivamente. La primera sin tratamiento y la segunda con tratamiento. Así, los volúmenes totales por descargas de aguas servidas estimadas sobre la base de la población, alcanzarían al año señalado a 2,74 millones de m³ en Vallenar y a 170 mil m³ en Freirina, lo que en términos de DBO₅ representarían 740 y 46 toneladas al año (CONAMA, 1995) ³. Estas cifras están dentro del mismo orden de magnitud que una serie de cauces del país y muy por debajo de las cuencas que albergan las mayores concentraciones poblacionales.

² ARTEAGA, J. y DURÁN, H. 1995. Contaminación atmosférica en Chile: Antecedentes y Políticas para su Control. En Perfil Ambiental de Chile. CONAMA. 2 ed.

³ CABRERA, N. 1995. Estado de las aguas continentales y marinas de Chile. En Perfil Ambiental de Chile. CONAMA 2ed.

En el río Huasco el aporte de DBO₅ por las industrias alcanzaba a 1992 a 2.805 kg/mes para un caudal de 10.843 m³/mes.

De acuerdo a estudios realizados entre 1989 y 1991 por la Dirección General de Aguas ⁴, la contaminación actual del río Huasco se estima baja, mientras que la potencial sería media, donde el tipo de contaminación para ambas situaciones es química y bacteriológica.

El caudal de las descargas bacteriológicas en Huasco Bajo alcanza a 10 L/s, las que se estiman que no son despreciables en cuanto a magnitud, donde su principal efecto y/o impacto ocurriría en los sistemas lénticos de la desembocadura del mismo y en el medio marino. En términos de comparación de cifras, Vallenar y Freirina descargan 58 y 4,8 L/s, respectivamente, constituyéndose en importantes fuentes de contaminación bacteriológica, aguas debajo de sus descargas.

Otras potenciales fuentes de aporte a la contaminación son la actividad agrícola y la minero-industrial. La actividad agrícola aporta a las aguas productos químicos como pesticidas, fertilizantes y abonos. Los aportes del sector minero se encuentran representados por diversas compañías mineras que dan origen a una diversidad de efluentes, que pueden alcanzar a los afluentes del río Huasco y a este en forma indirecta o directa.

Con relación al suelo, los principales yacimientos minerales de la III Región corresponden a los de hierro, si se les compara con otras regiones, el que por su baja toxicidad, se estima que su riesgo ambiental es bajo. Esta situación es plenamente válida para la parte baja de la cuenca del río Huasco. Así, a pesar que el tramo del río Huasco, entre Freirina y Huasco, ha llegado a ser conocido en el país, por las denuncias de daños que tendrían su origen en el material particulado emitido por la planta de pellets de hierro, conteniendo altos niveles de hierro. Sin embargo, el ingreso de hierro al suelo no tiene efecto en las plantas y animales, dado que los contenidos totales se encuentran en los rangos habituales de los suelos. Así, más bien se postula que el material particulado afecta las producciones olivícolas, por un efecto mecánico al depositarse en las hojas e impedir o dificultar los procesos fotosintéticos o de intercambio gaseoso.

En términos generales, la cuenca del Huasco, se reconoce pobre en contenidos metálicos y de características similares a lo que ocurre en otras cuencas.

El aspecto más destacable, son las elevadas concentraciones de sales en los suelos y en las aguas, desde el punto de vista de la actividad agrícola. A lo largo del cauce del río Huasco, se define un perfil de concentración salina, donde los menores valores se encuentran en la parte alta de la cuenca y aumentan progresivamente hasta llegar a Freirina y continúan aumentando hacia el poniente. Asociado a la influencia de las aguas del río Huasco y de los canales que extraen aguas del mismo río, la salinidad de los suelos también aumenta. La mayor exposición a la solubilización de las sales presentes naturalmente en los suelos, las aguas se van ionizando, alcanzando cargas que limitan la posibilidad de producción de cultivos sensibles o semisensibles

⁴ Universidad de Chile. 2000. Informe País-Estado del Medio Ambiente - 1999: Recursos Hídricos.

a la salinidad, lo que se agrega a las restricciones climáticas, propias de áreas con influencia marina.

En la parte baja del Huasco y en especial en el área de estudio, no existen problemas de erosión de significación, salvo en aquellos huertos regados por sistemas de surcos, en terrenos con pendiente, en que el riego es la causa de los procesos erosivos. El cambio de pendiente de los surcos y menores caudales son variables que permiten evitar o controlar procesos erosivos.

En la desembocadura del río Huasco se encuentran extensas áreas de dunas, que se amplían hacia el sur y hacia el norte, en mayor magnitud, por las condiciones de ubicación de la faja costera en relación a la dirección dominante del viento y del oleaje. Algunas dunas, en la actualidad se encuentran activas, pero de muy lento desarrollo, afectando sectores de huertos olivícolas.

En relación a los elementos bióticos, la fauna avícola tiene una gran representación por la presencia de un elevado número de especies residentes y migratorias, asociadas de alguna forma a los sectores húmedos de la parte baja del Huasco, en especial, las que se encuentran más cerca de la desembocadura. A lo anterior se agregan áreas de vegas y pantanos en los alrededores del río Huasco, desde Freirina hacia el poniente.

Estos humedales constituyen sitios, principalmente, de apareamiento y nidificación para especies residentes y de refugio y alimento para especies migratorias, que realizan extensos viajes tanto hacia el norte como el sur.

Del total de especies presentes, en la presente Consultoría se reconocieron varias especies de la avifauna que se encuentran en alguna categoría de Conservación, de acuerdo al Reglamento de la Ley de Caza N° 19.473 (D.S. N° 5/98).

De acuerdo al simposium y posterior Libro Rojo⁵, derivado del mismo, para reconocer sitios prioritarios para la conservación de la biodiversidad, la cuenca del río Huasco, no presenta sitios con dicha finalidad. No obstante, el SAG, a través del Decreto N° 27/95 del Ministerio de Agricultura establece un área de restricción de caza, con la finalidad de proteger la avifauna.

Por otro lado, el área de estudio y su entorno, no se encuentra como área protegida por el Sistema Nacional de Áreas Silvestre Protegidas por el Estado (SNASPE).

⁵ MUÑOZ, M., NÚÑEZ, H. y YÁNEZ, J. Editores. 1996. Libro Rojo de los Sitios Prioritarios para la Conservación de la Diversidad Biológica en Chile. CONAF.

4.1.5 Calidad de Aguas. Monitoreo

4.1.5.1 Análisis de Calidad de Aguas

Como una forma de determinar la calidad de las aguas, tanto superficiales como subterráneas presentes al interior del área de estudio, se seleccionaron 10 puntos de muestreo distribuidos entre el río Huasco (3), pozos de observación (3), drenes (2) y canales de riego (2).

Los parámetros analizados corresponden a pH, conductividad eléctrica (CE), relación de adsorción de sodio (RAS), aniones (CO_3^{-2} , HCO_3^{-2} , Cl^- , SO_4^{-2} , nitritos y nitratos) y cationes (Ca^{+2} , Mg^{+2} , Na^+ y K^+). Además, en forma indirecta se realizó el cálculo del porcentaje de sodio intercambiable (PSI) mediante la metodología que se expone en el desarrollo de este capítulo.

a. Normativa y Rangos Normales de Parámetros que Inciden en la Calidad de las Aguas para Riego

Para el análisis de las aguas de riego, se utilizarán los parámetros establecidos en la Norma Oficial Chilena NCh 1333/1978 y en el Handbook N° 60 del U.S.D.A. La Norma Oficial Chilena NCh 1333/1978 establece los rangos o límites máximos para diferentes aspectos químicos y biológicos de las aguas de riego, mientras que el U.S.D.A. clasifica las aguas de riego de acuerdo a sus características de salinidad y Relación de Adsorción de Sodio (RAS) y por lo tanto el grado de peligrosidad al usarlas, tanto para las plantas como para el suelo.

Un primer parámetro de clasificación general de aguas, es el pH, que define aguas básicas con $\text{pH} > 7$ y aguas ácidas con $\text{pH} < 7$, aún cuando las aguas que presentan un pH entre 6,5 y 7,3 son consideradas neutras. Para riego la Norma NCh 1333 establece que el pH debe estar entre 5,5 y 9,0.

La conductividad eléctrica (CE) refleja el contenido de sales de las aguas. Las aguas de riego, dependiendo de su grado, puede afectar severamente a cultivos sensibles o medianamente sensibles, cuando es aplicada en suelos que poseen un drenaje imperfecto. En el Cuadro N° 4.16 se clasifican las aguas de riego según su salinidad y sólidos totales disueltos, de acuerdo a lo dispuesto en la Norma Oficial Chilena NCh 1333/1978.

Cuadro N°4.16
Clasificación de Aguas para Riego según su Salinidad
Norma Oficial Chilena NCh 1333/1978

Clasificación	Conductividad Eléctrica, c, dS m ⁻¹ a 25°C (*)	Sólidos Disueltos Totales, s, mg L ⁻¹ a 105°C
Agua con la cual generalmente no se observarán efectos perjudiciales	c < 0,75	s < 500
Agua que puede tener efectos perjudiciales en cultivos sensibles	0,75 < c < 1,5	500 < s < 1.000
Agua que puede tener efectos adversos en muchos cultivos y necesita de métodos de manejo cuidadosos	1,5 < c < 3,0	1.000 < s < 2.000
Agua que puede ser usada para plantas tolerantes en suelos permeables con métodos de manejo cuidadosos	3,0 < c < 7,5	2.000 < s < 5.000

Nota: (*) La Norma da como unidad el $\mu\text{mhos cm}^{-1}$, se presentan en dS m^{-1} por ser la unidad usada en el Sistema Internacional y hoy en día en los estudios agronómicos. Su equivalencia es: $1 \mu\text{mhos cm}^{-1} = 10^{-3} \text{dS m}^{-1}$.

Fuente: Norma Oficial Chilena NCh 1333/1978.

La clasificación de las aguas de acuerdo al U.S.D.A., como se expuso anteriormente se basa en la CE y en la RAS, que son dos parámetros de fundamental importancia en el uso agrícola de las aguas. La RAS se obtiene mediante la siguiente relación:

$$RAS = \frac{Na}{\sqrt{\frac{Ca + Mg}{2}}}$$

Donde:

- RAS : Relación de Adsorción de Sodio
- Na : Contenido de sodio en meq/L
- Ca : Contenido de calcio en meq/L
- Mg : Contenido de magnesio en meq/L

Los dos parámetros se expresan en un diagrama de coordenadas en el que se han definido áreas de distintas calidades de agua. El diagrama con las distintas clasificaciones para agua de riego, se presenta en la Figura N° 4.1

El diagrama anteriormente señalado, se encuentra actualmente en discusión, pero para los fines del proyecto se empleará sólo como referencia para la clasificación de las aguas. La real importancia radica en los valores absolutos de CE y RAS que serán utilizados en el posterior análisis de fracciones de lixiviación.

Otro parámetro de importancia en la calidad de las aguas para riego, lo constituye el porcentaje de sodio intercambiable (PSI). Cuando no se entrega este dato, el cálculo se basa en la siguiente relación:

$$PSI = \frac{100 * (0,01475 * RAS - 0,0126)}{1 + (0,01475 * RAS - 0,0126)}$$

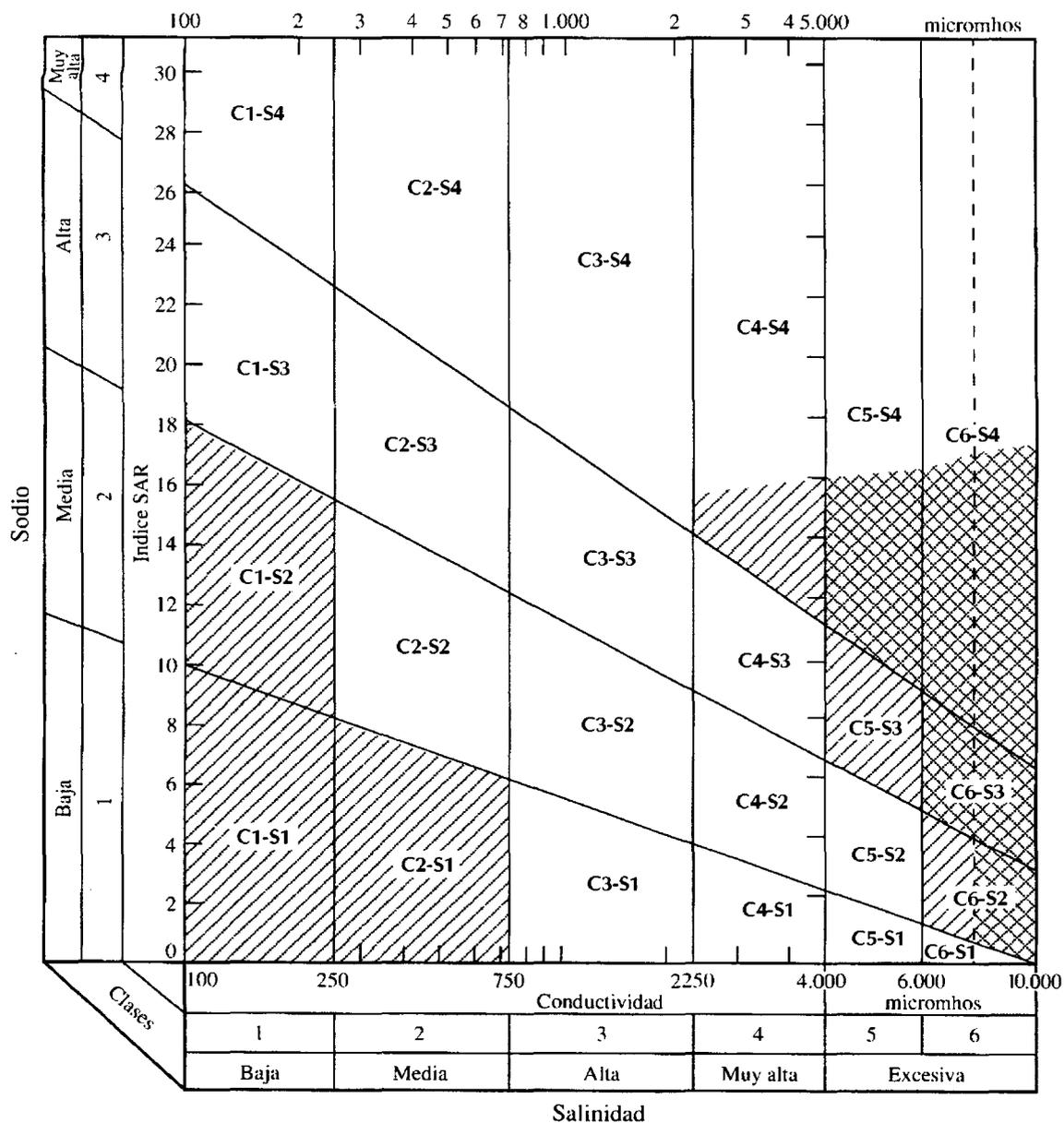
Donde:

PSI : Porcentaje de Sodio Intercambiable
RAS : Relación de Adsorción de Sodio

Finalmente, en el Cuadro N° 4.17 se presentan los estándares básicos de la Norma Oficial Chilena NCh 1333/1978 para aguas destinadas al regadío y además en el Cuadro N° 4.18 se consignan los valores de los parámetros establecidos por FAO N° 29 (Ayers y Westcot, 1987) para aguas de riego.

Figura N° 4.1

NOMOGRAMA PARA LA CLASIFICACIÓN DEL AGUA DE RIEGO
 (Normas de Riverside; U.S. Soil Salinity Laboratory)



- Aguas de buena calidad aptas para el riego.
- Aguas utilizables para el riego con precauciones.
- Aguas no aptas para el riego.

Fuente: Junta de Extremadura – Consejería de Agricultura y Comercio. 1992. Interpretación de Análisis de Suelo, Foliar y Agua de Riego. Consejo de Abonado (Normas Básicas). Ediciones Mundi-Prensa, Madrid.

Cuadro N°4.17
Estándares para Aguas destinadas a Regadío
Norma Oficial Chilena NCh 1333/1978

Elemento	Símbolo	Unidad	Límite máximo
Aluminio	Al	mg L ⁻¹	5,000
Arsénico	As	mg L ⁻¹	0,100
Bario	Ba	mg L ⁻¹	4,000
Berilio	Be	mg L ⁻¹	0,100
Boro	B	mg L ⁻¹	0,750
Cadmio	Cd	mg L ⁻¹	0,010
Cianuro	CN ⁻	mg L ⁻¹	0,200
Cloruro ⁽¹⁾	Cl ⁻	mg L ⁻¹	200
Cobalto	Co	mg L ⁻¹	0,050
Cobre	Cu	mg L ⁻¹	0,200
Cromo	Cr	mg L ⁻¹	0,100
Fluoruro	F ⁻	mg L ⁻¹	1,000
Hierro	Fe	mg L ⁻¹	5,000
Litio	Li	mg L ⁻¹	2,500
Litio (cítricos)	Li	mg L ⁻¹	0,075
Manganeso	Mn	mg L ⁻¹	0,200
Mercurio	Hg	mg L ⁻¹	0,001
Molibdeno	Mo	mg L ⁻¹	0,010
Níquel	Ni	mg L ⁻¹	0,200
pH	-	-	5,500 - 9,000
Plata	Ag	mg L ⁻¹	0,200
Plomo	Pb	mg L ⁻¹	5,000
Selenio	Se	mg L ⁻¹	0,020
Sodio porcentual	Na	%	35,000
Sulfato ⁽²⁾	SO ₄ ⁻²	mg L ⁻¹	250
Vanadio	V	mg L ⁻¹	0,100
Zinc	Zn	mg L ⁻¹	2,000
Coliformes fecales	-	NMP/100 ml	1.000 ⁽³⁾

Fuente: Norma Oficial Chilena NCh 1333/1978.

Nota: La NCh 1333/78 fue aprobada por Decreto Supremo N° 867 del 07/04/1978 del Ministerio de Obras Públicas y publicada en el Diario Oficial del 22/05/1978.

(1) : Unidad Equivalente de Cloruros: 200 mg L⁻¹ = 5,64 meq L⁻¹.

(2) : Unidad Equivalente de Sulfatos: 250 mg L⁻¹ = 5,20 meq L⁻¹.

(3) : Aplicable en aguas de riego destinadas a verduras y frutas que se desarrollan a ras del suelo y que en forma habitual se consumen en estado crudo.

Cuadro N° 4.18
Rangos de Valores Normales para Agua de Riego

Parámetros	Unidad	Valores Normales en Aguas de Riego
Cationes y Aniones		
Ca ⁺²	meq/L	0 - 20
Mg ⁺²	meq/L	0 - 5
Na ⁺	meq/L	0 - 40
K ⁺	meq/L	0 - 0,05
CO ₃ ⁻²	meq/L	0 - 0,1
HCO ₃ ⁻²	meq/L	0 - 10
Cl ⁻	meq/L	0 - 30
SO ₄ ⁻²	meq/L	0 - 20
Nutrientes		
NO ₃ ⁻ como N	mg/L	0 - 10
NH ₄ ⁻ como N	mg/L	0 - 5
PO ₄ ⁻ como P	mg/L	0 - 2
Varios		
Acidez o Basicidad	-	6 - 8,5
Relación de Adsorción de Sodio (RAS)	-	0 - 15

Fuente : Ayers, R.S. y Wescot, D.W. 1987. *La calidad del agua en la agricultura.* FAO N° 29.

El análisis de los resultados para la totalidad de los puntos de muestreo, está referido a los Cuadros N° 4.16 y N° 4.17 de la Norma Oficial Chilena N° 1333/1978 y al Cuadro N° 4.18 de FAO N° 29.

b. Resultados Analíticos de Calidad de Aguas

Río Huasco

De acuerdo a lo establecido en la metodología de trabajo para el presente estudio, y además de la información de calidad de aguas existente, se establecieron tres puntos de muestreo de aguas en el río Huasco, los que se caracterizan en el Cuadro N° 4.19. La ubicación de dichos puntos obedece a la caracterización del río al interior del área de estudio, desde el inicio en Los Guindos hasta el final en Huasco Bajo, con un punto medio ubicado en la localidad de El Pino.

Cuadro N°4.19
Puntos de Muestreo de Calidad de Aguas Río Huasco

Punto	N (U.T.M.)	O (U.T.M.)	Altitud (m.s.n.m.)
Río Huasco en Puente Los Guindos	297.884,01	6.844.853,96	93,03
Río Huasco en Puente El Pino	289.742,17	6.847.361,23	30,60
Río Huasco en Puente Huasco Bajo	286.988,00	6.849.090,00	14,50

Fuente: Elaboración propia.

En el Cuadro N° 4.20 se presentan los resultados de los análisis de calidad de aguas para los tres puntos seleccionados en el río Huasco.

En el Anexo 4.2 se presentan los resultados de los análisis y los certificados del laboratorio.

Cuadro N°4.20
Resultados de Análisis de Calidad de Aguas Río Huasco

Parámetros	Unidad	Punto de Muestreo		
		Río Huasco en Pte. Los Guindos	Río Huasco En Pte. El Pino	Río Huasco en Pte. Huasco Bajo
pH	-	8,00	7,90	7,80
CE	dS/m	2,70	2,95	3,66
RAS	-	4,60	5,25	5,91
PSI	%	5,24	6,09	6,94
CO ₃ ⁻²	meq/L	0	0	0
	mg/L	0	0	0
HCO ₃ ⁻²	meq/L	4,80	3,34	4,72
	mg/L	293	204	288
Cl ⁻	meq/L	11,28	9,59	14,66
	mg/L	400	340	520
SO ₄ ⁻²	meq/L	12,85	13,89	17,93
	mg/L	617	667	861
N-NO ₂	meq/L	0,000	0,000	0,000
	mg/L	< 0,004	< 0,004	< 0,004
N-NO ₃	meq/L	0,07	0,02	0,07
	mg/L	4,2	1,2	4,2
Ca ⁺²	meq/L	9,98	9,83	13,57
	mg/L	200	197	272
Mg ⁺²	meq/L	4,03	4,69	6,01
	mg/L	49	57	73
Na ⁺	meq/L	12,17	14,13	18,48
	mg/L	280	325	425
K ⁺	meq/L	0,20	0,22	0,23
	mg/L	7,8	8,5	8,8

Fuente: Elaboración propia a partir de resultados analíticos del CIMM.

pH y CE

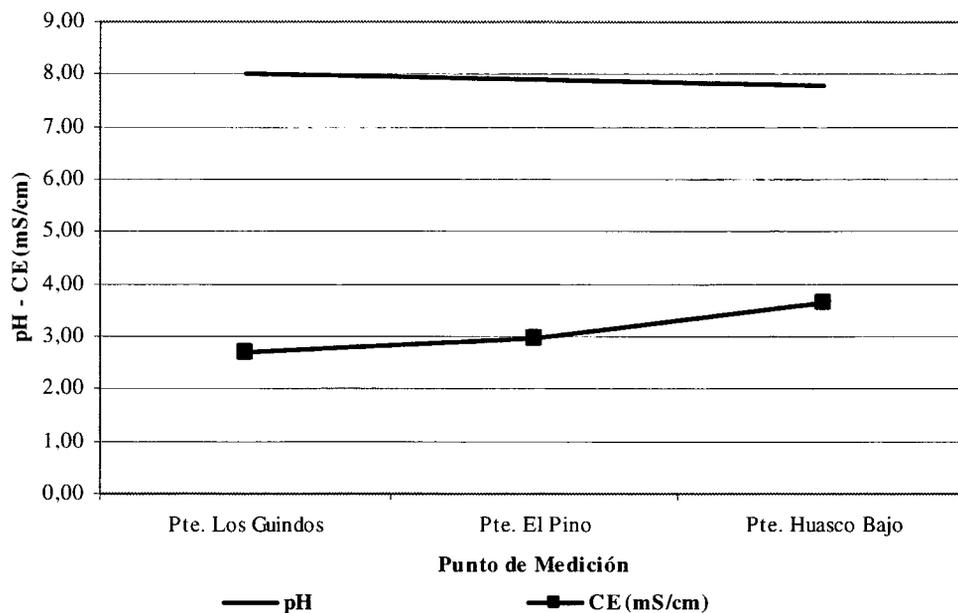
El pH presenta valores que varían entre 7,8 y 8,0 para los puntos de muestreo río Huasco en Puente Huasco Bajo y río Huasco en Puente Los Guindos, respectivamente. Estos

valores están dentro del rango que establece la NCh 1333 para aguas de riego, calificándose como básicas.

La Conductividad Eléctrica (CE), presenta valores que aumentan a medida que el río avanza por el valle del Huasco Bajo. En el punto de muestreo río Huasco en Puente Los Guindos el valor de CE es de 2,7 dS/m, valor que aumenta en río Huasco en Puente El Pino con 2,95 dS/m y 3,66 dS/m en río Huasco en Puente Huasco Bajo. Es decir, se pasa de una situación en que el agua por su concentración salina, puede tener efectos adversos en muchos cultivos y necesita de métodos de manejo cuidadosos, a una situación en que el agua puede ser usada para plantas tolerantes en suelos permeables con métodos de manejo cuidadosos. Las aguas del río Huasco presentan limitaciones al ser utilizadas en riego agrícola, ya que se podrían esperar efectos adversos en cultivos que no presenten tolerancia a la salinidad.

La tendencia del pH y la CE para los diferentes puntos de muestreo en el recorrido del río Huasco por el área de estudio, se grafica en la Figura N° 4.2.

Figura N°4.2
Variación del pH y CE (dS/m) en Diferentes Puntos de Muestreo del Río Huasco



Fuente: Elaboración propia a partir de resultados analíticos del CIMM.

Macroaniones (CO_3^{-2} , HCO_3^{-2} , Cl^- , SO_4^{-2})

En los tres puntos de muestreo considerados, no se registra la presencia de carbonatos (CO_3^{-2}), mientras que los bicarbonatos presentan una disminución en el punto de muestreo río Huasco en Puente El Pino (3,34 meq/L) respecto al punto anterior (4,80 meq/L) para posteriormente incrementarse a un valor levemente inferior comparado con el primer punto de muestreo (4,72 meq/L). La ausencia de carbonatos y la presencia de bicarbonatos son concordantes con los valores de pH de las aguas.

Los cloruros (Cl^-) presentan una tendencia similar a los bicarbonatos, ya que en río Huasco en Puente Los Guindos presenta un valor de 11,28 meq/L para luego disminuir a 9,59 meq/L en el punto intermedio ubicado en el Puente El Pino finalizando su recorrido con un incremento en el contenido de cloruros con un valor de 14,66 meq/L

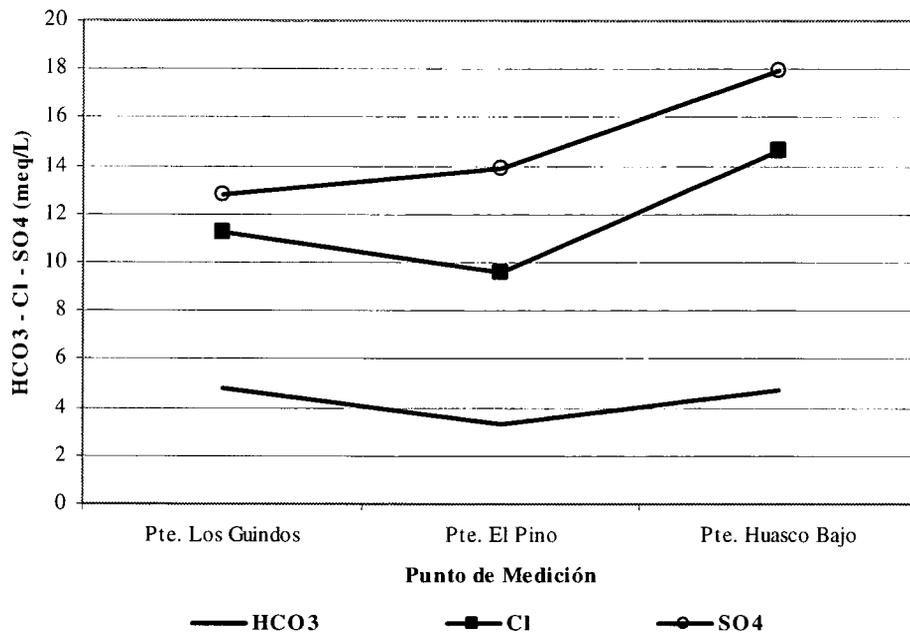
Diferente es la tendencia del contenido de sulfatos (SO_4^{-2}) en las aguas del río Huasco, ya que se pudo observar un aumento de ellos en la medida que avanza el río hacia el mar. De esta forma, los valores de SO_4^{-2} corresponden a 12,85; 13,89 y 17,93 meq/L para los puntos de muestreo ubicados en Puente Los Guindos, Puente El Pino y Puente Huasco Bajo, respectivamente.

En la Figura N° 4.3 se presenta un perfil de contenidos de macroaniones en las aguas del río Huasco, para los puntos de muestreo considerados. Como se señaló anteriormente, la tendencia generalizada de los macroaniones, excepto los carbonatos y sulfatos, es presentar una disminución de los valores en el punto medio de medición para posteriormente aumentar cercano a la desembocadura al mar en Puente Huasco Bajo.

En general, la totalidad de los macroaniones evaluados se encuentra en el rango de valores normales en aguas de riego de acuerdo a lo establecido por FAO N° 29 (Ayers y Wescot, 1987).

Por otra parte, la NCh 1333 establece que para aguas destinadas al riego, los Cl^- no deben superar los 200 mg/L (5,64 meq/L) y los sulfatos deben presentar un valor máximo de 250 mg/L (5,20 meq/L). De esta forma, ambos macroaniones superan ampliamente dicho límite.

Figura N°4.3
Variación de Macroaniones en Diferentes
Puntos de Muestreo del Río Huasco



Fuente: Elaboración propia a partir de resultados analíticos del CIMM.

Macroaniones (Ca^{+2} , Mg^{+2} , Na^+ y K^+)

En la Figura N° 4.4 se presenta el perfil de concentraciones de macroaniones en el agua del río Huasco, desde el Puente Los Guindos hasta el Puente Huasco Bajo. En esta figura se observa, que en general, las concentraciones de macroaniones aumentan hacia el final del recorrido del río Huasco, en el punto de muestreo río Huasco en Puente Huasco Bajo.

La concentración de Ca^{+2} en río Huasco en Puente Los Guindos es de 9,98 meq/L, presentando una leve disminución en río Huasco en Puente El Pino donde llega a un valor de 9,83 meq/L. Posteriormente en río Huasco en Puente Huasco Bajo el Ca^{+2} aumenta nuevamente su concentración con un valor de 13,57 meq/L.

El Mg^{+2} presenta una tendencia ascendente en la medida que el río avanza hacia el mar. En los puntos de muestreo río Huasco en Puente Los Guindos y río Huasco en Puente El Pino se presentan valores de Mg^{+2} similares, con 4,03 y 4,69 meq/L, respectivamente. En el tercer punto de muestreo, río Huasco en Puente Huasco Bajo, la concentración de Mg^{+2} en el agua del río aumenta respecto a los anteriores puntos de muestreo, llegando a un valor de 6,01 meq/L.

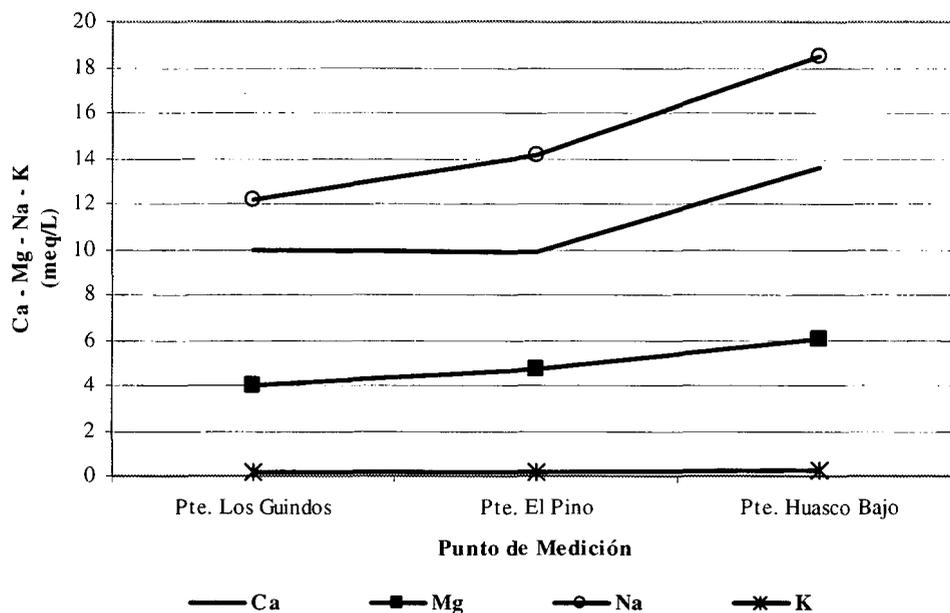
La concentración de Na^+ presenta una tendencia ascendente más clara que la observada para los macrocationes anteriores. Los valores de concentración de Na^+ varían entre 12,17 y 18,48 meq/L para los puntos de muestreo río Huasco en Puente Los Guindos y río Huasco en Puente Huasco Bajo, respectivamente. En río Huasco en Puente El Pino, se presenta una concentración de Na^+ de 14,13 meq/L.

En relación a los contenidos de K^+ en el agua del río Huasco, se pudo establecer que presenta valores muy similares en los distintos puntos de muestreo. Las concentraciones de K^+ varían entre 0,20 y 0,23 meq/L entre río Huasco en Puente Los Guindos y río Huasco en Puente Huasco Bajo.

Los valores de los macrocationes en los puntos de muestreo del río Huasco, se encuentran en el rango de valores normales para aguas de riego, según lo señalado por FAO N° 29 (Cuadro N° 4.18), a excepción del K^+ que supera varias veces el valor límite establecido como concentraciones habituales para aguas superficiales (0,05 meq/L) y el Mg^{+2} cuyo rango normal tiene como máximo 5 meq/L.

En relación a las proporciones de cada catión en los tres puntos de muestreo considerados en el río Huasco, se observa que el Na^+ es el dominante y el K^+ el que se encuentra en menor proporción. En los tres puntos se presenta una proporción similar, la que de mayor a menor corresponde a Na^+ , Ca^{+2} , Mg^{+2} y K^+ .

Figura N°4.4
Variación de Macrocationes en Diferentes Puntos
de Muestreo del Río Huasco



Fuente: Elaboración propia a partir de resultados analíticos del CIMM.

- Nitratos (N-NO₃) y Nitritos (N-NO₂)

Los N-NO₃ presentan una disminución en Puente El Pino (1,2 mg/L) respecto al valor determinado para el punto ubicado en Puente Los Guindos (4,2 mg/L) y posteriormente aumenta en Puente Huasco Bajo llegando a un valor igual al inicial.

En el caso de los N-NO₂ en los tres puntos de muestreo se presentan valores inferiores a 0,004 mg/L.

- RAS y PSI

Los valores de la RAS corresponden a 4,60; 5,25 y 5,91 para los puntos de muestreo río Huasco en Puente Los Guindos, río Huasco en Puente El Pino y río Huasco en Puente Huasco Bajo, respectivamente (Cuadro N° 4.20). Todos los valores anteriores de la RAS están bajo los estándares normales de agua de riego establecidos por FAO N° 29.

El porcentaje de Sodio Intercambiable (PSI) calculado, en todos los puntos de muestreo también presenta valores que se encuentran bajo lo establecido por FAO N° 29.

Desde un punto de vista práctico se considera, por parte de algunos autores, que valores de RAS de 15 o su equivalente en PSI son indicativos de una potencial sodificación de los suelos. Por lo tanto, las concentraciones de sodio reflejado a través de los dos indicadores señalados no constituyen una limitación para los suelos y plantas cultivadas.

- **Clasificación de las aguas del río Huasco de acuerdo a la RAS y CE**

De acuerdo a los valores de RAS y CE para los puntos de muestreo considerados, las aguas del río Huasco presentes en todos los puntos de muestreo, caen en categoría de aguas con peligro de sodio (grado medio) y salinidad muy alta (C4-S2).

La clasificación de las aguas respecto a la CE y RAS, se basa en el efecto de salinización de suelos y sensibilidad de los cultivos a las sales y por otra parte, de acuerdo a la RAS, se basa primordialmente en el efecto que tiene el sodio intercambiable sobre la condición física del suelo. No obstante, las plantas sensibles a este elemento pueden sufrir daños a consecuencia de la acumulación del sodio en sus tejidos cuando los valores de sodio intercambiable son más bajos que los necesarios para deteriorar la condición física del suelo. Cabe señalar que esta situación no está claramente definida.

Interpretación de la Clasificación C4-S2

C4 Agua de salinidad muy alta. No es adecuada para el riego en condiciones normales, pero puede usarse en condiciones muy especiales. El suelo debe ser permeable, el drenaje debe ser adecuado, el agua para riego debe aplicarse en exceso para producir una lixiviación intensa y se deben seleccionar cultivos muy tolerantes a las sales.

S2 Agua con peligro de sodio, grado medio. Los suelos de textura fina con una alta capacidad de intercambio catiónico tendrán un peligro de sodio considerable, especialmente en condiciones de poca lixiviación, a menos que haya yeso en el suelo. Estas aguas se pueden usar en suelos de textura gruesa u orgánicos con buena permeabilidad.

Canales de Riego

Para realizar el muestreo de aguas y su posterior análisis en laboratorio, se seleccionaron dos canales de riego, La Cachina ubicado en la ribera norte del río Huasco y Bellavista perteneciente a la ribera sur del mismo río.

Los parámetros considerados y los resultados de los análisis realizados, se presentan en el Cuadro N° 4.21.

- pH y CE

Los valores de pH para ambos canales, son prácticamente los mismos (7,92 y 7,91) y quedan dentro del rango establecido por la NCh 13333 para aguas con fines de regadío.

La CE en el canal La Cachina, presenta un valor de 3,12 dS/m, mientras que en el canal Bellavista, la CE es algo menor alcanzando un valor de 2,84 dS/m. De acuerdo a la clasificación que indica la NCh 1333 (Cuadro N° 4.17) las aguas del canal La Cachina quedan en la categoría de clasificación más desfavorable para ser usadas en riego agrícola, en tanto que para el canal Bellavista a pesar de caer en la categoría intermedia de clasificación, de igual forma sus aguas pueden afectar a cultivos sensibles y se deben establecer métodos de manejo cuidadoso.

- Macroaniones (CO_3^{-2} , HCO_3^{-2} , Cl^- , SO_4^{-2})

En los dos canales muestreados, no se registra la presencia de CO_3^{-2} , mientras que los HCO_3^{-2} son mayores en el canal Bellavista con 4,9 meq/L comparado con la concentración de este macroión en el canal La Cachina, donde se presenta un valor de 3,85 meq/L. Ambos valores están dentro de los rangos normales para aguas de riego señaladas por FAO N°29 en el Cuadro N° 4.18.

Las concentraciones de Cl^- y SO_4^{-2} se encuentran también dentro de los rangos normales para agua de riego que establece FAO N°29, sin embargo, están por sobre el límite máximo que señala la NCh 1333 (5,6 y 5,2 meq/L o 200 mg/L y 250 mg/L para los Cl^- y SO_4^{-2} respectivamente).

- Macrocationes (Ca^{+2} , Mg^{+2} , Na^+ y K^+)

En general los macrocationes analizados, se encuentran en el rango de valores normales considerados por FAO N°29, a excepción del K^+ que sobrepasa el dicho rango.

De acuerdo al Cuadro N° 4.21, el canal La Cachina presenta una mayor concentración de macrocationes comparado con los valores encontrados al analizar las aguas del canal Bellavista. En cuanto a las proporciones de cada uno de los macrocationes, el Na^+ es el que se presenta en mayor cantidad en ambos canales, seguido en importancia por el Ca^{+2} , Mg^{+2} y finalmente K^+ .

Cuadro N°4.21
Resultados de Análisis de Calidad de Aguas Canales de Riego

Parámetros	Unidad	Punto de Muestreo	
		Canal La Cachina	Canal Bellavista
pH	-	7,92	7,91
CE	dS/m	3,12	2,84
RAS	-	5,16	4,85
PSI	%	5,97	5,57
CO ₃ ⁻²	meq/L	0	0
	mg/L	0	0
HCO ₃ ⁻²	meq/L	3,85	4,90
	mg/L	235	299
Cl ⁻	meq/L	11,56	8,74
	mg/L	410	310
SO ₄ ⁻²	meq/L	15,64	13,74
	mg/L	751	660
N-NO ₂	meq/L	0	0
	mg/L	< 0,004	< 0,004
N-NO ₃	meq/L	0,04	0,02
	mg/L	2,3	1,3
Ca ⁺²	meq/L	11,23	10,08
	mg/L	225	202
Mg ⁺²	meq/L	5,02	4,20
	mg/L	61	51
Na ⁺	meq/L	14,70	12,96
	mg/L	338	298
K ⁺	meq/L	0,23	0,19
	mg/L	9	7,5

Fuente: Elaboración propia a partir de resultados analíticos del CIMM.

- Nitratos (N-NO₃) y Nitritos (N-NO₂)

Los N-NO₃ se encuentran relativamente bajos en ambos canales siendo mayor su concentración en las aguas del canal La Cachina con 2,3 mg/L comparadas con las aguas del canal Bellavista que posee una concentración de 1,3 mg/L. En ambos canales los valores de N-NO₃ están en el rango normal de concentración para aguas de riego establecido en FAO N°29.

En el caso de los N-NO₂ en ambos canales se presentan valores inferiores a 0,004 mg/L.

- RAS y PSI

Los valores de RAS y PSI son relativamente similares en ambos canales, estando ambos parámetros dentro del rango normal en aguas de riego que señala FAO (Cuadro N° 4.18). Estos valores se acercan a los encontrados en las estaciones de muestreo río Huasco en Puente Los Guindos y río Huasco en Puente El Pino.

- Clasificación de las aguas del río Huasco de acuerdo a la RAS y CE

De acuerdo a los valores de RAS y CE para las aguas de los canales considerados, estas caen en la categoría de aguas con peligro de sodio (grado medio) y salinidad muy alta (C4-S2). Al ser el río Huasco la fuente natural de los canales analizados y de no existir otras fuentes que permitan variaciones importantes en los parámetros analizados, es evidente que la categoría de clasificación de aguas sea la misma.

Pozos de Observación

Se seleccionaron tres pozos de observación de entre la totalidad de la red que abarca el área de estudio, con el fin de realizar el análisis de sus aguas. Estos son el pozo N°5, ubicado en el sector de La Cachina, el pozo N°27 del sector de Los Loros (ambos en la ribera norte del río) y el pozo N°34 perteneciente al sector de Las Tablas (ribera sur).

Los pozos N°5 y 27 se encuentran en terrenos cultivados, mientras que el pozo N°34 se ubica en un sector no cultivado con vegetación halófila y presencia salina en superficie.

Los resultados de los análisis realizados a las aguas de los pozos anteriormente señalados, se presentan en el Cuadro N° 4.22.

- pH y CE

Los valores de pH en las aguas de los pozos, varían entre 7,52 y 7,89 quedando dentro del rango establecido por la NCh 13333 para aguas con fines de regadío.

Los contenidos salinos en las aguas analizadas presentan importantes variaciones, lo que se refleja en los valores de CE obtenidos. De esta forma se tiene que los pozos N°5 y 27 con una CE de 6,70 y 3,09 dS/m en forma respectiva, se encuentra en el rango más alto de salinidad establecido por la NCh 1333 (Cuadro N° 4.16).

Cabe señalar que el valor de CE presente en el pozo N°27 se acerca al que presenta el agua de los canales de riego de la zona y particularmente este pozo se encuentra ubicado a aproximadamente 40 m de distancia de un canal de riego presente en una cota más alta. Esto podría indicar que el canal presente filtraciones en este punto, o bien, los riegos que se aplican son de alto volumen y frecuencia que permite una dilución de las sales.

El pozo N°34 presenta una concentración salina extremadamente alta con una CE de 27 dS/m, valor que está fuera de los límites máximos establecidos por la NCh 1333. Como se señaló anteriormente, el pozo se ubica en un sector sin cultivos, por lo tanto no existe riego ni otro aporte de agua superficial que pueda realizar un lavado de las sales en profundidad y además, está la presencia de plantas halófitas y costras salinas en superficie formadas por el ascenso capilar, situaciones que justifican plenamente el valor de CE medido en el agua de este pozo.

- Macroaniones (CO_3^{-2} , HCO_3^{-2} , Cl^- , SO_4^{-2})

En los tres pozos de observación, no se registra la presencia de CO_3^{-2} , mientras que los HCO_3^{-2} son muy similares en los pozos N°5 y 34 (8,56 y 8,61 meq/L) y menores en el Pozo N°27 con una concentración de 6,34 meq/L. Las concentraciones de HCO_3^{-2} presentes en los tres pozos de observación, se encuentran dentro de los rangos normales para aguas de riego señaladas por FAO N°29 (Cuadro N° 4.18).

La concentración de Cl^- encontrada en el pozo N°34 (194,59 meq/L) supera el límite máximo del rango normal establecido por FAO y por la NCh 1333. El pozo N°5 y el 27 de acuerdo a FAO se encontrarían dentro del rango normal establecido para aguas con fines de riego pero no así al comparar la concentración de Cl^- de ambos pozos con la NCh 1333, donde el límite máximo es superado ampliamente.

En el caso de los SO_4^{-2} , en las aguas de los tres pozos analizados se supera el límite establecido por la NCh 1333 y sólo el pozo N°27 se encuentra dentro de los rangos normales de concentración de SO_4^{-2} que indica se indican en FAO N°29.

Cuadro N° 4.22
Resultados de Análisis de Calidad de Aguas Pozos de Observación

Parámetros	Unidad	Punto de Muestreo		
		Pozo N° 5	Pozo N° 27	Pozo N° 34
pH	-	7,52	7,89	7,53
CE	dS/m	6,70	3,09	27,00
RAS	-	8,10	4,11	22,00
PSI	%	9,66	4,58	23,77
CO ₃ ⁻²	meq/L	0	0	0
	mg/L	0	0	0
HCO ₃ ⁻²	meq/L	8,56	6,34	8,61
	mg/L	522	387	525
Cl ⁻	meq/L	25,10	11,84	194,59
	mg/L	890	420	6900
SO ₄ ⁻²	meq/L	38,93	14,80	55,82
	mg/L	1870	711	2681
N-NO ₂	meq/L	0,038	0	0,015
	mg/L	1,31	< 0,004	0,68
N-NO ₃	meq/L	0,11	0,02	0,12
	mg/L	6,8	1,0	7,2
Ca ⁺²	meq/L	27,10	14,42	61,88
	mg/L	543	289	1240
Mg ⁺²	meq/L	13,42	7,49	47,74
	mg/L	163	91	580
Na ⁺	meq/L	36,43	13,61	163,04
	mg/L	838	313	3750
K ⁺	meq/L	0,38	0,79	0,92
	mg/L	15	31	36

Fuente: Elaboración propia a partir de resultados analíticos del CIMM.

- Macrocationes (Ca^{+2} , Mg^{+2} , Na^{+} y K^{+})

El Ca^{+2} y el Mg^{+2} presentan valores altos en el agua del pozo N°34 excediendo los rangos que señala FAO mientras que en los pozos N°5 y 27 sólo el Mg^{+2} supera los límites señalados en el Cuadro N° 4.18.

Respecto a la concentración de Na^{+} , sólo en el pozo N°34 se presentan valores altos, en cambio las concentraciones de K^{+} , superan los niveles FAO en los tres pozos de observación.

- Nitratos (N- NO_3) y Nitritos (N- NO_2)

Los N- NO_3 se encuentran en mayor cantidad en estas aguas (6,8 y 7,2 mg/L para los pozos N°5 y 34, respectivamente) si se compara con los valores obtenidos en aguas superficiales, a excepción del pozo N°27 donde se presenta una concentración de 1,0 mg/L. En todos los pozos los valores de N- NO_3 están en el rango normal de concentración para aguas de riego establecido en FAO N°29.

En el caso de los N- NO_2 también se encontraron valores mayores en los pozos N°5 y 34 (1,31 y 0,68 mg/L respectivamente) que en las aguas superficiales. El pozo N°27 presenta valores inferiores a 0,004 mg/L.

- RAS y PSI

Los valores de RAS y PSI presentan diferencias en los tres pozos analizados. Sin embargo, para los pozos N°5 y 27 ambos parámetros se encuentran dentro del rango normal en aguas de riego que señala FAO. En el pozo N°34 la RAS se encuentra absolutamente fuera de los valores límites, unida a un alto valor de PSI.

- Clasificación de las aguas del río Huasco de acuerdo a la RAS y CE

De acuerdo a los valores de RAS y CE para las aguas de los pozos considerados, estas caen en las siguientes categorías:

Pozo N°5 C6-S2 Agua de salinidad excesiva y contenido medio de sodio.

Pozo N°27 C4-S2 Agua de salinidad muy alta y contenido medio de sodio.

Pozo N°34 C6-S4 Agua de salinidad excesiva y contenido muy alto de sodio.

Interpretación de las Clasificaciones

La interpretación de las categorías C6 y S4 se presenta a continuación, mientras que las categorías C4 y S2 corresponden a las detalladas anteriormente para aguas del río Huasco.

- C6 Agua de salinidad excesiva, no aconsejable para riego.
- S4 Agua con contenido de sodio muy alto. No es aconsejable para el riego en general, excepto en caso de baja salinidad y tomando todas las precauciones necesarias al momento del riego.

Drenes

Se seleccionaron dos drenes al interior del área de estudio, uno en cada ribera del río Huasco. Los resultados de los análisis de calidad de aguas realizados, se presentan en el Cuadro N° 4.23.

- pH y CE

Los valores de pH en las aguas de los drenes, varían entre 7,87 y 7,98 por lo que están en el rango establecido por la NCh 13333 para aguas con fines de regadío.

La CE para varía entre 2,99 dS/m y 3,51 dS/m para las aguas provenientes del dren Fdo. Montt y del dren Fdo. Mirador, respectivamente. De acuerdo a estos valores de CE, se puede decir que las aguas de los drenes analizados presentan una muy alta concentración salina.

- Macroaniones (CO_3^{-2} , HCO_3^{-2} , Cl^- , SO_4^{-2})

Al igual que en el resto de las aguas analizadas, no se registra la presencia de CO_3^{-2} y el resto de los macroaniones se encuentran dentro de los rangos normales establecido por FAO.

- Macrocatiónes (Ca^{+2} , Mg^{+2} , Na^+ y K^+)

De acuerdo al Cuadro N° 4.23, el único macrocatión que excede los niveles normales de FAO es el K^+ . La mayor proporción está representada por el Na^+ , seguido en importancia por el Ca^{+2} y posteriormente Mg^{+2} y K^+ .

Cuadro N° 4.23
Resultados de Análisis de Calidad de Aguas de Drenes

Parámetros	Unidad	Punto de Muestreo	
		Dren Fundo Montt	Dren El Mirador
pH	-	7,87	7,98
CE	dS/m	2,99	3,51
RAS	-	4,90	5,68
PSI	%	5,63	6,65
CO ₃ ⁻²	meq/L	0	0
	mg/L	0	0
HCO ₃ ⁻²	meq/L	4,34	6,61
	mg/L	265	403
Cl ⁻	meq/L	10,74	12,97
	mg/L	381	460
SO ₄ ⁻²	meq/L	17,28	13,35
	mg/L	830	641
N-NO ₂	meq/L	0	0
	mg/L	< 0,004	0,004
N-NO ₃	meq/L	0,03	0,02
	mg/L	1,8	1,0
Ca ⁺²	meq/L	10,73	12,48
	mg/L	215	250
Mg ⁺²	meq/L	4,69	5,19
	mg/L	57	63
Na ⁺	meq/L	13,61	16,87
	mg/L	313	388
K ⁺	meq/L	0,20	0,24
	mg/L	7,8	9,3

Fuente: Elaboración propia a partir de resultados analíticos del CIMM.

- Nitratos (N-NO₃) y Nitritos (N-NO₂)

Los valores de N-NO₃ y Nitritos N-NO₂ son bajos en las aguas de drenaje, por lo que no superan los límites señalados en el Cuadro N° 4.18.

- RAS y PSI

Los valores de RAS y PSI para ambos drenes, están dentro del rango normal en aguas de riego que señala FAO.

- Clasificación de las aguas del río Huasco de acuerdo a la RAS y CE

De acuerdo a los valores de RAS y CE para las aguas de los drenes considerados, estas caen en las siguientes categorías:

Dren Fdo. Montt C4-S2 Agua de salinidad muy alta y contenido medio de sodio.

Dren Fdo. Mirador C5-S2 Agua de salinidad excesiva y contenido medio de sodio.

c. *Monitoreo de pH y CE*

El monitoreo de pH y CE está siendo realizado con una frecuencia de alrededor de 30 días, con mediciones de terreno (medidor de pH y conductivímetro portátil). Es de especial importancia el conocimiento de la salinidad de las aguas para posteriormente determinar las fracciones de lixiviación que serán aplicadas en cada riego.

Se realizaron entre tres y cuatro mediciones dependiendo el punto de muestreo, ya que algunos presentan resultados analíticos de las muestras completas de calidad de aguas presentadas en los puntos anteriores. Los resultados obtenidos se presentan en el Cuadro N° 4.24.

Cuadro N° 4.24
Monitoreo de pH y CE

Punto	N° Medición	Fecha	pH	CE (dS/m)
Río Huasco				
Pte. Huasco Bajo	1	12-Dic-01	7,80	3,66
	2	11-Ene-02	8,25	2,77
	3	20-Feb-02	8,07	3,00
	4	26-Mar-02	8,10	2,64
Pte. El Pino	1	12-Dic-01	7,90	2,95
	2	11-Ene-02	8,31	2,77
	3	20-Feb-02	8,21	2,92
	4	28-Mar-02	8,36	2,60
Pte. Los Guindos	1	12-Dic-01	8,00	2,70
	2	11-Ene-02	8,37	2,43
	3	20-Feb-02	8,35	2,55
	4	28-Mar-02	8,22	2,44
Canales de Riego				
La Cachina	1	12-Dic-01	7,92	3,12
	2	11-Ene-02	8,32	2,92
	3	20-Feb-02	8,22	2,93
	4	25-Mar-02	8,35	2,77
Lo Castillo	1	11-Ene-02	8,29	2,63
	2	20-Feb-02	8,34	2,58
	3	25-Mar-02	8,16	2,44

Cuadro N° 4.24 (Continuación)

Punto	N° Medición	Fecha	pH	CE (dS/m)
Canales de Riego				
Bellavista	1	12-Dic-01	7,91	2,84
	2	11-Ene-02	7,71	2,69
	3	20-Feb-02	8,61	2,76
	4	27-Mar-02	8,55	2,41
Madariaga	1	11-Ene-02	8,37	2,70
	2	20-Feb-02	8,33	2,74
	3	26-Mar-02	8,17	2,56
Las Tablas	1	11-Ene-02	7,90	2,69
	2	20-Feb-02	8,21	2,71
	3	27-Mar-02	8,18	2,50
Drenes				
Fdo. Montt	1	12-Dic-01	7,87	2,99
	2	11-Ene-02	7,61	2,90
	3	20-Feb-02	7,31	2,73
	4	26-Mar-02	7,53	2,68
Fdo. El Mirador	1	12-Dic-01	7,98	3,51
	2	11-Ene-02	7,66	3,43
	3	20-Feb-02	7,78	3,41
	4	27-Mar-02	7,72	3,43
Pozos de Observación				
Pozo N°1	1	11-Ene-02	7,00	6,66
	2	20-Feb-02	6,88	7,17
	3	25-Mar-02	6,83	7,24
Pozo N°5	1	12-Dic-01	7,52	6,70
	2	11-Ene-02	6,90	6,07
	3	20-Feb-02	7,10	5,97
	4	25-Mar-02	7,58	3,87

Cuadro N° 4.24 (Continuación)

Punto	N° Medición	Fecha	pH	CE (dS/m)
Pozos de Observación				
Pozo N°8	1	11-Ene-02	6,89	6,77
	2	20-Feb-02	6,92	6,85
	3	25-Mar-02	6,88	6,57
Pozo N°12	1	11-Ene-02	7,06	4,82
	2	20-Feb-02	6,99	5,12
	3	26-Mar-02	6,95	5,02
Pozo N°14	1	11-Ene-02	6,94	3,20
	2	20-Feb-02	7,02	3,67
	3	26-Mar-02	6,96	3,27
Pozo N°18	1	11-Ene-02	6,93	7,85
	2	20-Feb-02	6,97	7,76
	3	26-Mar-02	6,93	8,90
Pozo N°22	1	11-Ene-02	7,01	3,60
	2	20-Feb-02	6,99	3,54
	3	26-Mar-02	7,01	3,52
Pozo N°25	1	11-Ene-02	7,22	5,66
	2	20-Feb-02	7,25	4,61
	3	28-Mar-02	7,21	4,42
Pozo N°27	1	12-Dic-01	7,89	3,09
	2	11-Ene-02	6,90	3,04
	3	20-Feb-02	6,83	3,09
	4	28-Mar-02	6,83	3,03
Pozo N°28	1	11-Ene-02	6,72	3,30
	2	20-Feb-02	6,68	3,18
	3	28-Mar-02	6,76	3,14
Pozo N°30	1	11-Ene-02	6,94	6,11
	2	20-Feb-02	7,08	3,73
	3	27-Mar-02	6,82	6,70

Cuadro N° 4.24 (Continuación)

Punto	N° Medición	Fecha	pH	CE (dS/m)
Pozos de Observación				
Pozo N°34	1	12-Dic-01	7,53	27,00
	2	11-Ene-02	6,94	26,80
	3	20-Feb-02	6,88	26,10
	4	27-Mar-02	6,90	26,30

Fuente: Elaboración propia.

El monitoreo de pH realizado muestra que para los puntos analizados en el río Huasco y en los canales de riego señalados, se tiende a mantener un valor cercano a 8,2. Igual situación se presenta en los drenes analizados donde los valores de pH están alrededor de 7,7. Para los pozos de observación, el pH del agua tiende a ser cercano a 7,0.

La CE se presenta cercana a los 2,8 dS/m en promedio para los puntos de muestreo ubicados en el río Huasco y en los canales de riego considerados este valor alcanza un promedio de 2,7 dS/m. Por otra parte, los drenes tienden a valores de CE cercanos a los 3 dS/m (3,14 promedio).

La valores de CE medidos en los pozos de observación, presentan importantes variaciones entre ellos, dependiendo de su ubicación en el área de estudio. Se puede observar que los pozos cercanos y bajo la cota de canales de riego presentan CE entre 3 y 4 dS/m, valor más bajo que el promedio de éstos, lo que indica una influencia de las aguas de dichos canales en la napa subterránea. La mayor parte de los pozos de observación presenta valores de CE cercanos a 5 dS/m, a excepción del pozo N°34 donde se presentan valores de alrededor de 27 dS/m.

En general, los parámetros anteriormente analizados no presentan mayores variaciones entre cada una de las mediciones realizadas.

4.1.5.2 Conclusiones

En general la totalidad de los puntos de muestreo presentan aguas con muy altos contenidos salinos y además existe presencia media de sodio lo que implica un potencial peligro de sodificación en los suelos, al ser utilizadas como aguas de riego sin los adecuados manejos de riego.

De acuerdo a la NCh 1333, en cuanto al contenido de macroaniones, los sulfatos y cloruros exceden los límites máximos establecidos y de entre los macrocationes, sólo el potasio se presenta fuera del rango establecido por FAO como valores normales en aguas de riego.

Finalmente, la utilización de las aguas para fines de regadío, en especial la del río Huasco, debe considerar aspectos de volúmenes de lixiviación y ser utilizada para el riego de especies tolerantes a las sales, con el fin de evitar el deterioro de los suelos y consecuentemente, afectar los niveles de producción agrícola del valle.

4.1.6 Caracterización del Sistema Acuífero

De acuerdo a los antecedentes recopilados en base a estudios realizados hasta el año 1997, y considerando que no existen estudios posteriores a esta fecha que aporten más información acerca de este tema, a continuación se describe el acuífero para el área de estudio.

4.1.6.1 Funcionamiento Hidrogeológico

El acuífero del valle del Río Huasco se ha formado por la acumulación de material detrítico permeable del tipo grava, arena, bolones y arcilla, el cual sobreyace a la roca fundamental. Esta es de carácter principalmente granítico, y metamórfico o sedimentario, según el sector del valle que se trate. Estas rocas para efectos hidrogeológicos se pueden considerar impermeables y conforman las condiciones de borde del acuífero, tanto laterales como de fondo. (Alamos Y Peralta, 1987; CEDEC, 1985)

A partir de Freirina hacia la costa se produce una secuencia sedimentaria con carácter de acuífero confinado o semiconfinado, dado por la presencia de estratos intermedios de arcilla y fósiles que confinan a los estratos inferiores.

Desde la ciudad de Vallenar hasta Freirina la potencia media del acuífero es del orden de 45 m. A partir de Freirina, se desarrolla el acuífero freático superior con una potencia media de 10 m y uno confinado inferior a partir de los 30 m de profundidad con una potencia media de 15 m. (IPLA Ingenieros Consultores, 1986)

De acuerdo con lo descrito por Álamos y Peralta, el funcionamiento hidráulico es tal que las entradas de agua al sistema hidrogeológico se producen por infiltración directa desde el río como también de las precipitaciones; por entradas laterales en forma subterránea desde las quebradas tributarias, y subordinadamente por infiltración desde el sistema de riego tanto en canales matrices como secundarios así como por la aplicación directa de agua de regadío de los predios.

Las salidas se producen en forma subterránea hacia el mar, por evaporación directa y evaporación en zonas de alto nivel freático y la existencia de zonas de vegetación freatófita; otra salida la constituyen las vertientes localizadas en el propio río; finalmente se menciona la salida artificial mediante bombeos, destinados a abastecer la demanda de agua para fines de agua potable, industrial y de regadío, siendo esta última descarga probablemente la más importante.

Para efectos del análisis hidrogeológico (CEDEC, 1985), la cuenca fue dividida en dos grandes áreas. La primera (Área 1), comprende los valles tributarios El Carmen y El Tránsito, junto al río Huasco desde su nacimiento hasta la quebrada El Jilguero, inmediatamente aguas arriba de

Vallenar (Huasco Alto). La segunda (Área 2), se inicia en el límite anterior y abarca el valle del río Huasco hasta su desembocadura en el mar (Huasco medio e inferior).

El Área 2 a su vez se subdividió en dos tramos: uno que abarca desde Vallenar hasta Freirina y el segundo que va desde Freirina al Mar.

4.1.6.2 Potencia de los Acuíferos

En los sedimentos recientes del fondo del valle del Huasco aguas abajo de Freirina (Huasco inferior) se produce un cambio con respecto a la continuidad de las unidades acuíferas de la parte media y superior del valle. En este sector, se desarrollan acuíferos y acuífijos. Los primeros están conformados por sedimentos de granulometría gruesa y los segundos, por sedimentos finos (arcillas).

En base a antecedentes estratigráficos de sondajes que se dispuso para tal efecto (Cuadro N° 4.25), en este sector se identificaron 5 unidades, cuyas características más relevantes se describen a continuación del Cuadro N° 4.25 y que se han tipificado en el perfil transversal al valle del Huasco, en la latitud de Huasco Alto, mediante los sondajes 2820/7110 D-6, 2820/7100 C-4, C-3 y C-2, El cual se presenta en la Figura 4.5.

Cuadro N° 4.25
Sondajes existentes en el Área de Proyecto

Pozos	
Identificación	Nombre
2820/7100 C-1	Olivarera Huasco Bajo
2820/7100 C-2	Huasco Alto
2820/7100 C-3	Huasco Alto
2820/7100 C-4	Huasco Alto
2820/7100 C-5	Canal Madariaga
2820/7100 C-6	Canal Bellavista
2820/7110 D-2	Olivarera Huasco
2820/7110 D-3	Olivarera Huasco
2820/7110 D-4	Olivarera Huasco
2820/7110 D-5	Olivarera Huasco
2820/7110 D-6	Huasco Alto
2820/7110 D-7	Cap-Huasco Bajo
2820/7110 D-8	Cap-Huasco Bajo
2820/7110 D-9	Cap-Huasco Bajo
2820/7110 D-10	Cap-Huasco Bajo
2820/7110 D-11	Cap-Huasco Bajo
2820/7110 D-12	Cap-Huasco Bajo
2820/7110 D-13	Cap-Huasco Bajo
2820/7110 D-14	Cap-Huasco Bajo

Fuente: Estudio Integral, CEDEC 1985.

- Unidad 1

Está constituida principalmente por sedimentos finos, del tipo limo y arcilla, con proporciones subordinadas de fracciones de granulometría mayor, del tipo arena, grava y ripio. Excepcionalmente puede presentar bolones. Conforman un acuífijo con potencias variables entre 5 y 12 metros.

Eventualmente puede tener pequeños lentes de sedimentos de mayor permeabilidad, los que tienden a encontrarse principalmente hacia el techo de esta unidad.

Su posición estratigráfica corresponde a la unidad superior del relleno sedimentario, es decir, su techo está constituido por la superficie del terreno y su base por el techo de la unidad 2.

- Unidad 2

Corresponde a un acuífero confinado por la unidad 1. Su granulometría es gruesa, predominando las fracciones del tamaño ripios y grava. Las fracciones finas del tipo limo y arcilla se encuentran subordinadas.

Presenta esporádicamente ciertos niveles arcillosos, los cuales presumiblemente corresponden a unidades lenticulares delgadas de poco desarrollo areal.

Su potencia media es de aproximadamente 10 metros.

- Unidad 3

Corresponde a un acuífijo muy arcilloso, que tiene la particularidad de contener restos de materia orgánica y conchuela, y es de color gris o negro. Se le ha utilizado como estrato guía, puesto que se encuentra presente en prácticamente todo el Huasco inferior.

Tiene la forma de cuña que se adentra desde la costa hacia aguas arriba, hasta desaparecer (de acuerdo al registro de la columna estratigráfica de los sondajes) en una latitud ubicada cercana a Freirina, aguas debajo de ella.

La potencia máxima reconocida en Huasco Bajo a través de sondaje, es del orden de 20 metros. Su techo lo constituye la unidad 2, y su base la unidad 4.

- Unidad 4

Esta unidad constituye un acuífero confinado. Su granulometría es gruesa, del tipo bolones a arena. Su potencia en el Huasco inferior es variable entre 5 y 15 metros siendo su espesor mayor en la ribera sur del Valle.

Su techo corresponde a la unidad 3 y su base a la unidad 5.

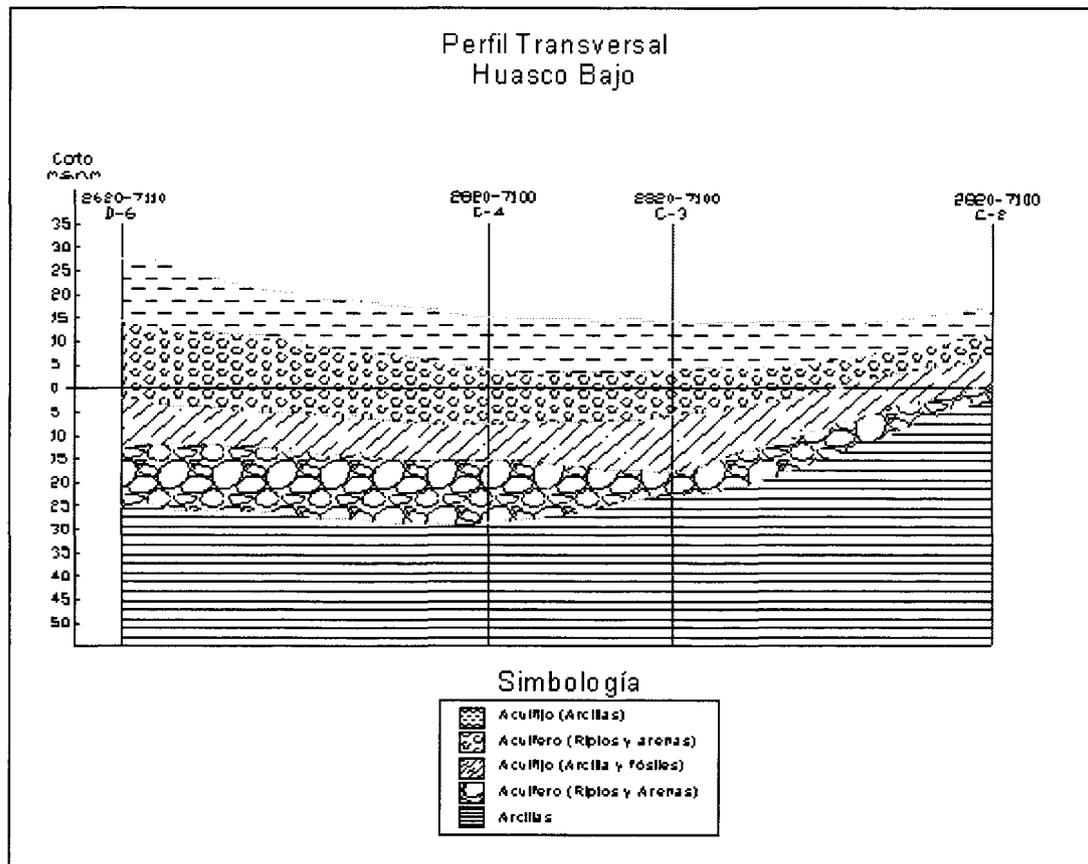
- Unidad 5

Es la unidad ,más profunda; subyace a la unidad 4 y corresponde a un acuífijo cuya potencia máxima reconocida es del orden de 110 metros (sondaje 2820/7100 C-4). su granulometría corresponde fundamentalmente a arcillas y limos, con escaso material sedimentario grueso.

Su base no ha sido reconocida. Sin embargo, es probable que corresponda a la roca fundamental impermeable.

En el Cuadro N° 4.26, se presenta la caracterización de la cuenca desde la perspectiva de la potencia de los acuíferos para el Área 2.

Figura N° 4.5
Perfil Transversal en el Sector de Las Tablas



Fuente: Estudio Integral de Riego del valle de Huasco. CEDEC, 1985.

Cuadro N°4.26
Potencia de los Acuíferos para el Área 2

Área	Tramo	Unidad	Potencia Media (m)	Potencia Máxima (m)	Potencia Mínima (m)
2	Vallenar-Freirina	A	17,0	38,0	3,2
		B	44,0	219,8	0,6
	Freirina al Mar	1	5 – 10	s.i	s.i
		2	10,0	s.i	s.i
		3	20,0	s.i	s.i
		4	5 – 15	s.i	s.i
		5	110,0	s.i	s.i

Fuente: Manejo Integral de los Recursos Hídricos a Nivel de Cuencas. Cuencas del Río Huasco. CONIC-BF, 1997.
s.i: Sin Información

4.1.6.3 Características Elásticas

Según CEDEC el valle de Huasco no ha sido sometido a una investigación hidrológica, a excepción de ciertos trabajos puntuales realizados por la CORFO. Dicha situación establece restricciones en cuanto a la bondad de los antecedentes disponibles para la determinación de constantes elásticas.

El total de sondajes perforados en el valle al 31 de Marzo de 1982 alcanza a 77. Su distribución según las dos Áreas en que se subdividió el estudio de CEDEC, es de 22 en el Área 1 y 55 en el Área 2.

El Área 2 específicamente presenta una concentración de 20 sondajes en torno a Huasco y 27 en torno a Vallenar. La parte intermedia sólo es cubierta por 8 sondajes, dos de los cuales se encuentran en una quebrada lateral.

Según estos antecedentes, a partir de Freirina el sistema hidrogeológico acusa el nacimiento de un complejo acuífero confinado, desarrollado a lo largo de dos niveles cuya potencia, sin incluir las capas confinantes, no sobrepasa los 20 metros.

Consecuentemente con ello, la transmisibilidad acusa un descenso sustancial producto del mayor aporte de finos que presenta el sistema. Los valores no superan los 800 m²/día y un valor representativo del sector es de 600 m²/día

4.1.6.4 Movimiento del Flujo Propio de la Napa

El Área 2 muestra la presencia de un escurrimiento más definido que el Área 1. Ella se inicia con la singularidad de El Jilguero en el que el caudal subterráneo es nulo. Aguas abajo de este punto, el valle se ensancha y la superficie evidencia la existencia de un sector netamente influyente, es

decir, el río acusaría pérdidas. Sin embargo dicho sector no alcanza más allá de 2 km, distancia a partir de la cual la superficie se transforma en efluente, manteniendo dicha característica hasta la desembocadura. En el Cuadro N°4.27 se presenta el escurrimiento en secciones seleccionadas de los perfiles de suelo muestreados.

Cuadro N° 4.27
Caudales Subterráneos del Área 2

Sección	Transmisibilidad (m ² /día)	Pendiente	Q (L/s)
Vallenar	2.200	0,008	143,0
Puente Panamericana	1.200	0,01	28,0
Freirina	1.600	0,01	130,0
Huasco Bajo	600	0,005	52,0

Fuente: Estudio Integral, CEDEC 1985.

4.1.6.5 Variaciones del Nivel Estático de la Napa

Con base en la información contenida en el estudio de Álamos y Peralta (1987) las variaciones de nivel estático de la napa subterránea se puede analizar por sectores de acuerdo a la ubicación de los pozos controlados. En el Cuadro N° 4.28 se presenta la información para los pozos ubicados en el Área 2.

Cuadro N° 4.28
Variaciones de la Profundidad del Nivel Estático

Pozo		Número Observaciones	Profundidad Nivel Estático (m)	
Identificación	Nombre		Máxima	Mínima
2820 7110 C-2	Huasco Alto	96	2,3	0,1
2820 7110 C-3	Huasco Alto	32	7,1	3,1
2820 7110 C-5	Canal Madariaga	69	3,7	2,5
2820 7110 D-6	Huasco Alto	152	12,6	0,9

Fuente: Manejo Integral de los Recursos Hídricos a Nivel de Cuencas. Cuencas del Río Huasco. CONIC-BF, 1997.

4.1.6.6 Recarga del Sistema

Términos generales, los factores principales que contribuyen a la alimentación de este sistema hidrogeológico se resume en: infiltración de riego y conexión río acuífero.

- **Infiltración de Riego**

Como infiltración de riego se ha definido el exceso de agua aplicada en cada riego que percola a través del suelo y finalmente se incorpora al embalse subterráneo. Al respecto, el valle de Huasco presenta ciertas particularidades convenientes de destacar.

La superficie de riego del Área 2 se desarrolla preferentemente a lo largo del sistema de terrazas altas que caracteriza al valle. Dichas terrazas altas corresponden a depósitos aluviales antiguos consolidados, de nulo interés hidrogeológico. Tales características han conducido a descartar dichos rellenos como fuentes de recarga del sistema. Es altamente probable que el exceso de agua aplicada se transforme exclusivamente en flujo subsuperficial, apareciendo posteriormente en niveles más bajos y finalmente en el río como retorno de riego. La permeabilidad de los materiales que constituyen las terrazas señaladas torna altamente improbable la contribución al sistema principal en forma de infiltración profunda.

Como aporte directo del riego debiera por lo tanto considerarse el agua infiltrada en las terrazas bajas, inmediatas al río. Dicho aporte sin embargo, se ha descartado considerando el estado de saturación del sistema a partir de Vallenar. La condición de saturación, evidenciada a través de la profundidad de niveles estáticos y sus fluctuaciones, significa que el agua que percola, rápidamente retorna al cauce, adquiriendo más bien el carácter de retorno de riego antes que afloramiento. En términos prácticos, el río ejerce una barrera de control y la contribución del riego será despreciable mientras dicha situación subsista, por lo que se puede establecer que entre los riegos esta condición de saturación tiende a disminuir lo que provoca que el río genere una recarga del sistema.

- **Conexión río-acuífero**

Como contribución del río es necesario considerar las pérdidas que éste sufre a lo largo de su cauce.

Tanto la profundidad de los niveles como las fluctuaciones que ellos evidencian, indican como sector susceptible de recibir aporte del río, el tramo entre El Jilguero y la ciudad de Vallenar. Aguas debajo de éste, el estado de saturación del sistema provocado por los riegos, no permite la existencias de aporte, pero como se señaló anteriormente, entre cada riego es posible el aporte del río al sistema.

4.1.6.7 Antecedentes Existentes de Pozos Profundos

De acuerdo a antecedentes proporcionados por la D.O.H. regional, en la zona de Huasco y Freirina existen 7 pozos profundos que cuentan con monitoreos de profundidad de la napa, con una frecuencia relativamente periódica. Estos pozos, características y ubicación geográfica, se presentan en el Cuadro N° 4.29.

Cuadro N° 4.29
Pozos Profundos Existentes en Huasco y Freirina

N°	Sector	Estado	Acceso a Medición	Cotas I.G.M.	Coordenadas Aerofotogram.	Bomba
7	Huasco Bajo	Malo	Si	12.820	6.850.090 - 287.140 Aprox.	No
9	Huasco Bajo	Bueno	Si C/autoriz.	28.933	6.848.400 - 287.770	No
11	Huasco Bajo	Bueno	Si C/autoriz.	15.874	6.849.410 - 287.690 Aprox.	Si
12	Huasco Bajo	Regular	Si	19.264	6.849.320 - 288.550	No
13	Huasco Bajo	Bueno	Si	19.359	6.848.815 - 288.330	Si
14	Huasco Bajo	Bueno	Si	18.653	6.848.680 - 288.100	Si
18	Freirina	Bueno	Si	-	6.845.160 - 297.220	Si

Fuente: Dirección de Obras Hidráulicas, III Región.

El período de registro de las mediciones realizadas, es desde 1980 al 2001 y el promedio mensual de la profundidad del nivel freático para este registro, se presenta en el Cuadro N° 4.30 y en el Anexo 4.3 se presenta en detalle dicha información. Por otra parte en el Cuadro N° 4.31, se presenta un resumen de los niveles promedio anual y estacional, meses y montos de niveles máximos y mínimos.

Cuadro N° 4.30
Valores Medios Mensuales de Profundidad de la Napa Freática
En Pozos Profundos de Huasco y Freirina (m)

N° de Pozo	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar
Pozo N° 7	-2,67	-2,40	-2,38	-2,16	-2,61	-2,53	-2,41	-2,45	-2,38	-2,27	-2,44	-2,31
Pozo N° 9*	-9,69	-9,83	-9,88	-10,14	-10,09	-10,68	-10,12	-10,23	-9,20	-10,14	-10,18	-9,75
Pozo N° 11	-4,40	-4,18	-4,01	-4,08	-4,52	-4,53	-4,28	-4,91	-3,92	-3,87	-4,54	-4,05
Pozo N° 12	-1,03	-1,03	-0,91	-0,89	-0,97	-0,87	-0,74	-1,25	-0,92	-0,83	-0,82	-0,99
Pozo N° 13	-4,83	-4,47	-4,18	-4,30	-4,80	-4,58	-4,71	-4,62	-4,52	-4,42	-4,42	-4,29
Pozo N° 14	-3,59	-3,52	-3,18	-3,40	-3,68	-3,77	-3,61	-3,57	-3,11	-3,30	-3,51	-3,45
Freirina N° 18*	-1,16	-1,06	-1,18	-1,04	-1,10	-1,10	-1,19	-1,46	-1,07	-1,13	-1,28	-1,14

Fuente: Elaboración propia en base a antecedentes de la Dirección de Obras Hidráulicas.

* Pozo fuera de la envolvente de estudio.

Cuadro N° 4.31
Niveles Promedio, Máximos y Mínimos de Profundidad de la Napa Freática
En Pozos Profundos de Huasco y Freirina (m)

N° de Pozo	Promedio Anual	Nivel Mínimo		Nivel Máximo		Variación Estacional	
		Prof	Mes	Prof	Mes	Abr-Sep	Oct-Mar
Pozo N° 7	-2,42	-2,16	Jul	-2,67	Abr	-2,46	-2,38
Pozo N° 9*	-9,99	-9,20	Dic	-10,68	Sep	-10,05	-9,94
Pozo N° 11	-4,27	-3,87	Ene	-4,91	Nov	-4,29	-4,26
Pozo N° 12	-0,94	-0,74	Oct	-1,25	Nov	-0,95	-0,92
Pozo N° 13	-4,51	-4,18	Jun	-4,83	Abr	-4,53	-4,50
Pozo N° 14	-3,47	-3,11	Dic	-3,77	Sep	-3,52	-3,43
Freirina N° 18*	-1,16	-1,04	Jul	-1,46	Nov	-1,11	-1,21

Fuente: Elaboración propia en base a antecedentes de la Dirección de Obras Hidráulicas.

* Pozo fuera de la envolvente de estudio.

Los Pozos N° 9 y N° 18 se encuentran fuera de la envolvente del estudio, de acuerdo a las coordenadas de ubicación que entregó la Dirección de Obras Hidráulicas. En general, al considerar los valores promedio estacionales de los pozos señalados en el Cuadro N° 4.31, se observa que el nivel freático tiende a estar más cerca de la superficie del suelo (promedio estacional) en los meses de primavera verano con una leve diferencia respecto a los meses de invierno, pero por otra parte al considerar los valores promedio de cada mes, se tiene que en 3 de los 5 pozos que se encuentran al interior del área de estudio, el agua se encuentra más cercana a la superficie entre los meses de octubre y enero.

Cabe señalar que el Pozo N° 12 es el único que presenta el nivel freático en el rango de medición de los pozos de observación que se instalaron en el área de estudio, cuyos resultados son la base para el desarrollo de la presente consultoría. Además, las mediciones promedio de este Pozo para los meses de primavera verano (0,92 m), se acercan a los valores medidos en los Pozos de Observación 11 y 13 instalados por el Consultor, donde en promedio (diciembre a marzo), el nivel freático se encuentra a los 1,28 m de profundidad. Estos pozos se encuentran ubicados en una cota más baja que el de las mediciones de la D.O.H.

Los niveles freáticos promedio para el resto de los Pozos señalados en los Cuadros N° 4.30 y N° 4.31, se encuentran a más de los 2 m de profundidad por lo que no se pueden establecer comparaciones absolutas con los pozos de observación instalados por CICA.

Para que las mediciones en los Pozos D.O.H. sean realmente comparables con las mediciones en Pozos CICA, es evidente que se requieren mediciones para todo los meses del año ya que por los alcances de la presente Consultoría sólo se midieron los niveles freáticos entre los meses de diciembre y marzo.

Si bien los valores promedio indican una cierta tendencia del comportamiento de la napa freática, es importante señalar que los valores mínimos promedio mensuales respecto a la superficie del

suelo, son los que revisten mayor importancia. De esta forma, a pesar que los valores mínimos se presentan en los meses de primavera verano en 3 de los 5 pozos existentes en el área de estudio, se estima que representan una baja cobertura que dificulta el establecimiento de conclusiones absolutas para el comportamiento de la napa freática en dicha área.

En la mayor parte de los casos, desde el año 1990 se han realizado entre 0 y 5 mediciones por año, lo que indica que no existe una adecuada continuidad y densidad de datos en el período considerado (Anexo 4.3).

4.1.6.8 Recomendaciones Estudio Hidrogeológico

Sobre la base de la escasa información existente acerca de la hidrogeología de la parte baja del río Huasco, que impiden conocer con certeza la profundidad de la estrata impermeable e influencias de los acuíferos existentes, se hacen las siguientes recomendaciones para estudiarse a futuro:

1. Continuar con la campaña de monitoreo del nivel freático en los 38 pozos de observación instalados durante la Consultoría, con la misma frecuencia planificada (1 mes) y durante un mínimo de 1 año.
2. Realizar Sondajes Eléctricos Verticales (SEV), a lo largo del río Huasco en la zona del proyecto de drenaje, con transversales debidamente dispuestos. Esto implica una campana en una longitud de 18 km aproximadamente, con puntos cada 250 m. Las mediciones (con 2 SEV efectivos en cada punto de medición) se debieran efectuar en configuración Half – Schlumberger, la cual entrega la mejor resolución posible en este tipo de casos.
3. Realizar 3 sondajes como mínimo, para cubrir eficientemente toda el área y de esta forma generar perfiles estratigráficos adecuados y calibrar los SEV. Cada sondaje debe llegar a un acuífero distinto de manera de definir posibles interacciones entre ellos.
4. Realizar un modelamiento del acuífero en el programa MODFLOW o similar con los datos recopilados, de manera de ver el comportamiento del acuífero con y sin el sistema de drenaje. El modelo debería ser evaluado en régimen transiente y bajo distintas situaciones hidrológicas distribuidas en el tiempo, debidamente calibrado con los pozos de observación existentes y sondajes de mayor profundidad, conociendo la forma del basamento y de los estratos acuíferos y particularmente las propiedades acuíferas principales (T, K, S, n).

4.1.7 Catastro de la Infraestructura de Canales y Drenes Existentes

4.1.7.1 Antecedentes Generales

El Estudio y propuesta de recuperación de suelos con mal drenaje en el sector Bajo del Huasco, comprende la zona ubicada aguas abajo de Freirina, específicamente desde un kilómetro antes del puente Los Guindos hasta el puente Huasco Bajo.

Esta área se encuentra según la división del río Huasco dentro de la Cuarta Sección. El agua disponible para ésta corresponde a recuperaciones que se producen aguas arriba, además de afloramientos de agua subterránea que ocurren aguas abajo del puente de la carretera Panamericana.

En esta zona el río presenta una pendiente y sinuosidad que lo hace fluir tanto por la ribera norte en algunos sectores como por la ribera sur en otros. Gran parte del trayecto se encuentra encajonado por un muro de bolones construido a raíz de la crecida del río Huasco en el invierno de 1997 que dejó gran parte de las zonas de cultivos bajo su cauce, modificando el trayecto que tenía hasta antes de este evento.

Como consecuencia de este fenómeno climático, muchas de las obras de infraestructura de riego como bocatomas compuertas de admisión o secciones revestidas de los canales fueron destruidas y vueltas a construir en un lugar distinto al que ocupaban anteriormente.

4.1.7.2 Objetivo

El objetivo principal de este capítulo es describir en forma clara la situación actual de cada uno de los canales y drenes existentes en el área de proyecto, con la finalidad de analizar en forma técnica los problemas que puedan presentar y dar así soluciones óptimas para resolverlas.

4.1.7.3 Metodología de Trabajo

La metodología utilizada consistió en un reconocimiento general de área de estudio y un recorrido individual de los canales y drenes existentes.

El recorrido se realizó desde la bocatoma de los canales o el inicio de los drenes, describiendo y graficando en monografías los puntos singulares del trayecto, que se presentan en el Anexo 4.4. Además se tomó por lo menos una fotografía como apoyo visual de cada punto analizado, que se incluyen en el registro fotográfico (Anexo 11).

Esta información se complementó, con la obtenida en forma directa con la Junta de Vigilancia del río Huasco y con las personas encargadas de cada uno de los canales recorridos.

4.1.7.4 Descripción de los Canales

Para la descripción de los canales existentes en el área de estudio y una mejor comprensión de ellos, se han subdividido en dos grupos: canales de la ribera norte y canales de la ribera sur.

Dentro del primer grupo tenemos: Canal San Juan, Canal Lo Castillo, Canal Madariaga y Canal La Cachina. En el caso del segundo grupo se tiene: Canal García Campusano, Canal Mirador, Canal Bellavista, Canal Las Tablas, Canal El Pino, Canal Freirina y Canal Del Bajo.

Como se indicó, se confeccionaron monografías para cada una de las obras importantes o secciones de cada canal o dren, en ellas se describe la obra o tramo y se presenta un plano de ubicación de la misma con un croquis que permite una mejor visualización y/o comprensión de la obra, todo esto apoyado con un registro fotográfico. Además, se incluye información general, como cuenca y río a que pertenece el canal, kilometro donde se ubica la obra o sección dentro del canal, comuna y aspectos particulares que la caracterizan (ubicación, accesos, etc.).

En general, la mayor parte de los canales no poseen compuerta de admisión debido a que la crecida del río Huasco durante el invierno de 1997, destruyó todas las estructuras existentes y produjo el desplazamiento de varias bocatomas desde su posición antigua a la actual.

a. Canales Ribera Norte

Canal San Juan

El canal San Juan o Castañón riega una superficie de 179,7 ha, dispone de 12 acciones de agua, con un caudal máximo de 104,6 L/s. No se pudo averiguar el nombre de la persona encargada del canal.

Este canal comienza antes de la cuarta sección del río Huasco, de tal forma que el recorrido que se realizó abarcó sólo el tramo incluido en esta última sección.

Al momento de la observación, el canal se encontraba seco aproximadamente desde la altura del puente Los Guindos hasta el final, como consecuencia de trabajos que se estaban realizando en él. Sin embargo, en general, presenta durante todo su recorrido una geometría de su sección y profundidad irregular.

Dentro del área de proyecto, su largo alcanza unos 8.200 m aproximadamente. La superficie de riego que abarca este canal incluye todos aquellos sectores ubicados en la parte alta de la ribera norte.

Canal Lo Castillo

El canal Lo Castillo riega una superficie de 41,2 ha, dispone de 23 acciones de agua, con un caudal máximo de 218,4 L/s. La administración del canal está a cargo del Sr. Roberto Bruzzone.

Este canal posee una bocatoma ubicada al poniente del puente Los Guindos, conformada por patas de cabra y bolones dispuestos en forma diagonal al curso del río. Posee una sección trapezoidal de geometría regular y una baja presencia de malezas en gran parte de su extensión.

El trayecto del canal es relativamente corto, con largo aproximado de 3.600 m, recorriendo principalmente el costado sur del camino de tierra que recorre la ribera norte. Su trayecto finaliza en el sector de Los Loros.

Canal Madariaga

El canal Madariaga riega una superficie de 192,5 ha, dispone de 128 acciones de agua, un caudal máximo de 339,0 L/s. La administración del canal está a cargo del Sr. Herman Araya.

La bocatoma de este canal está conformada con restos de varios materiales como troncos bolones y planchas zincadas, no presentando uniformidad y seguridad en el encauzamiento del agua.

Durante su recorrido de aproximadamente 12 km el canal presenta una sección de geometría heterogénea, encontrándose en algunos lugares una sección y profundidad irregular, con abundante presencia de malezas. En otros, sin embargo, la sección presenta regularidad y una baja presencia de malezas.

Dentro de las obras que se encuentran en este canal tenemos compuertas metálicas, gaviones y pasos bajo nivel, los cuales en términos generales se encuentran en buen estado de conservación. La mantención de este canal se realiza una vez al año.

Canal La Cachina

El canal La Cachina riega una superficie de 213,9 ha, dispone de 125 acciones de agua, con un caudal máximo de 268,5 L/s. La administración del canal está a cargo del Sr. Camilo González.

La bocatoma de este canal se encuentra formada principalmente por una acumulación de materiales como bolones y tierra, teniendo en su base una especie de gavión para desviar el agua. Las obras que se observan en su recorrido presentan un buen estado de conservación, ya que la mayor parte de ellas tienen una construcción reciente.

En general la sección del canal presenta una homogeneidad durante todo su trayecto y un control adecuado de las malezas. Posee un largo aproximado de 5000 m, recorriendo el valle por el costado norte del río.

b. Canales Ribera Sur

Canal García Campusano

El canal García Campusano riega una superficie de 150.8 ha, dispone de 57 acciones, de agua, con un caudal máximo de 275,7 L/s. La administración del canal está a cargo del Sr. Manuel Cortés.

Este canal se inicia antes de la Cuarta Sección del río Huasco. Durante su recorrido presenta diferencias tanto de sección como de profundidad, con un largo aproximado de 2.500 m dentro del área de proyecto. Posee la cota más alta de todos los canales de la ribera sur del río.

Canal Mirador

El canal Mirador riega una superficie de 92,75 ha, dispone de 41 acciones de agua, con un caudal máximo de 231,2 L/s. La administración del canal está a cargo del Sr. Homero Callejas.

Este canal presenta una bocatoma ubicada a unos 50 m al sur poniente de la compuerta de admisión. Está formada principalmente por una acumulación de materiales como bolones y tierra.

Presenta una compuerta de admisión metálica, montada sobre hormigón, accionada manualmente por un mecanismo de tornillo en buen estado de conservación; no posee compuerta de descarga. Existe un vertedero de seguridad constituido por bolones y una pata de cabra en regular estado.

La sección del canal durante todo su recorrido presenta homogeneidad, sin acumulación de malezas o escombros, lo que permite que el agua sea conducida con un mínimo de pérdidas.

Este canal termina en el fundo El Mirador entregando el agua a un tranque, con un largo aproximado de 10.000 m. Además se encuentra conectado con el canal Bellavista con el fin de entregar agua en el caso de una emergencia.

Canal Bellavista

El canal Bellavista riega una superficie de 225,7 ha, dispone de 158 acciones de agua, con un caudal máximo de 1729,7 L/s. La administración del canal está a cargo del Sr. Homero Callejas.

La bocatoma se encuentra ubicada 100 m al oriente de la compuerta de admisión del canal troncal. Esta formada principalmente por una acumulación de materiales como bolones y tierra.

Se forma de un canal troncal, a partir del cual deriva conjuntamente con el canal las tablas. El canal troncal presenta una compuerta metálica accionada manualmente por un mecanismo de tornillo, para el caudal que ingresa al canal y una compuerta de descarga de iguales características que la anterior, ambas en buen estado de conservación.

Este canal posee una compuerta metálica, montada sobre hormigón, accionada manualmente por un mecanismo de tornillo. Presenta una sección trapezoidal de geometría regular durante todo su recorrido con un buen estado de mantención.

Presenta obras de mejoramiento durante su trayecto que es de aproximadamente 10.000 m gracias a un proyecto financiado por INDAP que permitió revestir 2.000 m del canal en lugares críticos.

Canal Las Tablas

El canal Las Tablas riega una superficie de 101,5 ha, dispone de 72 acciones de agua, con un caudal máximo de 267,5 L/s. La administración del canal está a cargo del Sr. Gregorio González.

Posee una bocatoma unificada con el canal Bellavista. Éste se forma a partir del mismo canal troncal. En la derivación existe una compuerta metálica montada sobre hormigón, en buen estado de conservación, accionada manualmente por un mecanismo de tornillo, para la regulación del caudal que ingresa al canal.

La sección del canal es regular durante gran parte de su longitud, que es de 2.600 m aproximadamente, presentando un buen estado de mantención y limpieza, la cual se realiza dos veces al año.

Canal El Pino

El canal El Pino riega una superficie de 49,0 ha, dispone de 14 acciones de agua, con un caudal máximo de 186,6 L/s. La administración del canal está a cargo del Sr. Manuel González.

Este canal presenta una bocatoma constituida principalmente por patas de cabras y bolones dispuestos en forma diagonal al curso del río, para desviar parte de las aguas de éste hacia el canal.

Durante su trayecto, se observa una sección de geometría y profundidad regular con una baja presencia de malezas o escombros que dificultan el paso del agua.

De igual forma las obras que se encuentran en su recorrido como canoas o pasos bajo nivel presentan un buen estado de conservación.

Este canal tiene una longitud de aproximadamente 4.000 m, recorriendo la parte final del valle por el costado sur del río.

Canal Freirina

El canal Freirina riega una superficie de 8,0 ha, dispone de 4 acciones de agua, con un caudal máximo de 79.2 L/s. La administración del canal está a cargo del Sr. Sebastián Callejas.

Se forma de una desviación del río Huasco aproximadamente 2 km al oriente del puente Los Guindos. A partir de ahí se produce una acumulación de agua formando una zona de vega con total de la cual se encauza el canal en forma precaria.

Este canal presenta un recorrido corto por el costado de la línea férrea de aproximadamente 2.500 m. En su trayecto se observa en general una sección pequeña e irregular con un bajo caudal. La mantención de este canal se realiza dos veces al año.

Canal El Olivar

El canal El Olivar o del Bajo disponía de 63 acciones de agua, un caudal máximo de 124,9 L/s La administración del canal está a cargo del Sr. Sebastián Callejas.

Debido a las crecidas de 1997, este canal dejó de ser usado por cuanto el túnel que conducía el agua en una parte de su trayecto colapso, impidiendo el paso de ésta.

A partir de este hecho el agua para los usuarios de este canal es extraída del canal Bellavista.

4.1.7.5 Drenes

Existe un sistema de drenes subsuperficiales los cuales tienen como objetivo fundamental el control de la profundidad de la napa freática, de forma que el balance de agua y sales dentro de la zona radicular sea el óptimo para los requerimientos del cultivo, en una condición de clima y suelos específica.

La red de drenaje existente en el área de proyecto está constituida principalmente por varios colectores zanja, no ligados entre sí, sobre los cuales se descargan laterales abiertas y en algunos casos tapadas,

Esta red de drenaje tiene como dren principal el río Huasco, el cual recoge los excedentes proveniente de los colectores.

En cuanto a los aspectos constructivos, los drenes no siguen una homogeneidad respecto a la disposición y separación entre ellos, de tal forma que no se observa en su construcción parámetros como criterios de diseño.

En general, la mayor parte de ellos se encuentran abandonados, no presentan mantención, poseen sección y profundidad irregular, gran acumulación de malezas y estancamiento de agua.

a. Drenes Sector Las Tablas

La red de drenes que recorre este sector esta compuesta principalmente por dos tipos de drenes, uno de baja profundidad de drenaje superficial que va junto a la línea del tren y los otros de drenaje subsuperficial compuestos por colectores y drenes.

Dentro de estos últimos, se encuentran dos redes de drenaje, una que recorre el sector en forma longitudinal y otro que avanza principalmente desde norte a sur y viceversa.

En este sector existen dos parcelas (Sta Clara e Hijuela 13) que por intermedio de la adjudicación de un proyecto de INDAP obtuvieron el financiamiento para la construcción de laterales los cuales se unirán a los colectores existentes en el sector.

En lo que atañe a los aspectos constructivos de estas laterales construidas en la parcela Santa Clara, poseen una profundidad de dos metros aproximadamente realizada por una retroexcavadora y terminada a pala. El ancho es de un metro. En su interior se ubicó una tubería de PVC corrugado, sobre el cual se relleno con una capa de bolones como material envolvente de un metro altura aproximadamente que fue cubierto con polietileno con la finalidad de que no penetre tierra entre los espacios generados por los bolones. Desde allí hasta la superficie, la zanja fue rellena con tierra.

La disposición de estas laterales es paralela, pero con una separación irregular entre ellas.

b. Drenes Sector Los Lirios - La Camelia

Dentro de este sector se pueden observar drenes abiertos que se recorren los predios del sector generalmente en forma paralela al curso del río, cortadas por zanjas primarias que entregan los excedentes de agua al río Huasco.

En los aspectos constructivos, no presentan regularidad en la separación de los drenes, al igual que en la geometría y profundidad de su sección.

En general, no se aprecia mantención en los drenes, existiendo una alta presencia de malezas y una pendiente irregular que dificulta el libre tránsito del agua.

c. Drenes Sector La Cachina

En este sector se encuentran dos redes de drenaje independientes uno del otro. El primero de ellos está conformado por un colector que corre en forma paralela al cauce del río, sobre el cual se descargan laterales trazadas en forma perpendicular.

La otra red de drenaje se ubica en el lado norte del cauce del río. Está formado por un colector el cual avanza en forma paralela al camino ubicado en la ladera norte del valle. Las laterales que descargan en este colector también van en forma perpendicular, pero con una longitud y separación irregular (150 m aprox.).

En ambos casos, los colectores como las laterales son zanjas abiertas, las cuales presentan una baja mantención, talud y profundidad irregular, acumulación de malezas, no cumpliendo con la finalidad que fueron construidos.

4.1.8 Especies de la flora y fauna en categorías de conservación

En el capítulo 3.7 “Características Ecológicas”, se hizo una revisión de las especies que se encuentran en alguna de las Categorías de Conservación, según se indica en el Artículo 37° Ley 19.300 y cuyos criterios se encuentran enunciados por la UICN (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza).

En este capítulo sólo se presenta un resumen de lo señalado en el capítulo 3.7, pues las especies florísticas y faunísticas, para la III Región en General y en el sector de Huasco bajo se detallaron.

El número de especies florísticas en Categoría de Conservación en la Región de Atacama alcanza a 11 y el detalle de ellas se presenta en el Cuadro N° 4.32, mientras que en el Cuadro N° 4.33 se presentan las especies faunísticas en alguna Categoría de Conservación. En el Capítulo 10, correspondiente al “Análisis Ambiental” se presenta en detalle las especies que se encuentran en alguna Categoría de Conservación reconocidas para la zona de estudio. Cabe señalar que sólo corresponden a especies faunísticas, no identificándose especies florísticas.

Cuadro N° 4.32
Especies florísticas en Categoría de Conservación en la Región de Atacama

Especies En Peligro de Extinción	9 especies Vulnerables	2 especies Raras
no existen	<i>Azorella compacta</i> (Llareteta) <i>Cordia decandra</i> (Carbonillo) <i>Deuterocochnia chrysantha</i> (Chaguar del jote) <i>Krameria cistoidea</i> (Pacul) <i>Laretia acaulis</i> (Llaretilla) <i>Monttea chilensis</i> (Uvillo) <i>Prosopis alpataco</i> (Alpataco) <i>Prosopis chilensis</i> (Algarrobo) <i>Prosopis strombulifera</i> (Retortón)	<i>Asteriscium vidali</i> (Anisillo) <i>Pintoa chilensis</i> (Pintoa)

Fuente: CONAF. Libro Rojo de la Flora Terrestre de Chile. 1989. Benoit, I. Ed.

Cuadro N° 4.33
Especies Faunísticas de la III Región en Categorías de Conservación

1 especie Extinguida	8 especies En Peligro de Extinción	27 especies Vulnerables	7 especies Raras	12 especies Inadecuadamente Conocidas
<p>1 AVE <i>Numenius borealis</i> (zarapito boreal)</p>	<p>3 AVES <i>Pterocnemi pennata</i> (Suri) <i>Falco peregrino</i> (Halcón peregrino boreal) <i>Cyanoliseus patagonus</i> (Tricahua)</p>	<p>16 AVES <i>Tinamotis pentlandii</i> (Perdiz de la puna) <i>Puffinus creatopus</i> (Fardela blanca) <i>Pelecanoides garnotii</i> (Yunco) <i>Spheniscus humboldti</i> (Pingüino de Humboldt) <i>Phalacrocorax bougainvilli</i> (Guanay) <i>Theristicus caudatus</i> (Bandurria) <i>Phoenicopterus chilensis</i> (Flamenco chileno) <i>Phoenicopterus andinus</i> (Parina grande) <i>Phoenicopterus jamesi</i> (Parina chica) <i>Chloephaga melanoptera</i> (Piuquén) <i>Vultur gryphus</i> (Cóndor) <i>Pandion haliaetus</i> (Aguila pescadora) <i>Fulica cornuta</i> (Tagua cornuda) <i>Gallinago gallinago</i> (Becacina) <i>Larus modestus</i> (Gaviota garuma) <i>Larosterna inca</i> (Gaviotín monja)</p>	<p>5 AVES <i>Ardea cocoi</i> (Garza cuca) <i>Anas bahamensis</i> (Pato gargantillo) <i>Buteo albigula</i> (Aguilucho chico) <i>Attagus gayi</i> (Perdicita cordillerana) <i>Larus serranus</i> (Gaviota andina)</p>	<p>9 AVES <i>Oceanites gracilis</i> (Golondrina de mar chica) <i>Oceanodroma markhami</i> (Golondrina de mar negra) <i>Oceanodroma hornbyi</i> (Golondrina de mar de collar) <i>Sula variegata</i> (Piquero) <i>Phalacrocorax gaimardi</i> (Lile) <i>Falco peregrinus cassini</i> (Halcón peregrino austral) <i>Laterallus jamaicensis</i> (Pidencito) <i>Asio flammeus</i> (Nuco) <i>Pseudocolopterix flaviventris</i> (Pájaro amarillo)</p>
	<p>2 MAMÍFEROS <i>Chinchilla brevicaudata</i> (Chinchilla andina) <i>Chinchilla lanigera</i> (Chinchilla chilena)</p>	<p>6 MAMÍFEROS <i>Lagidium viscacia</i> (Vizcacha de montaña) <i>Galictis cuja</i> (Quique) <i>Lutra felina</i> (Chungungo) <i>Felis concolor</i></p>	<p>2 MAMÍFEROS <i>Thylamis elegans</i> (Llaca del norte) <i>Desmodus rotundus</i> (Vampiro)</p>	<p>2 MAMÍFEROS <i>Pseudalopex culpaeus</i> (Zorro Culpeo) <i>Pseudalopex griseus</i> (Zorro Chilla)</p>

1 especie Extinguida	8 especies En Peligro de Extinción	27 especies Vulnerables	7 especies Raras	12 especies Inadecuadamente Conocidas
		(Puma) <i>Lama guanicoe</i> (Guanaco) <i>Vicugna vicugna</i> (Vicuña)		
	1 PEZ <i>Basilichtys microlepidotus</i> (Pejerrey)	7 PECES <i>Galaxias maculatus</i> (Puye) <i>Cheirodon pisciculus</i> (Pocha) <i>Trichomycterus areolatus</i> (Bagre chico) <i>Austromenidia laticlavia</i> <i>Austromenidia gracilis</i> <i>Eleginops maclovinus</i> (Róbalo) <i>Mugil cephalus</i> (Lisa)		
	2 ANFIBIOS <i>Bufo atacamensis</i> (Sapo) <i>Pleurodema thaul</i> (Sapito de cuatro ojos)	3 REPTILES <i>Philodryas chamissonis</i> (Culebra de cola larga) <i>Philodryas chilensis</i> (Culebra de cola corta) <i>Callopistes palluma</i> (Lagarto)		

Fuente: D.S. N°5 / 98. Reglamento de la Ley de Caza. MINAGRI.

Las especies que se encuentran relacionadas con el área del proyecto de drenaje son las aves que encuentran en las vegas y pajonales un hábitat para alimentarse, para vivir, aparearse y/o nidificar, según sean sus hábitos específicos. A las aves se agregan los anfibios y los reptiles. El resto de las especies no se encuentran relacionados con los humedales y entorno inmediato, aún cuando pueden transitar por ellos, por la movilidad que poseen.

4.1.9 Adaptabilidad edafoclimática de las especies cultivables

Las plantas para su desarrollo y crecimiento requieren de un medio ambiente adecuado, constituido básicamente por el suelo y el clima. El primero de ellos es el medio de sustentación física a través del cual se le debe proporcionar nutrientes y transferir agua a la planta, junto con constituirse en un medio gaseoso adecuado. El clima es el que provee de energía para los procesos fenológicos y productivos de las mismas, como así es la que proporciona el agua.

El desarrollo óptimo de un determinado cultivo involucra requerimientos muy específicos de suelo y clima. En el caso del suelo influyen condiciones físicas y químicas tales como salinidad, sodicidad, fertilizantes, macro y microelementos, textura, estructura, profundidad, etc. En el clima inciden los días-grados y horas frío, principalmente, como elementos agroclimáticos.

4.1.9.1 Adaptación de especies cultivables al clima

Las distintas regiones del país y dentro de las mismas, poseen características diferentes de medio ambiente, las que resultan a veces favorables y otras restrictivas para cada cultivo específico.

Los requerimientos climáticos que se consideran están en relación con las necesidades de temperatura necesarias para el desarrollo y producción de los cultivos en su globalidad y, que en forma particular, son requeridos para la germinación, crecimiento, floración, fructificación y maduración del órgano cosechado. En general, en cada uno de estos procesos o etapas se considera que tienen requerimientos homogéneos, pero diferentes entre sí.

Los principales elementos que determinan la adaptación de las especies climáticas se consignan en el Cuadro N° 4.34, los que están referidos a temperaturas, suma térmica y número de heladas que fueron presentados en el Capítulo de Clima y Agroclima de la presente consultoría para el Distrito Agroclimático Huasco-Maitencillo.

Cuadro N° 4.34
Antecedentes Agroclimáticos Distrito Huasco-Maitencillo

Parámetro	Unidad	Valor
T° Máxima Media Anual	°C	18,3
T° Media Anual	°C	14,8
T° Mínima Media Anual	°C	11,3
T° Máxima Media Enero	°C	22,7
T° Mínima Media Julio	°C	8,8
Días-grado (Base 10° C)	Días	1861
N° días sin heladas	Días	365

Fuente: Elaboración propia en base a antecedentes de CEDEC (1985)

La información de los requerimientos climáticos de las especies actuales y propuestas que se presentan ha sido obtenida de publicaciones, recopiladas y editadas por el Centro de Información de Recursos Naturales en dos períodos distintos y además, el Instituto de Investigaciones Agropecuarias ha recopilado información de requerimientos climáticos los que se encuentran

contenidos en el Mapa Agroclimático de Chile, preparado por profesionales del INIA. El detalle de esta información se presenta en el Anexo 4.5.

Análisis de la información

Los cultivos actuales o seleccionados para la Situación Con Proyecto de la presente Consultoría son especies que se pueden diferenciar y agrupar en cuanto a la sensibilidad a las heladas, horas-frío y días-grado. Sin embargo, de acuerdo a antecedentes agroclimáticos señalados en el Cuadro N° 4.34, la incidencia de heladas es nula, debido a que existe una fuerte influencia marina en el distrito donde se encuentra inserta el área de estudio, por lo que este parámetro queda fuera de todo análisis.

Requerimientos de temperatura

En el Cuadro N° 4.35 se presenta el requerimiento térmico de algunas de las especies propuestas para la Situación Con Proyecto. Cabe señalar que gran parte de éstas no presentan información sobre requerimientos de días-grado.

Cuadro N° 4.35
Requerimiento Térmico (Días-grado, base 10°C)

Cultivo	Requerimiento Dg (base 10°C)
Ají	750 a 950
Cebolla	600 a 900
Pepino Dulce	750 a 1.100
Melón	550 a 1.100
Pimiento Morrón	750 a 950
Sandía	1.200
Tomate	650 a 750
Damasco	550 a 950
Membrillero	1.000 a 1.400
Olivo	1.400 a 1.800

Fuente: Elaboración propia en base a antecedentes de CIREN (1989 y 1995)

En cuanto a los requerimientos térmicos, los cultivos se pueden agrupar por rangos de suma térmica cada 500 días-grado, según se indica, desde los más exigentes a los menos exigentes:

- 2.500 días-grado
- 2.000 a 2.500 días-grado
- 1.500 a 2.000 días-grado
- 1.000 a 1.500 días-grado
- 500 a 1.000 días-grado
- < 500 días-grado

De acuerdo a estos rangos se puede establecer las siguientes agrupaciones:

Cultivos poco demandante en requerimiento térmico (450 a 1100 D-G):

- Ají
- Cebolla
- Pepino Dulce
- Tomate
- Melón
- Pimiento Morrón
- Tomate
- Damasco

Cultivos medianamente demandante de temperatura (690 a 1500 D-G):

- Membrillero
- Sandía
- Olivo

De acuerdo a estas exigencias, en el área de estudio se satisfacen ampliamente los requerimientos térmicos de todos los cultivos incluyendo los frutales, como el olivo que es el más demandante. Para el resto de los cultivos en que no existe información al respecto, se considera que también se cubren sus posibles requerimientos debido principalmente a la alta acumulación de días-grado que se producen en este distrito agroclimático.

Requerimientos de Frío

La acumulación de frío, tiene especial importancia en la producción de frutales de hoja caduca y algunos de hoja perenne. Sin embargo, existen actualmente variedades dentro de una determinada especie que poseen menores exigencias de frío y que se pueden adaptar a zonas donde este parámetro es de baja incidencia o también mediante el uso de agroquímicos.

En el área de estudio no existe información sobre acumulación de horas de frío, por la influencia marina que posee el clima de esta área, pero se estima que esta acumulación debiera ser muy baja si consideramos que la temperatura mínima media para el mes de julio en el Distrito Agroclimático Huasco-Maitencillo es de 8,8 °C.

En el Cuadro N° 4.36, se presenta el requerimiento de frío para damasco, membrillero y olivo, ya que los otros frutales insertos en el patrón productivo del área no registran información de éste parámetro.

Cuadro N° 4.36
Requerimiento de Frío (Horas-frío)

Cultivo	Requerimiento Horas-frío
Damasco	600 a 900
Membrillero	400 a 900
Olivo	100 a 300

Fuente: Elaboración propia en base a antecedentes de CIREN (1989)

De acuerdo a lo anterior, se tiene que el olivo sería el frutal más adaptado a las condiciones de acumulación de frío existentes en el área de estudio, ya que es el menos demandante de los señalados en el Cuadro N° 4.36. El membrillero, a pesar de presentar un mayor requerimiento de frío que el olivo, igual se ha adaptado al área no obstante que ha sido tratado como un cultivo marginal.

En cuanto al damasco, que presenta en promedio los requerimientos más altos de frío, se deben incorporar variedades o cultivares de bajos requerimientos que ya han sido probados en la cuenca del río Choapa y Elqui.

4.1.9.2 Adaptación de especies cultivables al suelo

La adaptabilidad de las especies sugeridas para en el desarrollo de esta Consultoría, según diversos parámetros que definen los suelos, fue tomada de los estándares publicados por CIREN-CORFO (1989 y 1995). Estos parámetros se refieren a rangos de salinidad, profundidad del perfil, acidez, textura, clase de drenaje y pedregosidad, para la obtención de producciones óptimas, suponiendo las mejores condiciones para el desarrollo de los cultivos (Anexo 4.5).

Al comparar los estándares con los valores de las Fases de suelo presentes en el área de estudio, se determinó la adaptabilidad de los cultivos en condiciones de suelo Actual y Con Proyecto para un mismo patrón productivo, en rangos definidos como: Sin Limitaciones (SL), Ligeras limitaciones (LL), Limitaciones Moderadas (LM), Limitaciones Severas (LS) y Excluido (E).

En el Cuadro N° 4.37 se presentan los rangos de adaptabilidad de los cultivos según Fase de suelo para la Situación Actual del suelo. Se observa que la mayor parte de cultivos presentan Limitaciones Severas, principalmente debido a las condiciones de drenaje, salinidad y profundidad de los suelos. Los cultivos mejor adaptados a estas condiciones son el olivo y el membrillero, que presentan Limitaciones Moderadas. En la Fase PNA-Var. D3 W1S (7,5 % de los suelos en estudio), debido a condiciones de drenaje pobre, la mayoría de los cultivos califican en el rango Excluido, al igual que en el Misceláneo Pantano (5,7 % de los suelos).

Al analizar la Situación Con Proyecto (Cuadro N° 4.38), una vez mejorada la condición de drenaje de los suelos a la Clase Imperfectamente Drenado, los cultivos califican en su mayoría con Ligeras Limitaciones. Algunos cultivos presentan Limitaciones Moderadas, como el olivo,

brócoli, zapallo, cebolla y melón, debido a que la salinidad de los suelos no podrá ser llevada a los valores óptimos para estas especies, dada la salinidad de las aguas de riego (2,7 dS/m, en promedio para canales), y de los conceptos de lixiviación explicados en el capítulo sobre balance hídrico.

Cuadro N° 4.37
Adaptabilidad de Cultivos a los Suelos en Condiciones Actuales

Especie	Bellavista (BVT)			Paona (PNA)								M. Aluv.	M. Pant.
	D2 W3	D3 W3	Var D2 W3	D2 W3	D2 W4	D3 W2	D3 W3	E3 W3 P1	E3 W4	F3 W2	Var. D3 W1S	MAL	MPT
Ají	LS	LS	LS	LS	LS	LS	LS	LS	LS	LS	E	LS	E
Ajo	LS	LS	LS	LS	LS	LS	LS	LS	LS	LS	E	LS	E
Brócoli	LS	LS	LS	LS	LS	LS	LS	LS	LS	LS	E	LS	E
Cebolla	LS	LS	LS	LS	LS	LS	LS	LS	LS	LS	E	LS	E
Coliflor	LS	LS	LS	LS	LS	LS	LS	LS	LS	LS	E	LS	E
Espárrago	LS	LS	LS	LS	LS	LS	LS	LS	LS	LS	E	LS	E
Lechuga	LS	LS	LS	LS	LS	LS	LS	LS	LS	LS	LS	LS	LS
Melón	LS	LS	LS	LS	LS	LS	LS	LS	LS	LS	E	LS	E
Pepino Dulce	LS	LS	LS	LS	LS	LS	LS	LS	LS	LS	E	LS	E
Pimiento	LS	LS	LS	LS	LS	LS	LS	LS	LS	LS	E	LS	E
Repollo	LS	LS	LS	LS	LS	LS	LS	LS	LS	LS	E	LS	E
Sandía	LS	LS	LS	LS	LS	LS	LS	LS	LS	LS	E	LS	E
Tomate	LS	LS	LS	LS	LS	LS	LS	LS	LS	LS	E	LS	E
Zanahoria	LS	LS	LS	LS	LS	LS	LS	LS	LS	LS	E	LS	E
Zapallo	LS	LS	LS	LS	LS	LS	LS	LS	LS	LS	E	LS	E
Clavel	LS	LS	LS	LS	LS	LS	LS	LS	LS	LS	E	LS	E
Damasco	LS	LS	LS	LS	LS	E	LS	LS	LS	E	E	LS	E
Membrillero	LM	LM	LM	LM	LM	LM	LM	LM	LM	LM	LS	LM	LS
Olivo	LM	LM	LM	LM	LM	LM	LM	LM	LM	LM	E	LM	E

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro N° 4.38
Adaptabilidad de Cultivos a los Suelos en Situación Con Proyecto

Especie	Bellavista (BVT)			Paona (PNA)								M. Aluv.	M. Pant.
	D2 W3	D3 W3	Var. D2 W3	D2 W3	D2 W4	D3 W2	D3 W3	E3 W3 P1	E3 W4	F3 W2	Var. D3 W1S	MAL	MPT
AjÍ	LL	LL	LL	LL	LL	LL	LL	LL	LL	LL	LL	LL	LL
Ajo	LL	LL	LL	LL	LL	LL	LL	LL	LL	LL	LL	LL	LL
Alcachofa	LL	LM	LL	LL	LL	LM	LM	LM	LM	LM	LM	LM	LM
Arveja	LL	LL	LL	LL	LL	LL	LL	LL	LL	LL	LL	LL	LL
Brócoli	LL	LM	LL	LL	LL	LM	LM	LM	LM	LM	LM	LM	LM
Cebolla	LL	LM	LL	LL	LL	LM	LM	LM	LM	LM	LM	LM	LM
Coliflor	LL	LL	LL	LL	LL	LL	LL	LL	LL	LL	LL	LL	LL
Esparrago	SL	LM	SL	SL	SL	LM	LM	LM	LM	LM	LM	LM	LM
Lechuga	LL	LL	LL	LL	LL	LL	LL	LL	LL	LL	LL	LL	LL
Melón	LL	LM	LL	LL	LL	LM	LM	LM	LM	LM	LM	LM	LM
Pepino Dulce	SL	SL	SL	SL	SL	SL	SL	SL	SL	SL	SL	SL	LL
Pimiento	LL	LL	LL	LL	LL	LL	LL	LL	LL	LL	LL	LL	LL
Repollo	LL	LL	LL	LL	LL	LL	LL	LL	LL	LL	LL	LL	LL
Sandía	LL	LL	LL	LL	LL	LL	LL	LL	LL	LL	LL	LL	LL
Tomate	LL	LL	LL	LL	LL	LL	LL	LL	LL	LL	LL	LL	LL
Zanahoria	LL	LL	LL	LL	LL	LL	LL	LL	LL	LL	LL	LL	LL
Zapallo	LL	LM	LL	LL	LL	LM	LM	LM	LM	LM	LM	LM	LM
Clavel	SL	SL	SL	SL	SL	SL	SL	SL	SL	SL	SL	SL	SL
Damasco	LL	LL	LL	LL	LL	LL	LL	LL	LL	LL	LL	LL	LL
Membrillero	SL	SL	SL	SL	SL	SL	SL	SL	SL	SL	SL	SL	SL
Olivo	LL	LL	LL	LL	LL	LL	LL	LL	LL	LL	LL	LL	LL

Fuente: Elaboración propia.

Los cultivos más sensibles a la salinidad propuestos en la situación con proyecto son la cebolla, lechuga, zanahoria, pimiento, ajÍ y damasco. En ellos es esperable que los rendimientos no sean los óptimos. Al respecto Maas y Hoffman, citados por Ayers y Westcot (1987), han propuesto una fórmula que relaciona la producción en porcentaje de los distintos cultivos con la salinidad del suelo, expresada en términos de conductividad eléctrica en el extracto de saturación y medida en mmhos/cm (que es equivalente a dS/m).

Esta fórmula es la siguiente:

$$P = 100 - b (CE_e - a) \leq 100$$

donde:

- P = producción del cultivo en % respecto al máximo.
- CE_e = salinidad del suelo expresada como conductividad eléctrica del extracto de saturación y medida en mmhos/cm.

a y b = parámetros de Maas y Hoffman, cuyos valores son constantes para cada cultivo. (a) corresponde al valor umbral de la salinidad para cada cultivo, (b) corresponde a la relación entre las variaciones de P y las de la salinidad.

En el Cuadro N° 4.39 se presenta los factores a y b de Maas y Hoffman, y además el porcentaje de reducción de la producción de los cultivos más sensibles que están propuestos en la Consultoría, con las respectivas conductividades eléctricas toleradas.

Con la habilitación de los suelos se espera que la salinidad a que se sometan los cultivos sea muy cercana a la de los canales de riego, con valores del orden de $2,7 \text{ dS m}^{-1}$. Según el Cuadro N° 4.39 y la fórmula presentada, los cultivos tendrán una disminución de la producción entre un 16,7% a 26,2%.

La producción de los cultivos propuestos en la situación con proyecto lleva incorporada esta disminución de los rendimientos.

Cuadro N° 4.39
Parámetros a y b de Maas y Hoffman, y Producción del cultivo (P) para distintas conductividades eléctricas del extracto de saturación (CEe)

Cultivo	a	b	Valores de CEe (dS m^{-1}) para una P(%) de:				
			100%	90%	75%	50%	0%
Cebolla	1,20	16,13	1,2	1,8	2,8	4,3	7,4
Lechuga	1,30	12,82	1,3	2,1	3,2	5,1	9,0
Zanahoria	1,00	13,89	1,0	1,7	2,8	4,6	8,1
Damasco	1,60	23,81	1,6	2,0	2,6	3,7	5,8
Pimiento / Ají	1,50	13,89	1,5	2,2	3,3	5,1	8,6

Fuente: Ayers y Westcot. 1987.

Por otro lado, INIA (2001) en su Boletín N° 70 sobre “Caracterización de la Salinidad de los Suelos y Aguas del Valle del Río Copiapó”, señala que es esperable una alta presencia de yeso en las aguas y suelos de la zona, significando una disminución de la salinidad de los suelos entre $1,7 \text{ dS m}^{-1}$. Además, Ayers y Westcot (1987) señalan que los suelos de climas áridos contienen yeso en forma natural y el análisis de la conductividad eléctrica del extracto de saturación incluye la salinidad atribuible al yeso, señalando en un valor de 2 dS m^{-1} .

Según estos antecedentes los cultivos propuestos no tendrían ninguna limitación por salinidad para su implantación y desarrollo, situación que tendrá que ser chequeada con pruebas de campo en la zona.

4.1.9.3 Conclusiones

De acuerdo al análisis agroclimático realizado, específicamente para los días grado y horas de frío al interior del área de proyecto, se puede concluir que en general, no existen limitaciones agroclimáticas para los cultivos y frutales propuestos en la Situación Con Proyecto, dentro de los rangos de tolerancia o necesidad de cada uno de ellos.

Por otra parte, el suelo en las condiciones de manejo actuales presenta gran parte del patrón productivo analizado, limitaciones de carácter moderado (LM), severo (LS) a exclusión total (E). Al considerar el manejo del suelo en Situación Con Proyecto, con sistemas de drenaje funcionando y riego con técnicas de lavado de sales, se puede esperar que las limitaciones sean de carácter ligero (LL) a moderado (LM) dado principalmente por el contenido salino final de los suelos.

De acuerdo a lo anterior, los suelos representan la limitante más importante dentro del área de estudio, por lo que se consideró esta variable como punto crítico sobre el aspecto climático, para la selección de las especies propuestas.

4.2 Universo Predial en Estudio y Encuesta Agropecuaria

4.2.1 Universo Predial del Área de Estudio

Las propiedades involucradas en el área en estudio se identificaron con los antecedentes que se mencionan a continuación:

- Catastro de Regantes Hoya Río Huasco. Ministerio de Obras Públicas, Dirección General de Aguas, 1983. Planos Red Hidrológica y Propiedades, escala 1: 5.000.
- Listado de Roles y Contribuciones del Servicio de Impuestos Internos, actualización 2001.
- Listado de Roles y Capacidad de Uso de los Suelos y Superficies. Servicio de Impuestos Internos, 1996.
- Encuesta agropecuaria
- Entrevistas y visitas a terreno

La información de límites prediales y roles para la zona en estudio se extrajo del Catastro de Regantes, adicionando la información recopilada en el SII de Copiapó y la información de terreno.

Para los cálculos de superficie total y su desglose por clase de capacidad de uso del suelo, se utilizó la información digitalizada y procesada en la presente Consultoría. Se desechó la otra fuente de información existente, que es la del SII con actualización 1996, por haber una gran

diferencia entre las superficies indicadas en terreno y visualizadas en la cartografía procesada. Las clases de capacidad de uso utilizadas son las mismas indicadas en el estudio de suelos.

En el Mapa N° A-02 se presenta el catastro de propiedades involucradas en el presente estudio identificadas con el número de rol de avalúo fiscal.

Según lo anterior, se determinó que las propiedades involucradas en el proyecto son 154, con una superficie de 897,806 ha.

Por otro lado, la zona que efectivamente estaría con problemas de drenaje restringido o limitado, y para la cual se van a diseñar las futuras obras de drenaje, se seleccionó de acuerdo a las fases de suelos con estos problemas y se descontó la superficie que queda como zona de conservación.

La zona de protección existente en la desembocadura del río Huasco, cuyos límites son: por el nororiente el camino costero, pasando por el puente de Huasco Bajo hasta la línea férrea desde donde se extiende hasta el centro poblado de Huasco, se encuentra actualmente intervenida con huertos de olivos en producción y con obras de drenaje, principalmente en el sector de la Cachina. El sector esta dividido en 14 predios que suman una superficie de 84,56 ha.

Para los fines del presente proyecto se considerarán solamente las superficies de estos predios que se encuentran actualmente cultivadas alcanzando a 73,32 ha. De la superficie restante de estos predios, 9,03 ha están sin plantaciones y 2,21 ha no presentan problemas de drenaje restringido.

La principal razón para incluir estos predios en el presente estudio es por encontrarse utilizados en su mayor parte con plantaciones de olivos en producción e infraestructura de riego y drenaje.

Según los criterios expuestos en el Informe Técnico “Criterios de Conservación de Humedales en el Sector Bajo del Río Huasco”, realizado en el presente estudio, donde se sugieren distintos grados de intervención, en tres áreas definidas. Se realizará una intervención mínima en el puente de Huasco Bajo hasta la localidad de Los Loros (6.846.000 N, 294.000 E), quedando como zona de conservación la franja de suelos clasificados como misceláneo aluvial, que abarca 40,604 ha.

Desde la localidad de los Loros hasta 2 km aguas arriba del puente Los Guindos en Freirina, la intervención propuesta es más intensa, involucrando los suelos clasificados como misceláneo aluvial, quedando como zona de conservación toda la franja aledaña al río Huasco, de propiedad Fiscal.

Por lo tanto, de la superficie inicial del proyecto de 897,806 ha, quedan en la zona de conservación 9,031 ha que se encuentran en la actual zona de protección (aguas abajo desde el puente de Huasco Bajo), más las 40,604 ha que se encuentran en los suelos Misceláneos Aluvial entre el puente de Huasco Bajo y la localidad de Los Loros. Habría un segundo descuento de suelos que no presentan problemas de drenaje restringido, ubicados en terrazas altas o en laderas de cerros y ocupan una superficie de 43,366 ha.

A continuación se presenta un resumen de lo expuesto:

ÍTEM	Superficie (ha)
1.- Total Roles	897,806
2.- Zona Conservación	49,635
Actual	9,031
Proyectada	40,604
3.- Suelos Sin Problemas	43,366
Total Suelos con Mal Drenaje	804,805

Del cuadro anterior, se desprende que se estudiarán las soluciones técnicas para mejorar el drenaje limitado en 804,805 ha. Un descuento posterior podría ocurrir en el caso que existan terrenos imposibilitados de soluciones técnicas para mejorar el drenaje limitado.

En el Anexo 4.6 se presenta un listado de los roles comprendidos dentro del área de estudio, destacando para cada caso el nombre del propietario y el nombre, rol, superficie total y superficie según uso del suelo de cada propiedad.

El listado con los roles fue ordenado de menor a mayor según superficie total con el fin de poder realizar la estratificación predial.

4.2.2 Estratificación Predial

Se estableció una tipología para el universo de predios, en base a las características de tamaño de la explotación, nivel tecnológico y comercialización de la producción. Según la superficie total del predio, se establecieron cuatro estratos de tamaño, de acuerdo a los siguientes rangos:

Estrato 1	0,01 ha a 1,99 ha
Estrato 2	2,00 ha a 4,99 ha
Estrato 3	5,00 ha a 14,99 ha
Estrato 4	≥ 15,00 ha

Además de la superficie predial, para efectuar la estratificación y definir los rangos de superficie de cada grupo de predios, se tomaron en cuenta los siguientes criterios:

- Se estableció que cada estrato debe representar por lo menos un 10% del Universo Predial, de tal forma que su importancia como grupo sea relativamente homogéneo dentro del área de estudio. Sin embargo, la representatividad de cada Estrato se mantuvo entre un mínimo de 7,79% y un máximo de 38,96% del total de los predios, según se observa en el Cuadro N° 4.40 en el Estrato 4 y Estrato 1, respectivamente.

Se destaca que el valor inferior a 10% ocurre exclusivamente en el Estrato 4, se debe a que en el área de estudio existe un bajo número de predios con superficies mayores o iguales a 15 ha, los cuales al realizar el estudio en terreno, redistribución de predios en función a las superficies de mal drenaje y elección de predios a encuestar, finalmente determinaron un porcentaje cercano al 8%, valor igualmente representativo en términos estadísticos.

- Se consideró que cada Estrato mantiene un cierto nivel tecnológico similar, esto es, en el manejo de los suelos, en las técnicas aplicadas para la producción agropecuaria y en el sistema y nivel de comercialización, lo que va íntimamente ligado a la situación socioeconómica de cada grupo y que, finalmente, determina las diferentes alternativas de proyecto.

En el Cuadro N° 4.40 se presenta un resumen del número de predios identificados para el área de estudio, agrupados por estrato de tamaño.

Cuadro N° 4.40
Número y Porcentaje de Predios Totales y Encuestados
del Área de Estudio, Según Estrato de Tamaño

	Predios Totales (n°)	Porcentaje del Total (%)	Predios Encuestados (n°)	Porcentaje del Estrato (%)
Estrato 1	60	38,96%	10	16,67%
Estrato 2	53	34,42%	6	11,32%
Estrato 3	29	18,83%	13	44,83%
Estrato 4	12	7,79%	6	50,00%
Total	154	100,00%	35	22,73%
Predios de Referencia			10	

Fuente: Elaboración propia.

4.2.3 Selección de Predios Encuestados

Sobre la base de lo ofrecido para el desarrollo de la Consultoría, se estimó que una muestra equivalente al 10% del Universo Predial representaba un tamaño suficiente para efectos del análisis, sin embargo, con el fin de asegurar la evaluación y el cumplimiento de los objetivos trazados para el estudio, se obtuvo una muestra que representa el 22,73% de la población.

Este mismo criterio fue aplicado a la toma de muestras en cada Estrato. La distribución de muestras se presenta en el Cuadro N° 4.40.

Los predios encuestados fueron seleccionados al azar, sin embargo, en esta selección se consideró tomar roles con superficies pequeñas, medias y grandes dentro de cada estrato, de manera que cada grupo de predios quedara completamente representado por las propiedades encuestadas.

Finalmente, cabe destacar que durante el desarrollo de las encuestas, la metodología de trabajo consideró incorporar entre los entrevistados a un grupo de propietarios de tierras sin problemas de drenaje ya sea dentro o adyacentes al área de estudio. Esto, con el fin de tener una población testigo para compararla con los predios del área de estudio una vez establecido el programa de desarrollo.

De esta manera se escogieron al azar 10 predios para ser encuestados y a los cuales se les denominó *Predios de Referencia*.

4.2.4 Situación Actual del Área de Estudio a Partir de la Encuesta

La Situación Actual se define como la condición real que presenta el área de estudio y que se determina en función a lo informado por los agricultores al momento de la encuesta.

A partir de estos antecedentes, fue posible obtener alguna información general y específica relativa al tipo de tenencia (propietario, arrendatario, mediero, ocupante u otra), y al manejo agronómico con la finalidad de caracterizar técnica, productiva y económicamente al sistema de producción, además de establecer los tipos de explotación relevantes.

También fue posible obtener información respecto al grado de conocimiento de los agricultores sobre el proyecto, y las restricciones y expectativas de manejo que ellos enfrentan.

Todos los antecedentes de los predios involucrados dentro del área de estudio recogidos en terreno se presentan procesados en planilla en el Anexo 4.7 y su caracterización se detalla a continuación.

A modo de comparación y complementación de la información se muestra en el Anexo 4.8 los antecedentes procesados del Predios de referencia, grupo de predios que no presentan problemas de drenaje.

4.2.4.1 Caracterización General de los Aspectos Socioeconómicos, Administrativos y Productivos del Área de Estudio

A continuación se presenta la caracterización y análisis de los estratos de tamaño representativos, en los aspectos relativos a la superficie predial, estructura de la propiedad y características productivas y de comercialización.

La información a nivel de detalle se presenta en el Anexo 4.7, desagregada según estratos de tamaño y para cada uno de los roles encuestados.

a. Caracterización de la Superficie

De acuerdo a las divisiones por Estrato, en el Cuadro N° 4.41 se muestran las superficies totales y promedio para cada Estrato del Universo Predial y de los predios que fueron encuestados.

Según la información proporcionada por el Cuadro N° 4.41, la superficie total del área de estudio que involucra a los predios que presentan suelos con drenaje limitado, comprende una superficie total de 897,806 ha de las cuales el 89,64% tienen drenaje limitado y están fuera de la zona de conservación, es decir 804,805 ha, las cuales se establecen como base para el desarrollo del proyecto, situación que determina que 40,55% de esta superficie con mal drenaje (326,387 ha) fue incluida dentro de las encuestas realizadas, lo que significa un porcentaje de representatividad adecuado para la evaluación y diagnóstico de la Situación Actual.

A pesar de que dentro del Universo Predial el mayor número de predios se presenta en los dos primeros Estratos, 60 y 53 predios respectivamente, estos representan bajos porcentajes de la superficie total del sistema, 7,88% (70,773 ha) y 18,15% (162,952 ha), respectivamente. Mientras que sólo el Estrato 4 con 12 predios abarca el 48,22% de la superficie total del área de estudio.

Los suelos con drenaje deficiente se distribuyen en igual proporción, alrededor del 26% se concentra en la pequeña propiedad (Estratos 1 y 2).

En el Cuadro N° 4.41, se observa también que la muestra de predios seleccionada para la encuesta de caracterización representa el 40% del universo de predios que conforman el proyecto. La relación superficie predial versus número de predios indica que son pocos propietarios para grandes extensiones de terreno, en tanto que las divisiones sucesivas por herencia ha hecho crecer en número de propietarios de pequeñas extensiones.

En relación a la superficie promedio de cada Estrato entre el Universo Predial y los Predios Encuestados, se observa que estas son relativamente similares, lo que significaría que en relación al tamaño del predio existe una adecuada representatividad del sistema.

Cuadro N° 4.41
Superficie Predial Total y Promedio para el
Universo Predial y Predios Encuestados, Según Estrato de Tamaño

	Universo Predial					Predios Encuestados				
	Predios (n°)	Superficie Total (ha)	%	Superficie Drenaje Limitado (ha)	%	Predios (n°)	Superficie (ha)	%	Superficie Drenaje Limitado (ha)	%
Superficie Total										
Estrato 1	60	70,773	7,88 %	64,149	7,97 %	10	10,948	3,05 %	10,394	3,18 %
Estrato 2	53	162,952	18,15 %	141,900	17,63 %	6	19,580	5,45 %	16,751	5,13 %
Estrato 3	29	231,180	25,75 %	195,904	24,34 %	13	105,391	29,31 %	90,056	27,58 %
Estrato 4	12	432,901	48,22 %	402,852	50,06 %	6	223,597	62,19 %	209,386	64,11 %
Total	154	897,806	100 %	804,805	100 %	35	359,516	100 %	326,587	100 %
Superficie Promedio										
Estrato 1	60	1,179		1,069		10	1,095		1,039	
Estrato 2	53	3,074		2,677		6	3,263		2,792	
Estrato 3	29	7,970		6,755		13	8,107		6,927	
Estrato 4	12	35,330		33,571		6	37,266		34,898	
Total	154	5,830		5,226		35	10,272		9,331	

Fuente: Elaboración propia.

La superficie promedio de los predios encuestados desagregadas por aptitud de uso: arables, no arables, sin uso agrícola, indirectamente productivos, de riego y sin riego, se describen para cada uno de los Estratos en el Cuadro N° 4.42.

Cuadro N° 4.42
Superficie Promedio por Tipo para los
Predios Encuestados, Según Estrato de Tamaño (ha)

Superficie Promedio por Tipo (ha)	Estrato 1	%	Estrato 2	%	Estrato 3	%	Estrato 4	%
Superficie Total	1,095	100 %	3,263	100 %	8,107	100 %	37,266	100 %
Superficie Arable	0,998	91,15 %	1,923	58,92 %	4,566	56,32 %	27,294	73,24 %
Superficie No Arable	0,043	3,97 %	0,642	19,68 %	1,650	20,36 %	5,955	15,98 %
Superficie No Productiva	0,050	4,57 %	0,614	18,80 %	1,586	19,57 %	3,433	9,21 %
Superficie Ind. Productiva	0,003	0,31 %	0,085	2,60 %	0,304	3,75 %	0,583	1,57 %
Superficie Total	1,095	100 %	3,263	100 %	8,107	100 %	37,266	100 %
Superficie Drenaje Limitado	1,039	94,94 %	2,792	85,55 %	6,927	85,44 %	34,898	93,64 %
Superficie Buen Drenaje	0,046	4,20%	0,188	5,75 %	0,017	0,21 %	1,095	2,94 %
Zona Conservación	0,009	0,86 %	0,284	8,70 %	1,163	14,34 %	1,273	3,42 %
Superficie Total	1,095	100 %	3,263	100 %	8,107	100 %	37,266	100 %
Superficie de Riego	1,095	100 %	2,929	89,75 %	8,107	100 %	37,266	100 %
Superficie Sin riego	0,00	0,00 %	0,335	10,25 %	0,00	0,0 %	0,00	0,0 %

Fuente: Elaboración propia.

Nota: Las superficies corresponden a valores promedio por estrato, los cuales fueron traspasados al texto considerando solamente 3 decimales.

Otra clasificación de los suelos se muestra en el Cuadro N° 4.42. Aquí, la superficie arable se refiere a los suelos factibles de ser utilizados en agricultura y, en el caso de la encuesta, corresponden a los informados con algún cultivo o plantación. Porcentualmente, estos suelos ocupan el mayor porcentaje dentro de la superficie total de los predios, especialmente en los dos Estratos de menor superficie, desde un 56,32% respecto al promedio de superficie total del estrato correspondiente, como ocurre en el Estrato 3, hasta un máximo de 91,15% en el Estrato 1. En general, ocurre que los predios más pequeños tienden a maximizar el uso de sus tierras para lograr alcanzar la mayor cantidad de producción que les sea posible. Comparando entre Estratos, el 1 y 4 son los que presentan el mayor porcentaje de superficie de suelo disponible agrícolamente.

El suelo “no arable”, como criterio utilizado durante el desarrollo de la encuesta, se ha definido como el tipo de suelo que no es utilizado agrícolamente pero que podría ser ocupado para tal fin. Estos suelos representan valores desde 3,97% y 20,36% (Estratos 1 al 3, respectivamente).

Los suelos que no tienen ningún valor agrícola ni forestal, entran en la categoría de “no productivos” o “sin uso agrícola”. En los Estratos 2 y 3 alcanzan los mayores porcentajes dentro de la superficie promedio total del predio, valor que no supera el 19,57% en el último Estrato mencionado.

Dentro de la categoría de suelos “no productivos” esta comprendida una importante superficie de suelos con mal drenaje, sin embargo, gran parte de esta superficie igualmente es utilizada con plantaciones de olivos, con los que no se consiguen rendimientos óptimos pero sí factibles de otorgar algún nivel de ingresos al productor.

El suelo “indirectamente productivo” corresponde a la superficie destinada a caminos, viviendas o cualquier otra construcción que es aprovechada indirectamente para la producción agropecuaria. En base a esto, se ha detectado en el área de estudio que estas superficies no superan el 3,75% en relación a la superficie total promediada.

Finalmente, se destaca que dentro del área de estudio, en todos los Estratos predomina la superficie de suelo con riego y solamente en el Estrato 4 los suelos sin riego alcanzan mayores porcentajes promedio dentro de un predio, 43,6%, lo que ocurriría debido a que estas propiedades involucran extensas superficies de cerros que están consideradas dentro de la superficie total.

b. Características de la Propiedad

- Tenencia de la Tierra

La única forma de tenencia de la tierra corresponde a propietarios individuales o sucesión por herencia, según se presenta en el Cuadro N° 4.43.

Los propietarios registran dominio de propiedad vigente en el Conservador de Bienes Raíces. En efecto, el 100% de las propiedades del Estrato 2 y el 77% y 67% de las del Estrato 3 y 4 están inscritas, en tanto que las otras tienen calidad de sucesiones no legalizadas aún, según datos de la encuesta aplicada.

Cuadro N° 4.43
Tenencia de la Tierra por Estrato de Tamaño (%)

Condición Legal	Estrato 1	Estrato 2	Estrato 3	Estrato 4
Propietarios	90	100	76,92	66,67
Sucesiones	10	-	23,08	33,33

Fuente: Elaboración propia.

- **Infraestructura Predial**

La encuesta permitió identificar el tipo de infraestructura al interior de los predios como: casas, galpones, bodegas y oficinas, entre otros. Se reconocen inversiones en cercos, caminos interiores, drenes y tranques dentro del predio. La información se muestra en el Cuadro N° 4.44, donde se señala, además, la cantidad promedio de construcciones por predio para cada uno de los Estratos.

Cuadro N° 4.44
Infraestructura Predial por Estrato de Tamaño

Infraestructura Predial	Estrato 1	Estrato 2	Estrato 3	Estrato 4
Casa	20,00%	33,33%	69,23%	83,33%
Número	1,00	1,00	1,22	2,2
Bodega	30,00%	-	38,46%	66,67%
Número	1,33		4,60	1,00
Galpón	-	-	-	16,67%
Número				1,00
Oficina	-	-	-	16,67%
Número				1,00
Gallinero	10,00%	-	-	-
Número	1,00			
Cercos	90,00%	83,33%	84,62%	83,33%
Caminos Interiores	-	50,00%	76,92%	83,33%
Drenes Abiertos	30,00%	66,67%	84,62%	66,67%
Drenes Cerrados	10,00%	-	23,08%	33,33%

Fuente: Elaboración propia.

Según esta información, se puede decir que las casas y bodegas de almacenamiento son las infraestructuras prediales que mayormente se presentan en los predios del área de estudio. Las casas se presentan con más frecuencia en los roles de los Estratos más grandes, 3 y 4, siendo informadas por el 69,23% y 88,33% de los encuestados, mientras que en los Estratos 1 y 2, estos valores son del 20% y 33,33%.

En términos generales, la presencia de casas en un rol indicaría que hay gente habitando el lugar, ya sea los mismos propietarios o, como ocurre más frecuentemente en los roles de mayor superficie, los encargados o administradores del predio.

Se observa también que el número promedio de las casas por predio que caracterizan al área de estudio van de 1 a 2,2, aumento que va en proporción al tamaño predial. Esta situación se explicaría por la mayor capacidad socioeconómica que caracteriza a los grandes predios, donde sus propietarios, por lo general, destinan una casa como vivienda propia y el resto para que habite la familia de los trabajadores del predio, comúnmente, trabajadores permanentes.

Las bodegas también se destacan caracterizando la infraestructura predial del área, aunque los porcentajes informados van del 30% - 38,46% (Estrato 1 y 3) a 66,67% (Estrato 4). En el Estrato 2 no fueron informadas estas construcciones.

En general, considerando que la principal especie agrícola producida en la zona es el olivo, se justifica que la infraestructura que más se presente en el área de estudio sean las bodegas, la cual es más útil en términos productivos para almacenar herramientas y maquinarias de trabajo, así como para acopio de productos post-cosecha.

Los galpones y oficinas solamente se presentan en el Estrato más grande y en el 16,67 de los predios. Se deduce que la mayor capacidad empresarial y administrativa que tendrían estos predios conlleva a tener una mejor infraestructura predial acorde con el nivel de producción y comercialización.

Los gallineros son irrelevantes en Huasco Bajo, mientras que las divisiones prediales están bien estructuradas por cercos de alambres de púa en postes de madera. Los caminos interiores están en estrecha relación con la necesidad de desplazamiento y transporte de productos y han sido construidos y son mantenidos por los propietarios de los predios de mayor tamaño.

Los drenes tanto abiertos como cerrados son una característica común a todos los predios de la zona, evidenciando los problemas de drenaje que tienen los suelos y el grado de mejoramiento que los agricultores han desarrollado. Se cuenta con más drenes abiertos que cerrados y en el 67% de los predios grandes se evacua el agua en exceso.

En los materiales empleados para la construcción de los drenes también se encontraron diferencias entre los Estratos de tamaño. Solamente los predios grandes emplean PVC o piedra, que corrobora el nivel de inversión.

- ***Servicios Básicos***

Los servicios básicos evaluados en la encuesta corresponden a disponibilidad de agua potable, electricidad y línea telefónica al interior de las propiedades. Además, se evaluó dentro de este ítem si los agricultores cuentan o no con movilización propia.

En el Cuadro N° 4.45 se presenta la información resumida acerca de los servicios evaluados en la encuesta que están presentes a nivel predial en cada Estrato.

Cuadro N° 4.45
Servicios Básicos y Otros, Según Estrato de Tamaño (%)

Servicios (%)	Estrato 1	Estrato 2	Estrato 3	Estrato 4
Agua Potable	70,00%	33,33%	46,15%	66,67%
Energía Eléctrica	80,00%	33,33%	69,23%	66,67%
Línea Telefónica	10,00%	33,33%	23,08%	33,33%
Movilización Propia	40,00%	50,00%	53,85%	66,67%

Fuente: Elaboración propia.

La disponibilidad de los servicios básicos, energía eléctrica y agua potable, evaluados en la encuesta alcanza porcentajes hasta del 70% y 80% (Estrato 1), respectivamente. Solamente en el Estrato 2 se observa un menor abastecimiento de estos servicios ya que ambos fueron informados por el 33,33% de los predios. Dentro de estos dos servicios básicos, la diferencia se presenta en que la disponibilidad de energía eléctrica es mayor en relación al agua potable dentro de los Estratos 1, 3 y 4.

Respecto al servicio telefónico este se encuentra presente en el Estrato 2 y 4 en un 33,33% de los predios, mientras que en el Estrato 1 y 3 solamente alcanza al 10% y 23,08%, respectivamente.

Todos los Estratos presentaron más de un 40% de movilización propia, siendo el Estrato 4 quien muestra el mayor valor para este ítem (66,67%).

c. *Antecedentes Sociales*

- *Antecedentes Familiares*

En forma general, en la encuesta se evaluaron ciertas la características del grupo familiar, tales como constitución familiar, padres, hijos, parientes y allegados, número de personas y sus edades, con el fin de tener un mayor conocimiento respecto si la agricultura se desarrolla en base a sistemas de producción familiar, más empresarial, etc.

En el Cuadro N° 4.46 se presenta información de las personas, número y edades promedio de los padres que constituyen el grupo familiar y si estos viven o no en el predio.

Cuadro N° 4.46
Antecedentes Familiares Según Estrato de Tamaño (%)

	Estrato 1	Estrato 2	Estrato 3	Estrato 4
Predio habitado	30,00%	66,67%	46,15%	33,33%
Grupo Familiar				
Padre	30,00%	83,33%	69,23%	66,67%
Edad (años)	56,0	58,4	63,88	51,25
Madre	30,00%	66,67%	53,85%	50,00%
Edad (años)	53,0	54,4	60,71	49,67
Hijos	30,00%	75,00%	38,46%	100%
Número	3,33	4,00	3,33	2,67
Otros Parientes	-	-	15,38%	-
Número			s/i	

Fuente: Elaboración propia.
S/i: Sin información.

Se destaca que los porcentajes de los predios que se informan como habitados, en algunos casos es mayor que los predios que informaron tener casas en sus propiedades (Cuadro N° 4.44), situación que ocurre debido a que, según el criterio utilizado para hacer la encuesta, muchos agricultores que informan vivir en sus propiedades no necesariamente habitan el rol encuestado sino otro u otros roles adyacentes que también son parte de sus propiedades manejándolas juntas como una sola explotación.

Entre un 30% al 66,67% de los predios encuestados están habitados en los Estratos de tamaño 1 y 2, sin embargo las distancias en el Valle son relativamente cortas y la administración la ejercen los propietarios o personal contratado para la función.

Respecto al grupo familiar este se compone de padre, madre y de dos a cuatro hijos.

- **Educación del Grupo Familiar**

En el Cuadro N° 4.47 se muestran los antecedentes respecto al nivel de educación de los constituyentes del grupo familiar.

Cuadro N° 4.47
Nivel de Educación del Grupo Familiar, Según Estrato de Tamaño (%)

	Estrato 1	Estrato 2	Estrato 3	Estrato 4	
Padre	30,00%	83,33%	69,23%	66,67%	
	Técnico Completo	60,00%	33,33%		
	Técnico Incompleto	33,33%	11,11%		
	Medio Completo		22,22%	50,00%	
	Medio Incompleto	33,33%	22,22%		
	Básico Completo		20,00%		25,00%
Básico Incompleto	33,33%	20,00%		25,00%	
Madre	30,00%	66,67%	53,85%	50,00%	
	Universitario Completo	25,00%		66,67%	
	Medio Completo	33,33%	25,00%	42,86%	
	Medio Incompleto	33,33%	50,00%	28,57%	
	Básico Completo			14,29%	
Básico Incompleto			14,29%	33,33%	
Hijos	30,00%	75,00%	38,46%	100%	
	Universitario Completo	33,33%	33,33%	40,00%	
	Universitario Incompleto	33,33%	33,33%		33,33%
	Técnico Completo			60,00%	
	Técnico Incompleto			20,00%	33,33%
	Medio Completo	33,33%		60,00%	33,33%
	Medio Incompleto	66,67%	66,67%	40,00%	
	Básico Completo		33,33%		
Básico Incompleto	66,67%			66,67%	
Otros Parientes			15,38%		
	Medio Completo		50,00%		
	Técnico Incompleto		50,00%		

Fuente: Elaboración propia.

Nota: El porcentaje determinado para los diferentes niveles de educación esta calculado solamente en base a los que informaron.

En los casos en que la suma de los porcentajes en los ítem padre y madre es menor a 100% significa que existe falta de información por parte de los encuestados.

Según el Cuadro N° 4.47, dentro de las personas que informaron la presencia de “padres” en sus familias, se observa que el nivel de educación que alcanzan estas personas, que en promedio presentan entre 51 y 63 años de edad, es relativamente bajo. Ninguno de ellos informó haber asistido a cursos universitarios y los niveles de enseñanza técnica, completa e incompleta, no se informan o se observan en bajos porcentajes en todos los Estratos. Solamente se destaca un 60% de padres con nivel de educación técnica completa en el Estrato 2.

En relación a las madres, que promedian en edad alrededor de 54 años, se observa en términos generales un bajo nivel educacional, ya que la educación se concentra en los cursos de enseñanza media, al igual que los hombres. En este caso, también se destaca el Estrato 2 ya que un 25% de las “madres” informó tener cursos universitarios completos.

Respecto a los hijos, en comparación a los padres y madres, esta generación muestra un mayor porcentaje con gente dentro de la enseñanza media y universitaria completa en los cuatro Estratos.

En general, aunque existe una gran deficiencia educacional dentro del área de estudio, los datos informados muestran que, actualmente, la educación ha tenido un avance en relación a años anteriores debido a que un mayor número de niños y jóvenes han tenido acceso a ella.

d. Caracterización Técnico Productiva

Como se ha señalado en capítulos anteriores, el levantamiento de encuestas representativas del entorno en estudio, incluyó una serie de consultas de corte agronómico que han permitido caracterizar técnica y productivamente al sistema. Estos antecedentes se presentan en forma detallada en el Anexo 4.7.

Con la información procesada, a nivel de los cuatro Estratos de tamaño reconocidos, se caracteriza la situación agrícola del área de estudio, considerando los patrones productivos y los aspectos relacionados con el nivel tecnológico aplicados en la gestión.

El nivel tecnológico del sistema agropecuario se evaluó desde el punto de vista de la tracción, ya sea mecánica o animal, uso de pesticidas y uso de fertilizantes empleados en el proceso productivo.

- Estructura Productiva

La estructura productiva del área de estudio detalla las especies agrícolas y las superficies promedio y totales descritas por los agricultores.

La estructura productiva que se identificó en la zona de estudio es la siguiente:

Estrato 1	Olivo – Huerto familiar
Estrato 2	Olivo – Membrillero
Estrato 3	Olivo – Huerto familiar - Hortalizas
Estrato 4	Olivo

Esta información se muestra resumida por Estrato en los Cuadros N° 4.48 y N° 4.49. En el primero se muestra el porcentaje de predios que informan especies agrícolas, mientras que el

segundo muestra la superficie agrícola total y promedio por predio, además de las hectáreas totales de los predios encuestados y el valor porcentual respecto a la superficie total.

Cuadro N° 4.48
Porcentaje de Predios Agrícolas en el Área de Estudio, por Especie,
Según Estrato de Tamaño (%)

Especies Agrícolas y Silvícolas (%)	Estrato 1	Estrato 2	Estrato 3	Estrato 4
Cultivos y Hortalizas	10,00%		15,38%	
Chacras			50,00%	
Zapallo Guarda	100%			
Tomate	100%			
Coliflor			50,00%	
Acelga			50,00%	
Zanahoria			50,00%	
Frutales	100%	83,33%	92,31%	83,33%
Olivo	100%	100%	100%	100%
Membrillero		20,00%	8,33%	
Peral	10,00%			
Huerto Guindo	10,00%			
Forestales				16,67%
Eucalipto				100%

Fuente: Elaboración propia.

Nota: Los porcentajes determinados para cada especie están calculados en función de los agricultores que informaron tener cultivos y hortalizas, frutales y forestales, según corresponda.

Cuadro N° 4.49
Patrón Productivo Silvoagropecuario del Área de Estudio, Según Estrato de Tamaño

Especies Agrícolas y Silvícolas	Estrato 1		Estrato 2		Estrato 3		Estrato 4		Total Predios Encuestados	
	Superficie (ha)		Superficie (ha)		Superficie (ha)		Superficie (ha)		Superficie Total (ha)	%
	Total	Promedio	Total	Promedio	Total	Promedio	Total	Promedio		
Cultivos y Hortalizas										
Chacras					0,500	0,500			0,500	0,139%
Zapallo Guarda	0,012	0,012							0,012	0,0033%
Tomate	0,014	0,014							0,014	0,0039%
Coliflor					0,200	0,200			0,200	0,056%
Acelga					0,250	0,250			0,250	0,070%
Zanahoria					2,000	2,000			2,000	0,556%
Frutales										
Olivo	9,953	0,995	11,536	2,307	56,410	4,701	156,770	31,353	234,665	65,272%
Membrillero			(*)	(*)	(*)	(*)			(*)	(*)
Peral	(*)	(*)							(*)	(*)
Huerto Guindo	0,0016	0,0016							0,002	0,0004%
Forestales										
Eucalipto							7,000	7,000	7,000	1,947%
Total Sup. Arable	9,981		11,536		59,360		163,766		244,643	68,048%
Sup. No Arable	0,435		3,853		21,454		35,731		61,473	17,099%
Sup. No Productiva	0,500		3,682		20,623		20,600		45,405	12,629%
Sup. Ind. Productiva	0,034		0,509		3,954		3,500		7,997	2,224%
Superficie Total	10,950		19,580		105,391		223,597		359,518	100 %

Fuente: Elaboración propia.

(*): Superficie no informada en la encuesta debido a que involucra un número muy reducido de árboles que están entre hileras de plantaciones de olivos.

De acuerdo con la información del Cuadro N° 4.48, el olivo es la especie agrícola que predomina en toda el área de estudio. Esta especie se encuentra en todos los Estratos y en todos los predios que informaron producción de frutales, los cuales superan el 83,33% de los predios (Estrato 2) y alcanzan hasta el 100% (Estrato 1).

Otras especies frutícolas mencionadas (membrillero, peral y guindos), no son importantes dentro del área de estudio desde el punto de vista de la superficie plantada y del número de predios que los informaron, no mayor al 20%. Se destaca, además, que estas especies se encuentran, generalmente, entre las hileras de las plantaciones de olivos.

Respecto a los cultivos y hortalizas mencionadas en la encuesta realizada a los agricultores, este tipo de producciones no es de mayor importancia dentro del sistema productivo, ya que se mencionan solamente en los Estratos 1 y 3 y por el 10% y 16,67% de los predios, respectivamente. En el primer Estrato se mencionan producciones de zapallo de guarda y tomate, sin embargo, según se observa en el Cuadro N° 4.49, las superficies promedio por predio son iguales o menores a 0,014 ha por especie.

En el caso del Estrato 3, se informaron entre las hortalizas coliflor, acelga, zanahoria y chacras, caracterizadas por tener especies como melón, maíz y zapallo. Las superficies no superan las 0,5 ha promedio por predio, aunque el cultivo de zanahoria ocupa una superficie mayor o igual a 2,0 ha.

El rubro forestal solamente se menciona en el Estrato de mayor tamaño y por un 12,5% de los predios, lo que significa que tendría algún grado de importancia en los predios con grandes extensiones de terreno, aunque ocupando pequeñas superficies, que según fue informado, alcanzan a 7,0 ha promedio por predio (Cuadro N° 4.49).

Finalmente, el rubro ganadero no es mencionado por ninguno de los agricultores encuestados, por lo no formaría parte del sistema característico del área de estudio.

En el Cuadro N° 4.49, se destaca que del total de los predios encuestados, la superficie utilizada con plantaciones de olivos ocupa el 43,82% de la superficie total encuestada (974,11 ha), es decir, alrededor del 98% de toda la superficie que esta ocupada agrícolamente esta destinada a la producción de olivos, por lo que el sistema productivo del área de estudio queda caracterizado por las plantaciones frutales de esta especie.

- *Parámetros Técnicos*

Ya analizadas las especies agrícolas que se encuentran dentro del área de estudio, según lo informado en la encuesta de detalle, es posible hacer una descripción del nivel técnico que caracteriza a los sistemas productivos de la zona de estudio.

Para la descripción del nivel técnico se evaluaron los siguientes parámetros técnicos:

- Tipo de tracción utilizada para las labores agrícolas: manual, mecánica y/o animal
- Uso de fertilizantes y abonos
- Uso de pesticidas (insecticidas, herbicidas, etc.)
- Calidad de la semilla o plántula (certificada, corriente o de producción propia)
- Metodología de riego

En el Cuadro N° 4.50 se describen algunos de los parámetros técnicos mencionados para cada una de las especies informadas por los agricultores y para cada Estrato.

Se destaca que los valores porcentuales en cada especie y que indican el número de predios que informaron tales producciones, no coinciden con los valores mostrados en el Cuadro N° 4.48 debido a que en esta ocasión los porcentajes están calculados en base al número total de predios que conforman el Estrato y no en base a los que informaron el determinado rubro (frutales, cultivos y hortalizas y forestales), como se presentó anteriormente.

Aunque es posible caracterizar el manejo técnico realizado en las producciones agrícolas de la zona de estudio, se establece que existe un pequeño porcentaje de los encuestados que no respondieron completamente las preguntas realizadas en relación a este tema, por lo que en algunos casos, dentro de los Cuadros N° 4.50 y N° 4.51, los porcentajes informados de los parámetros técnicos evaluados dentro de cada especie son inferiores a 100%.

Cuadro N° 4.50
Parámetros Técnicos de la Producción Agrícola,
Según Estrato de Tamaño (%)

Parámetros Técnicos (%)		Estrato 1	Estrato 2	Estrato 3	Estrato 4
Olivo		100,00%	83,33%	92,31%	83,33%
Tracción	Mecánica	80,00%	80,00%	58,33%	80,00%
	Animal	10,00%	20,00%	-	-
	Manual	90,00%	80,00%	66,67%	100%
Uso de Fertilizantes		40,00%	80,00%	58,33%	100%
Uso de Pesticidas		30,00%	60,00%	41,67%	80,00%
Calidad de las plantas	Corriente	-	-	-	20,00%
	Propia	10,00%	20,00%	16,67%	80,00%
Acelga				7,69%	
Tracción	Mecánica			100%	
	Manual			100%	
Uso de Fertilizantes				100%	
Uso de Pesticidas				100%	
Calidad Semilla	Propia			100%	
Zanahoria				7,69%	
Tracción	Mecánica			100%	
	Manual			100%	
Uso de Fertilizantes				100%	
Uso de Pesticidas				100%	
Calidad Semilla	Propia			100%	
Coliflor				7,69%	
Tracción	Mecánica			100%	
	Manual			100%	
Uso de Fertilizantes				100%	
Uso de Pesticidas				100%	
Calidad Semilla	Propia			100%	
Zapallo Guarda		10,00%			
Tracción	Animal	100%			
	Manual	100%			
Uso de Fertilizantes		100%			
Calidad Semilla	Corriente	100%			
Tomate		10,00%			
Tracción	Animal	100%			
	Manual	100%			
Uso de Fertilizantes		100%			
Calidad Semilla	Corriente	100%			

Fuente: Elaboración propia.

Nota: Los porcentajes determinados para cada parámetro técnico están calculados en función a los agricultores que informaron producción de especies agrícolas, según corresponda.

Considerando que las plantaciones de olivos son las de mayor importancia dentro del sistema agrícola de la zona, interesaría conocer principalmente el manejo técnico que se les realiza.

Según el Cuadro N° 4.50, se indica que el uso de tracción mecánica para labores de los suelos alcanza entre el 80% (Estratos 1 y 2) y 85,71% (Estrato 4), excepto en el Estrato 3 que solamente se menciona en el 54,55% de los predios. En general, la tracción mecánica, durante los años de mantención de las plantaciones olivícolas, se refiere principalmente al trabajo de surqueadura de los suelos para mejorar el sistema de riego. Por otra parte, se utiliza también en la aradura y rastraje para la preparación de los suelos en las etapas de plantación.

Se observa el menor nivel tecnológico utilizado en los dos Estratos de menor tamaño, ya que mencionaron entre un 10% y 20% de uso de tracción animal en las labores agrícolas.

El trabajo realizado utilizando tracción “manual”, la cual se estima elevada dentro del área de estudio, entre 66,67% y 100%, se refiere principalmente a los trabajos de cosecha, poda, aplicación de pesticidas con bombas de espalda y aplicación de fertilizantes, entre otros. Para estas actividades es necesario el empleo de personas que las realicen directamente, razón por la que este tipo de tracción, según se ha clasificado en la encuesta, esta tan ampliamente difundida en la gran mayoría de los predios con plantaciones de olivos.

La aplicación de fertilizantes en olivos es utilizada en todos los Estratos entre el 40% en el Estrato 1 y el 80% - 85,71% en los Estratos 2 y 3, respectivamente. El uso de pesticidas, que por lo general son herbicidas, no se extiende tanto en comparación al uso de fertilizantes, ya que los pesticidas fueron mencionados entre el 30% (Estrato 1) y el 71,43% de los predios (Estrato 4).

Respecto a la calidad de las plantas, a pesar de la falta de información que existe por parte de los agricultores, principalmente en los tres primeros Estratos, se puede decir que la tendencia es a utilizar plantas propias para el replante durante los años de mantención. Solamente en el Estrato 4 se observa que un 14,29% de los predios utilizan plantas provenientes de la huertos de la zona.

En ninguno de los predios se informó el uso de plantas certificadas.

A excepción del Estrato 3, que muestra una leve baja en el nivel tecnológico utilizado en el manejo de los olivos respecto a los otros Estratos, se observa que existe una tendencia a una mejor tecnología a medida que aumenta la superficie predial, en función a los parámetros evaluados.

Respecto a los otros frutales mencionados en la encuesta, peral, membrillero y huerto de guindos, no se informaron manejos agronómicos. Sin embargo, se estima que en muchos de los casos mencionados, al encontrarse plantados entre las hileras de las plantas de olivos, recibirían el mismo manejo.

Siguiendo con la importancia relativa de las especies agrícolas que se encuentran dentro del área de estudio, las hortalizas, que son mencionadas por un pequeño porcentaje de predios, son manejadas de manera similar dentro de cada Estrato, observándose el menor nivel tecnológico en el Estrato 1 y el mejor en el Estrato 3.

Las diferencias de manejo entre cada Estrato se observa en que en el Estrato 1, donde se mencionan producciones de zapallo de guarda y tomate, se emplea tracción animal y no se utilizan pesticidas, mientras que en el Estrato 3, donde existen producciones de acelga, coliflor y zanahoria, se emplea tracción mecánica y sí se aplican pesticidas para mejorar los niveles de producción y lograr una mejor calidad del producto.

En el caso de las chacras, la preparación de suelos y labores de surqueaduras son realizadas a mano, considerando las bajas superficies trabajadas. Para ellas no se informó aplicación de fertilizantes ni pesticidas.

En relación a las metodologías de riego, que también indican el grado de tecnología utilizado en la producción agrícola, estas se mencionan porcentualmente en función de los predios informantes, para cada especies y Estrato, en el Cuadro N° 4.51.

Cuadro N° 4.51
Metodología de Riego por Especie Agrícola, Según Estrato de Tamaño

Metodologías de Riego (%)		Estrato 1	Estrato 2	Estrato 3	Estrato 4
Olivo					
Método de Riego	Tendido	100%	80,00%	46,15%	60,00%
	Surco		20,00%	46,15%	20,00%
	Taza				20,00%
Huerto de Guindo					
Método de Riego	Tendido	100%			
Chacra					
Método de Riego	Tendido			100%	
Zapallo Guarda					
Método de Riego	Surco	100%			
Tomate					
Método de Riego	Tendido	100%			

Fuente: Elaboración propia.

Nota: Los porcentajes determinados dentro de cada especie están calculados en función a los agricultores informantes.

En algunos casos la suma porcentual de los sistemas de riego dentro de cada especie es inferior a 100% debido a la falta de información por parte de los agricultores encuestados.

Los métodos de riego para los cultivos de acelga, coliflor y zanahoria no fueron informados por los agricultores.

Los sistemas de riego utilizados en cultivos de acelga, coliflor y zanahoria no fueron informados.

Según los sistemas de riego descritos por los encuestados, se puede establecer que dentro del área de estudio los que son utilizados son de baja tecnología. El riego por tendido es mayormente ocupado en gran parte de las especies agrícolas, incluyendo frutales y hortalizas.

El riego por surco también es utilizado en predios de los Estratos 2, 3 y 4, entre un 20% y 50% de los predios.

Acompañando los antecedentes técnicos entregados, a continuación se presenta en el Cuadro N° 4.52 los rendimientos informados por los agricultores para cada una de las especies, además de las épocas de siembra, plantación, replante y cosecha.

Cuadro N° 4.52
Rendimiento y Fechas de Siembra y Cosecha
de las Especies Agrícolas, Según Estrato de Tamaño

		Estrato 1	Estrato 2	Estrato 3	Estrato 4
Olivos		100,00 %	83,33%	92,31%	83,33%
Mes de Plantación/Replante	Todo el Año		20,00%	25,00%	20,00%
	Junio	10,00%		16,67%	
	Julio	10,00%		8,33%	
Mes de Cosecha	Abril		60,00%	33,33%	40,00%
	Mayo	10,00%	60,00%	41,67%	20,00%
	Junio	20,00%	60,00%	41,67%	20,00%
	Julio	70,00%	40,00%	33,33%	20,00%
	Agosto	80,00%	40,00%	33,33%	20,00%
	Septiembre	10,00%		16,67%	
Rendimiento (kg/ha)		5.723,78	6.968,12	4.279,21	5.115,07
Huerto de Guindo		10,00%			
Rendimiento (kg/ha)		2.750,00			
Zapallo Guarda		10,00%			
Mes de Siembra	Julio	100%			
Mes de Cosecha	Enero	100%			
Rendimiento (kg/ha)		10.000,00			
Tomate		10,00%			
Mes de Siembra	Julio	100%			
Mes de Cosecha	Enero	100%			
Rendimiento (kg/ha)		42.857			

Fuente: Elaboración propia.

Nota: Los porcentajes determinados para cada parámetro técnico están calculados en función a los agricultores que informaron producción de especies agrícolas, según corresponda.

Respecto a las chacras, coliflor, acelga y zanahoria, no fue posible tener información por parte de los encuestados acerca de los rendimientos y fechas de siembra y cosecha, así como del resto de los frutales mencionados a parte del olivo.

Según los datos obtenidos en terreno, los agricultores declararon rendimientos que no difieren significativamente entre Estratos. Estos van desde 4.077,27 kg/ha (Estratos 3) a 6.426 kg/ha (Estrato 2), concentrándose en un promedio para todos los predios olivícolas de la zona igual a 4.896,75 kg/ha.

En general, las plantaciones de olivos corresponden a replantes de un pequeño porcentaje de árboles por hectárea que reemplazan a los que se elimina, generalmente por vejez. Esta labor se realiza en cualquier época del año en algunos predios del Estrato 2, 3 y 4, mientras que en otros del Estrato 1 y 3 en los meses de Junio y Julio.

Las épocas de cosecha de las aceitunas se informaron desde el mes de Abril hasta el mes de Septiembre en la mayoría de los predios, distribuyéndose la cantidad cosechada casi homogéneamente entre los meses de Abril y Agosto. Se destaca que en el Estrato 1 las cosechas comienzan en el mes de Mayo y tienden a concentrarse en el mes de Agosto.

A pesar de la falta de información por parte de algunos agricultores, es posible saber que los rendimientos en guindos corresponden a 1.563 kg/ha, según lo estimado a partir de las encuestas.

En relación a las hortalizas, en el Estrato 1, las producciones de zapallo de guarda y tomate se siembran en Julio y se cosechan en el mes de Enero, alcanzando rendimientos promedio de 10.000 kg/ha y 42.857 kg/ha, respectivamente.

e. Características de la Comercialización

A partir de la información de terreno, fue posible captar las tendencias de comercialización del rubro agrícola. Esta información se presenta en el Cuadro N° 4.53.

Cabe mencionar que los porcentajes de “Destino. Venta” equivalen al promedio de los predios que informan cultivo. A su vez, los valores de “cantidad” equivalen al porcentaje de producto que se destina a venta dentro de los predios que informan vender. Los valores informados de precio y lugar de venta también son promedios calculados a partir de los predios que informan venta del producto.

Cuadro N° 4.53
Comercialización de Productos Agrícolas, Según Estrato de Tamaño

		Estrato 1	Estrato 2	Estrato 3	Estrato 4
Aceituna		100,00%	83,33%	92,31%	83,33
Destino (%)	Venta	100%	100%	100%	100%
	Cantidad (%)	96,90%	92,33%	90,83	96,00%
Comprador (%)	Comerciante	50,00%	80,00%	91,67%	80,00%
	Precio (\$/kg)	370,00	287,50	289,08	275,00
	Minorista	10,00%	20,00%	16,67%	
	Precio (\$/kg)	180,00	600,00	650,00	
	Agroindustria	20,00%	40,00%		20,00%
	Precio (\$/kg)	300,00	180,00		s/i
	Cooperativa	40,00%	-		
Lugar de venta (%)	Precio (\$/kg)	350,00			
	Predio	80,00%	80,00%	75,00%	100%
	Huasco	10,00%			
	La Serena			8,33%	
	Valparaíso		20,00%	8,33%	
Santiago	10,00%		8,33%		
Membrillo				7,69%	
Destino (%)	Venta			100%	
	Cantidad (%)			100%	
Comprador (%)	Comerciante			100%	
	Precio (\$/kg)			20,00	
Lugar de venta (%)	Predio			100%	
Guinda		10,00 %			
Destino (%)	Venta	100%			
	Cantidad (%)	s/i			
Comprador (%)	Comerciante	100%			
	Precio (\$/kg)	3.000,00			
Lugar de venta (%)	Predio	100%			
Hortalizas		10,00 %		7,69%	
Destino (%)	Venta	100%		100%	
	Cantidad (%)	100%		63,00%	
Comprador (%)	Comerciante	100%		100%	
Precios (\$/kg)	Acelga (\$/paquete)			100,00	
	Coliflor (\$/unidad)			60,00	
	Zanahoria			119,00	
	Zapallo Guarda	150,00			
	Tomate	250,00			
Lugar de venta (%)	Predio	50,00%			
	Huasco	50,00%			

Fuente: Elaboración propia.

S/i: Sin información.

Nota: Los porcentajes determinados dentro de cada especie están calculados en base a los agricultores informantes.

Dentro de las especies agrícolas informadas en la zona de estudio, el peral y las hortalizas de chacarería no son destinadas a la comercialización. Lo mismo ocurre con el membrillo producido en el Estrato 2, donde un 2% se destina a consumo familiar y el resto corresponde a pérdida en terreno (Anexo 4.7). Cabe considerar que las producciones en esas especies que no se venden son muy bajas y ocupan superficies muy pequeñas, por lo que en su mayoría se destinan al autoconsumo e insumo para siembra.

En el resumen que presenta el Cuadro N° 4.53 se muestran las hortalizas en conjunto considerando que el sistema de comercialización que las caracteriza es relativamente uniforme.

La comercialización de las aceitunas, principal producto del área de estudio, es destinada a la venta, considerando que el 100% de los predios que la producen la venden. Del total de las cantidades producidas se vende entre un 83% (Estrato 4) y 96,9% (Estrato 1).

Las aceitunas se venden principalmente para consumo, aunque existe un porcentaje que también lo destina a la elaboración de aceite, ya sea con variedades específicas para este fin o con variedades de uva de consumo que igualmente son utilizadas por algunos agricultores para elaborar aceite casero, el que también se destina a venta local en el mismo predio y a consumo interno.

La cadena de comercialización de la zona difiere según sea la venta a: comerciantes, minoristas, cooperativas y/o agroindustrias. El sistema que más se destaca dentro del área de estudio es el que involucra la venta a comerciantes quienes compran en el predio a un precio promedio por Estrato que va desde \$273/kg hasta \$287,5/kg.

El mercado de minoristas es importante en los Estratos más pequeños, aunque no es utilizado por más del 20% de los predios debido a las dificultades que significa vender directamente al consumidor. Los costos de flete y comercialización son considerados como los más limitantes. Sin embargo, los precios obtenidos a través de este sistema son por lo general más elevados, llegando hasta de \$650 por kilo de aceituna.

La venta a agroindustrias, ubicadas en diferentes ciudades, entre las que se mencionan: Santiago, la Serena, Huasco y Valparaíso, se presentan en los Estratos 1, 2 y 4 hasta por el 40% de los predios (Estrato 2).

Se destaca en el Estrato 1 que el 40% de los encuestados informó la venta de las aceitunas a través de una cooperativa, lo que significa que existe un sector que muestra un cierto grado de organización al actuar en forma conjunta. Al trabajar de esta manera se trabaja a mayor escala por lo que es posible obtener mejores precios, tanto para la compra de insumos como para la venta de los productos, lo que se traduce finalmente en un aumento en los niveles de ingresos para los pequeños productores.

Según esto, las ventajas de que los agricultores con predios de bajas superficies participen en una cooperativa se ven reflejadas en los precios de venta obtenidos, según aparece informado en el Cuadro N° 4.53, donde el precio promedio de venta de aceituna es de \$350 el kilo.

A pesar de la baja cantidad de membrillo y guindo producido, estos se venden en su totalidad a comerciantes de la zona que compran en los mismos predios. Estas cantidades transadas toman importancia solamente dentro de la economía familiar, ya que dentro del sistema productivo de la zona no alcanzan a ser significativas.

En el caso de las hortalizas, no se observan diferencias entre los sistemas de comercialización entre los Estratos 1 y 3 donde son mencionadas. En general, estas se venden en el predio o en la ciudad de Huasco a comerciantes que actúan como intermediarios en la cadena de comercialización.

En términos generales y de acuerdo a lo informado, existen problemas de comercialización de productos en el área de estudio, ya que, por ejemplo, el precio de la aceituna ha disminuido bastante en los últimos años. La introducción de aceituna de otras zonas ha competido fuertemente y ha hecho que la demanda en la zona haya disminuido. Finalmente, los ingresos se ven mermados debido a los problemas de mercado y más específicamente, al sistema de comercialización en que se encuentran insertos los productores.

f. Fuente Laboral

- Mano de Obra

A través de la encuesta se captó información referente al tipo y número de trabajadores contratados para realizar las labores agropecuarias del predio.

Dentro del tipo de trabajadores se describen los permanentes, es decir, que trabajan durante todo el año en el predio; los temporales, que se contratan sólo para realizar ciertas labores por un periodo determinado de tiempo, como por ejemplo, durante el período de cosecha, siembra, etc. y, finalmente, los de tipo familiar, que son los que trabajan en el predio y que forman parte del grupo de la familia del propietario o arrendatario del predio.

De acuerdo a lo anterior, se elaboró el Cuadro N° 4.54 con un resumen de esta información.

Cuadro N° 4.54
Tipo y Número de Trabajadores Agrícolas,
Según Estrato de Tamaño

Mano de Obra		Estrato 1	Estrato 2	Estrato 3	Estrato 4
Trabajadores Permanentes	% Predios informantes	-	33,33%	53,85%	100%
	Trabajadores (n°)		2,50	1,43	3,33
	Costo (\$/JH)		4.833,00	4.476,57	4.025,68
Trabajadores Temporales	% Predios informantes	80,00%	66,67%	76,92%	100%
	Trabajadores (n°)	1,88	4,00	11,20	28,67
	Tiempo (días/año)	27,75	72,00	65,70	80,00
	Costo (\$/JH)	4.733,38	7.500,00	6.040,00	7.083,33
Trabajadores Familiares	% Predios informantes	20,00%	16,67%	30,77%	33,33%
	Trabajadores (n°)	1,00	1,00	1,25	1,50
	Tiempo (días/año)	156,00	240,00	180,25	345,00
	Costo (\$/JH)	-	-	4.187,50	5.818,18

Fuente: Elaboración propia.

JH: Jornada hombre, equivalente a 8 horas de trabajo.

En términos generales, se observa una mayor capacidad productiva y económica de los predios más grandes, quienes son capaces de solventar un mayor número de trabajadores tanto permanentes como temporales para realizar los trabajos agrícolas. Además, la tendencia que se presenta a medida que se aumenta en superficie predial, es que la mano de obra familiar se considera dentro del costo de producción agrícola, lo que indicaría un mejor nivel de gestión y administración del sistema de producción.

Específicamente, la mano de obra de tipo permanente se informó en los tres Estratos de mayor tamaño predial y en aumento. Desde un 33,33% de los predios del Estrato 2 hasta un 87,5% de los predios del Estrato 4 indicaron contratar trabajadores permanentes, quienes desempeñan la función de administradores. El número promedio por predio de personas contratadas va desde 1,43 a 4,14, en los Estratos 3 y 5, respectivamente.

Los trabajadores temporales son contratados en gran parte de los predios del área de estudio, desde el 66,67% (Estrato 2) hasta el 100% (Estrato 4), personas que se hacen indispensables, principalmente, en las labores de cosecha y poda de olivos, entre otras actividades. El número promedio por predio de temporeros que trabajan, generalmente a trato, es relativamente similar entre los Estratos 2, 3 y 4, entre alrededor de 69 y 72 personas, mientras que en el Estrato 1 este número disminuye notablemente a, aproximadamente, un promedio de 27 personas por predio.

Los temporeros que trabajan en la agricultura de la zona de estudio son personas, hombres y mujeres, que provienen de sectores que están tanto dentro del área de estudio como aledaños a esta.

Respecto a los costos de la mano de obra permanente y temporal, se podría decir que existe una leve tendencia a ser mayor en el segundo caso. El costo promedio de todos los Estratos, estimado

a partir de lo informado por los agricultores, es de \$4.539 por persona por jornada de trabajo (8 horas), mientras que el costo por día de una persona que trabaja temporalmente promedia para todos los Estratos \$6.338.

El número de predios que informa mano de obra familiar para realizar trabajo en el campo no supera en cada Estrato el 33,33%. Sin embargo, se destaca que en los dos Estratos más grandes este tipo de trabajadores son parte del costo de producción agrícola, por lo tanto, en cierto modo equivaldrían a ser trabajadores contratados tanto técnicas como de gestión y administración, quedando al margen la existencia de mano de obra familiar, que se caracteriza, por lo general, en formar parte de sistemas de producción en predios con superficies pequeñas, con menor desarrollo productivo y de menor capacidad empresarial.

En resumen, la tendencia general del sistema productivo del área de estudio refleja una mejor capacidad para contratar mano de obra permanente en los Estratos de mayor tamaño, así como también mantener un mayor número de trabajadores temporales y por más tiempo, en comparación con los Estratos más pequeños, quienes por lo general utilizan mano de obra propia y familiar en las labores agrícolas.

- **Dedicación Laboral al Predio**

Con la finalidad de establecer el nivel de dedicación de los propietarios a las actividades agropecuarias, se evaluó el tiempo que los agricultores trabajan en el predio, en labores agrícolas. La evaluación se realizó considerando una dedicación de:

- Jornada completa
- Más de media jornada
- Media jornada
- Menos de media jornada

La información se presenta a continuación en el Cuadro N° 4.55.

Cuadro N° 4.55
Dedicación Laboral al Predio, Según Estrato de Tamaño (%)

Dedicación Laboral al Predio	Estrato 1	Estrato 2	Estrato 3	Estrato 4
Jornada completa	20,00%	33,33%	46,15%	66,67%
Más de media jornada			15,38%	16,67%
Media jornada		16,67%	30,77%	-
Menos de media jornada	70,00%	50,00%	7,69%	16,67%

Fuente: Elaboración propia.

Nota: La suma de los porcentajes informados en el Estrato 1 no suma 100% debido a la falta de información por parte de los agricultores encuestados.

En general, se observa que los predios de mayor tamaño tienden a dedicar más horas diarias al trabajo agrícola. Como se menciona en el Cuadro N° 4.55, porcentajes menores de predios con dedicación completa al trabajo del predio se presentan en los Estratos 1 y 2, 20% y 33,33%, respectivamente, mientras que en los Estratos 3 y 4 la mitad de los predios encuestados ocupan la jornada completa.

En los predios más pequeños, el mayor porcentaje de encuestados mencionó una dedicación laboral menor a media jornada. Hasta el 70% de los predios en el Estrato 1 se encuentran en esta situación. En estos predios, por lo general, existen otras fuentes laborales que complementan los ingresos aportando mayor seguridad económica al grupo familiar.

g. *Financiamiento del Sistema Agropecuario*

El capital de trabajo, operación e inversión, están evaluados según sea propio o prestado. El porcentaje de agricultores que informó obtener su capital a través de préstamos y/o por medios propios, se muestra en el Cuadro N° 4.56.

Se destaca que la suma de los valores porcentuales en cada Estrato es mayor al 100% debido a que no son complementarios, es decir, las personas pueden haber informado, por ejemplo, tener financiamiento propio y además de crédito, lo cual no determinaría una suma superior a 100% dentro de este ítem.

Cuadro N° 4.56
Capital para Trabajos Silvoagropecuarios, Según Estrato de Tamaño (%)

	Estrato 1	Estrato 2	Estrato 3	Estrato 4
Financiamiento Agrícola Anual	90,00%	83,33%	100%	83,33%
Propio	77,78%	40,00%	69,23%	60,00%
Crédito	22,22%	60,00%	38,46%	60,00%
Fuente	INDAP	100%	100%	60,00%
	Banco	-	-	40,00%
Monto (\$)	350.000	2.233.333	4.440.000	3.361.667
Plazo (meses)	9	40	24	40
Financiamiento de Inversiones	30,00%	66,67%	92,31%	66,67%
Propio	100%	100%	100%	100%

Fuente: Elaboración propia.

Nota: Los porcentajes determinados dentro de cada ítem están calculados en base a los agricultores informantes y no sobre el total de los agricultores que conforman todo el estrato.

La suma de los porcentajes de financiamiento propio y a través de crédito en algunos casos es inferior a 100% debido a la falta de información por parte de las personas encuestadas.

Según los datos del Cuadro N° 4.56 se observa que los agricultores utilizan recursos propios para financiar el sistema de producción agrícola del predio. Esto ocurre tanto para las actividades de

producción y comercialización como para obras de inversión intrapredial relacionadas con la agricultura, sistemas de drenaje, tranques, bodegas de almacenamiento, etc.

De las personas que informaron disponer de financiamiento agrícola anual, principalmente para compra de insumos (fertilizantes, abonos, etc) y pago de mano de obra, entre un 40% y un 77,78% proviene de los mismos propietarios, mientras que un porcentaje menor declara solicitar créditos (entre un 22,22% y 60%).

Dentro de las personas que informaron solicitar créditos para financiar gastos operacionales, un alto porcentaje lo hace a través de créditos INDAP, especialmente en los predios de menor superficie (Estratos 1 y 2), ya que en los más grandes existe un porcentaje entre un 40% y 100% de los predios que lo hace a través de bancos.

En este contexto, queda en evidencia una vez más que los predios de menor tamaño (Estrato 1 y 2) por lo general no solicitan créditos, y los que lo hacen los solicitan 100% a INDAP.

El Instituto Nacional de Desarrollo Agropecuario, INDAP, trabaja en toda el área de estudio prestando asesoría y capacitación a los agricultores, así como también entregando créditos para costear insumos y actividades directamente ligadas al proceso agrícola. Estos créditos son pagados al momento de las cosechas, cuando los agricultores reciben el retorno por las ventas.

En general, existe un bajo número de predios dentro de todo el sistema evaluado, que utiliza capital para inversión, lo que se debería a que la mayoría de los predios presentan plantaciones de olivo en que la inversión se realizó varios años atrás y, por otra parte, también a que existen casos en que el nivel tecnológico no está lo suficientemente desarrollado como para implementar otros sistemas de manejo agropecuario.

Actualmente, en los casos en que hay financiamiento para inversión agrícola, este corre por parte de los propietarios del predio y no se recurre a créditos.

h. Asistencia, Capacitación e Información Técnica

En el Cuadro N° 4.57 se muestra el nivel de asistencia e información técnica que reciben los agricultores de la zona estudiada en el sector de bajo Huasco, además de los grupos que entregan asistencia tecnológica a los agricultores.

Cuadro N° 4.57
Asistencia e Información Técnica, Según Estrato de Tamaño (%)

		Estrato 1	Estrato 2	Estrato 3	Estrato 4
Asistencia Técnica		10,00 %	50,00 %	53,85 %	50,00 %
	CONAF				33,33%
	CMP				33,33%
	INDAP	100%	33,33%	14,29%	
	INIA	100%	66,67%	85,71%	33,33%
	Costo (\$/año)	42.000	s/i		
	Particular				33,33%
	Costo (\$/año)				
Pertenece a Asociaciones		10,00 %	16,67 %	23,08 %	-
Asociación Olivicultores del Huasco		100%	100%	100%	
Lee Revistas y/o Ve Programas Técnicos		20,00 %	50,00 %	46,15 %	66,67 %
Nuestra Tierra		50,00%			
Sercotec			33,33%		
Folletos del INIA			100%	50,00%	
Folletos del FIA			33,33%		
Folletos de INDAP		50,00%			

Fuente: Elaboración propia.

S/i: Sin información.

Nota: En el Estrato 3 la suma de los porcentajes del ítem "Lee Revistas y/o Ve programas Técnicos" no alcanzan a 100% debido a la falta de información por parte de los agricultores.

Según el Cuadro N° 4.57, la asistencia técnica recibida por los predios aumenta a medida que el tamaño del predio es mayor, situación que se ve reflejada por el 10% de predios del Estrato 1 que informaron recibir asistencia técnica de organismos como INDAP e INIA y por el 50% a 62,5% de los predios de los otros tres Estratos que declararon recibir asistencia tecnológica por parte de INDAP e INIA (Estratos 2 y 3) y por entidades como CONAF, CMP y particulares (Estrato 4).

Se asume que el mayor grado de asistencia recibida en los Estratos más grandes se debe al mejor desarrollo tecnológico que estos predios tienen en razón de su mayor capacidad de producción y comercialización. Esto también se refleja en el tipo de asistencia entregada, ya que en el Estrato 4 se informó que un 40% de los predios reciben asistencia técnica de particulares, esto es de ingenieros agrónomos.

El nivel tecnológico de los predios, también se deduce a partir del grado de información que los agricultores tienen. Esta información se captó a través del nivel de lectura de revistas técnicas y de programas de televisión relacionados con el tema agropecuario.

A partir de lo anterior, es posible darse cuenta que el grado de información a través de revistas y programas televisivos es relativamente baja, porcentualmente similar al nivel de asistencia técnica recibida por los agricultores. La fuente de información técnica más utilizada por los agricultores, especialmente los del Estrato 2, corresponde a folletos del Instituto Nacional de

Investigación Agropecuaria, INIA, sin dejar de mencionar fuentes tales como folletos técnicos de INDAP, del FIA, de Nuestra Tierra y SERCOTEC.

Respecto a la participación de los agricultores en asociaciones del rubro agropecuario, se estima que es relativamente baja. Desde un 10% de predios en el Estrato 1 hasta un 25% en el Estrato 3 pertenecen a asociaciones. Se destaca que el 100% de los predios de todos los Estratos del área de estudio que informaron ser parte de asociaciones pertenecen a la Sociedad de Olivicultores de Huasco.

En general, los predios incluidos dentro del área de estudio presentan un bajo desarrollo técnico, especialmente en el Estrato 1, según todos los ítem evaluados: asistencia técnica, lectura de revistas técnicas y participación en asociaciones. La escasa participación en asociaciones limita fuertemente a los productores en los procesos de compra de insumos y comercialización de productos, así como también en la participación en proyectos agropecuarios y solicitud de créditos. Por otra parte, la baja lectura de revistas técnicas también perjudica el desarrollo del sector, limitando nuevas formas de manejo e información que mejorarían el proceso productivo, la elección de mercados y la comercialización.

4.2.4.2 Nivel de Compromiso con el Proyecto

La información, valorada como respuestas afirmativas con respecto al nivel de conocimiento de las obras de riego y al compromiso de los agricultores frente al proyecto “Estudio y Propuestas de Recuperación de Suelos con Mal Drenaje en el Sector Bajo del Huasco”, se presenta en forma resumida, para cada Estrato, en el Cuadro N° 4.58.

Cuadro N° 4.58
Nivel de Conocimiento y Compromiso con el Proyecto,
Según Estrato de Tamaño (%)

	Estrato 1	Estrato 2	Estrato 3	Estrato 4
Sabe que el Estado subsidia obras de riego y drenaje	80,00	66,67	84,62	33,33
Sabe que la obra debe ser financiada por los usuarios	30,00	16,67	69,23	33,33
Esta dispuesto a financiar la obra en estudio	70,00	50,00	69,23	66,67
Esta dispuesto a documentar su intención	70,00	33,33	69,23	66,67
Tiene interés en participar en un proyecto de riego y/o drenaje	80,00	100,00	84,62	83,33
Tiene interés en participar en proyectos de desarrollo tecnológico	50,00	83,33	84,62	66,67

Fuente: Elaboración propia

A partir de esta información se observa que un alto porcentaje de la población encuestada, mayor al 33,33% en el Estrato 4 y hasta 84,62% en el Estrato 3, sabe que el Estado subsidia obras de riego y drenaje. Sin embargo, un menor número de los encuestados, a excepción del Estrato de mayor tamaño, está en conocimiento de que estas obras deben ser financiadas por los usuarios.

Por otra parte, en relación al número de personas que saben de los beneficios otorgados por la Ley N°18.450 de Fomento de Riego y Drenaje, existe un número mayor de personas interesadas en participar en estos proyectos, entre 80% (Estrato 1) y 100% (Estrato 2), lo que indicaría la preocupación por los agricultores en mejorar sus sistemas productivos vía el mejoramiento del suelo.

Con respecto al porcentaje de agricultores dispuestos a financiar la obra en estudio y los que estarían dispuestos a documentar su intención, no se observan diferencias entre estratos. Estos porcentajes son menores a los que informaron tener interés en participar en proyectos de recuperación de suelos con mal drenaje. Se explica lo anterior, debido a que muchas personas expresan temor a comprometerse en proyectos que por una parte significarían un costo difícil de financiar por falta de recursos económicos y, por otra parte, por desconocimiento total de cómo funcionan y cómo se deben financiar estos proyectos estatales.

Finalmente, el interés en participar en proyectos de desarrollo tecnológico superan el 50% en los cuatro estratos, siendo mayor al 80% en los Estratos 2 y 3. Estos valores a nivel de Universo Predial son relativamente inferiores a los informados en el ítem de personas interesadas en participar en proyectos de riego y drenaje.

En general, para toda la información evaluada, se observa que no hay tendencias significativas entre las superficies prediales y los valores informados por Estrato.

4.2.4.3 Restricciones al Desarrollo

Las restricciones al desarrollo que se presentan en el Cuadro N° 4.59 corresponden a las informadas por los agricultores durante la realización de la encuesta. Ellos mencionaron los aspectos más relevantes que limitan o dificultan algún aspecto dentro del proceso productivo y comercialización de sus productos agropecuarios.

Cuadro N° 4.59
Restricciones al Desarrollo Agropecuario, Según Estrato de Tamaño (%)

Restricciones al Desarrollo	Estrato 1	Estrato 2	Estrato 3	Estrato 4
Falta de financiamiento	70,00	50,00	46,15	16,67
Falta de mercados	30,00	33,33	30,77	16,67
Bajos precios de venta	30,00	50,00	23,08	33,33
Suelos con mal drenaje	10,00	16,67	7,69	50,00
Problemas con el agua de riego	-	33,33	7,69	-
Falta asesoría técnica	10,00	-	7,69	-
Salinidad	-	-	7,69	-
Bajo nivel de educación	-	16,67	-	-
Contaminación de plagas agrícolas	10,00	-	-	-

Fuente: Elaboración propia

La información del Cuadro N° 4.59 deja en evidencia que los principales factores restrictivos se relacionan con aspectos de financiamiento y comercialización

La dificultad para conseguir financiamiento, la falta de mercados y los bajos precios que enfrenta actualmente el rubro agropecuario de la zona de estudio son considerados como los factores restrictivos más importantes.

En relación con lo anterior, se observó que los problemas descritos son más frecuentes en los predios de menor superficie, Estratos 1 y 2. Los problemas de financiamiento fueron informados hasta por el 70% de los encuestados en el Estrato 1 y el 50% en el Estrato 2. Este factor restrictivo apunta mayormente a los predios de menor superficie seguramente debido a que estos se relacionan con una menor capacidad empresarial, por lo que existe una mayor necesidad de acudir a préstamos para llevar a cabo los procesos productivos y realizar inversiones.

Conseguir financiamiento tiene un alto riesgo y muchos agricultores no clasifican como clientes en el sistema financiero, por condiciones que no son modificables por el proyecto.

En los Estratos 3 y 4 el financiamiento, como factor restrictivo del sistema, solamente alcanzó a ser comentado hasta por el 46,15% de los predios del Estrato 3 y por un 16,67% de los del Estrato 4.

En general, en todos los Estratos, los problemas de mercado y precios bajos son relativamente menores a los de financiamiento. Se estima que no existe una tendencia marcada entre estas limitantes y la superficie predial.

El “mercado”, como factor restrictivo, apunta al hecho de que en la zona no existe un poder comprador importante y que la demanda por aceitunas, el principal producto agrícola de la zona, ha disminuido significativamente en los últimos años. Las ventas se realizan en el predios a intermediarios. El factor “precios”, se refiere a los bajos precios de venta de las aceitunas.

Siguen en orden de importancia, los problemas de drenaje y salinidad de los suelos.

El mal drenaje tiene una importancia de 7,69% en los predios del Estrato 3 hasta el 50% de los predios del Estrato 4. Se estima, según los estudios de suelo realizados y las visitas a terreno al área de estudio, que a pesar de que pocos agricultores mencionaron el mal drenaje como factor limitante para la producción agropecuaria de la zona, estos suelos ocupan realmente un alto porcentaje dentro del Universo Predial. Según fue evaluado, un 87% del suelo de toda el área de estudio tiene problemas de drenaje (781,106 ha).

El bajo porcentaje de agricultores que informaron tener problemas de drenaje en comparación con la elevada cantidad de hectáreas que efectivamente tienen el problema, se explica por el desconocimiento de los requerimientos de drenaje para el normal desarrollo de raíces del olivo, no relacionando el problema de drenaje con la merma de producción y atribuyéndolo a otros factores.

Los factores limitantes mencionados, relativos a la falta y/o deficiencia en la educación formal, falta de asesoría técnica y problemas por contaminación de plagas agrícolas no son factores limitantes significativos dentro del sistema agropecuario del área de estudio y son mencionados por un máximo de 16,67% de los predios.

En resumen, los factores restrictivos de mayor importancia dentro del área de estudio son, comercialización, mercado, financiamiento y mal drenaje de los suelos, según la población encuestada.

4.2.4.4 Expectativas de Desarrollo Agrícola Frente al Proyecto

A través de la encuesta realizada en terreno se obtuvo información respecto a las expectativas de desarrollo agropecuario que los agricultores tienen a futuro. Estas expectativas fueron evaluadas frente a la situación “Con Proyecto”, es decir, frente a la posibilidad de un mejoramiento de estos suelos.

En base a esta información, junto con el análisis de la Situación Actual realizada a través de la encuesta y la información obtenida en terreno, será posible estimar las diferentes alternativas productivas que se desarrollarían en cada una de las dos situaciones (Actual y Con Proyecto) que serán propuestas y evaluadas en etapas posteriores del presente estudio.

En el Cuadro N° 4.60 se presentan los porcentajes obtenidos, para cada uno de los Estratos, respecto a las expectativas de desarrollo agrícola frente a la Situación Con Proyecto.

Cuadro N° 4.60
Expectativas de Desarrollo Agrícola Con Proyecto,
Según Estrato de Tamaño (%)

Expectativas	Estrato 1	Estrato 2	Estrato 3	Estrato 4
Sigue igual	70,00	-	15,38	-
Cambiar a cultivos	10,00	33,33	15,38	-
Aumentar producción de olivos	10,00	66,67	76,92	83,33
Plantar olivos	-	16,67	7,69	-
Plantar frutales	-	-	7,69	16,67
Mejorar la producción	10,00	-	-	-
Mejorar el suelo	-	33,33	-	-
Cambio según beneficios del proyecto	-	-	7,69	-
Cambio según precios	10,00	-	-	-

Fuente: Elaboración propia.

Nota: En algunos ítem la suma de los porcentajes por Estrato es inferior al 100%, debido a la falta de información por parte de las personas encuestadas.

Según este cuadro, en una Situación Con Proyecto, la tendencia general de los agricultores del área de estudio es de mantener los mismos sistemas de producción y manejo que actualmente presentan.

Las opciones de desarrollo informadas por los agricultores frente a una Situación Con Proyecto indican que un importante porcentaje de los encuestados muestran interés por modificar de una u otra manera su sistema actual de producción, especialmente en los tres Estratos de mayor tamaño.

Según los datos del Cuadro N° 4.60, se estima que la habilitación de los suelos mal drenados no llevaría a una variación en el tipo de especies agrícolas producidas en cada predio, pero sí lograría un aumento en la producción de las mismas especies principalmente en los Estratos 2, 3 y 4 y, en algunos casos, de acuerdo a lo informado por los agricultores, a un aumento de la superficie trabajada.

Un cambio de especies cultivadas también se observa en alguna medida en los tres primeros Estratos, entre el 10% y 33,33% de los predios.

También se observa en los Estratos 1 y 3, en un porcentaje de predios menor al 10%, la preocupación de las personas por el tipo de cambio que se produciría, es decir, la opción de realizar alguna modificación a sus actuales producciones en caso de proyecto de mejoramiento de los suelos, dependería totalmente de los beneficios y condiciones que involucre este proyecto y forma de financiamiento, así como también de factores externos tales como precios de venta de los productos, lo que permitirían financiar el compromiso adoptado.

En general y como se mencionó anteriormente, en una Situación Con Proyecto se mantienen los sistemas de producción y manejo actuales, principalmente enfocado a los olivos, pero hay una tendencia a aumentar su producción y superficie trabajada.

Finalmente, se observa que frente al Proyecto no existe una diferencia notable en el desarrollo agrícola futuro del predio respecto a la Situación Actual, pero sí hay una mayor expectativa de productividad en todos los Estratos.

4.2.4.5 Caracterización General de los Predios de Referencia

La caracterización de los predios que conforman el Predios de referencia esta enfocada en términos generales, lo cual significa exclusivamente tener una idea global de algunas diferencias y similitudes entre los sistemas productivos de los predios que conforman el área de estudio y que se caracterizan por tener suelos con drenaje limitado y los predios adyacentes al área de estudio que tienen suelos con buen drenaje.

Fueron encuestados un total de 10 predios ubicados fuera del área de estudio y sin problemas de drenaje. Estos fueron subdivididos, para fines comparativos, en Estratos considerando los mismos rangos de superficies definidos para los predios del Universo Predial. De esta manera, se obtuvo la siguiente distribución de predios:

- Estrato 2 1 predio
- Estrato 3 5 predios
- Estrato 4 4 predios

La caracterización detallada de cada uno de estos predios basada en la encuesta detallada, se muestra en el Anexo 4.7.

Se observa que en relación a las características sociales, de infraestructura y algunos de tipo administrativo y de producción los predios del Predios de referencia no muestran diferencias significativas respecto a los del área de estudio. Esto es, respecto a los ítem maquinarias e implementos, infraestructura predial, antecedentes familiares, gastos generales y costos indirectos, tiempo de dedicación al predio, apoyo financiero, fuerza de trabajo, etc.

Por otra parte, es posible destacar que en los predios del Predios de referencia, aunque no presentan una gran diversidad de especies agrícolas, sí fueron mencionadas algunas especies diferentes a las que se mencionaron en los predios del área de estudio. Entre estas se pueden mencionar producciones de hortalizas que utilizan mayor superficie (hasta 7 ha) tales como papa, poroto, arveja y melón. Además, praderas de alfalfa para venta de fardos e insumo para animales, ovinos y bovinos, que también fueron informados en estos predios.

Se destaca que en el predio de mayor tamaño dentro del Predios de referencia, la única producción mencionada fue de olivo, mientras que en los otros predios de mayor tamaño, las especies agrícolas y ganaderas que fueron anteriormente descritas generalmente forman parte de

un sistema productivo que incorpora la producción olivícola, por lo que esta especie frutal sigue siendo característica también dentro del Predios de referencia.

Se observa que entre los predios del área de estudio y los Predios de referencia no existen diferencias significativas en relación con los rendimientos de olivos, lo que se debería principalmente, según los datos de la encuesta y lo observado en terreno, a que, en general, los sistemas de producción y técnicas agrícolas empleadas para este frutal no están completamente desarrolladas dentro del sector bajo del Huasco.

4.3 Identificación y Caracterización de los Casos en Situación Actual

Con la finalidad de establecer un programa de desarrollo que sea monitoreable y evaluable por los organismos fiscalizadores, y considerando los resultados obtenidos en el análisis del sistema a nivel de Estrato, se contempla identificar los Casos, a los cuales se les pueda proyectar e implementar el programa de desarrollo.

En base a esto, para la evaluación económica se utilizarán *de aquí en adelante*, los datos informados en cada una de estas nuevas unidades productivas definidas como Casos, equivalente cada uno de ellos a un predio encuestado, y se han identificado en función de criterios de igualdad o similitud, de tal modo que el predio escogido sea aquel que más se acerque a la caracterización del estrato al cual pertenece.

De acuerdo a lo anterior, se establecen para el Caso los siguientes criterios de similitud:

- Que su rubro agropecuario y patrón agrícola, refleje lo más fielmente, el patrón agrícola del grupo de predios que representa.
- Que el nivel de tecnología y grado de comercialización utilizado durante el proceso productivo represente, también, al utilizado por el grupo de predios que representa.

En la determinación de los Casos se utilizó como criterio fundamental el tamaño predial, manteniendo como mínimo un Caso por Estrato, ya que se estima que la superficie de los predios determina de manera importante el nivel de producción agrícola, el nivel tecnológico utilizado en los procesos productivos y el grado de comercialización alcanzado. Según esto, aunque algunos Casos mantengan un esquema de patrón agrícola similar, las proyecciones futuras, en tecnología, asistencia técnica, asesoría, procesos productivos, frente a una situación futura, serían diferentes.

Según estos criterios, se determinó un total de 8 Casos a partir de los cuatro Estratos definidos anteriormente. La caracterización de cada uno de ellos se logró a través de la encuesta detallada realizada en terreno, por medio de la cual fue posible obtener información específica, especialmente dentro del ámbito agropecuario y sus procesos productivos. Las 8 encuestas detalladas que contienen toda esta información se encuentran en el Anexo 4.7 y se resumen en el Cuadro N° 4.61.

Cuadro N° 4.61
Matriz de Parámetros para Selección de Casos

Estrato por Superficie (ha)	Patrón de Cultivos	Nivel Tecnológico	Tipo de Agricultores	N° Predios	Estudio de Casos
0,01 a 0,99 ha	Frutales (olivos-huertos frutales)	Mala - Regular	1	10	1
2,00 a 4,99 ha	Frutales (olivos-membrillos)	Mala - Regular	2	6	2
5,00 a 14,99 ha	Frutales (olivos)	Mala - Regular	3	6	3
		Regular - Bueno	4	6	4
	Hortalizas	Regular	5	1	5
≥ 15,00 ha	Frutales (olivos)	Regular - Bueno	6	3	6
		Bueno	7	2	7
	Sin Cultivos	Sin Gestión	8	1	8

Fuente: Elaboración propia.

La caracterización general de cada uno de los Casos se describe a continuación, mientras que un resumen del patrón productivo y las superficies de los Casos se muestran en el Cuadro N° 4.62. Además, en el Cuadro N° 4.63 se muestra un resumen de la superficie total por especie de todos los Casos y su Expansión al Universo Predial.

Caso 1

Corresponde al Rol N° 143-14 de la propietaria Sra. Lidia Araya quien tiene una superficie total de 1,27 ha.

Este Caso representa a todos los predios del Estrato 1 caracterizando a una superficie predial que va entre 0,01 ha y 1,99 ha y al rubro frutícola, siendo el olivo la única especie producida.

Este predio se caracteriza por el bajo nivel tecnológico aplicado a la producción y el deficiente sistema de comercialización producto de la baja superficie predial, ya que la menor cantidad producida dificulta la obtención de insumos a menor costo por economías a escala y dificulta también los precios y sistemas de venta.

Cabe destacar que todos los predios de este estrato quedan caracterizados por el Caso 1 principalmente debido a la baja superficie predial que tienen, lo que los condiciona a tener las características productivas y de comercialización antes mencionadas.

La especie frutícola que se presenta en este caso es el olivo que ocupa toda la superficie predial (1,266 ha), a excepción de la superficie indirectamente productiva.

Caso 2

Este Caso equivale al Rol 141-7 de Don Gregorio Soria. Al igual que en el caso anterior, este Caso representa a todos los roles del Estrato 2, debido a que el sistema productivo y de gestión en todos ellos se estima similar en función a la tecnología aplicada en el proceso productivo y niveles de comercialización.

El Caso 2 se caracteriza por tener 2,38 ha plantadas con olivos, además de un pedazo de suelo indirectamente productivo de 0,5 ha ocupadas por la casa donde habitan el propietario y su familia.

La producción de olivos se destina 100% a venta a través de un sistema de comercialización donde participan comerciantes locales que compran en el predio e intermediarios que venden al consumidor final.

Caso 3

Como Caso 3 se seleccionó al Rol 146-11, propiedad de Don Gregorio González que cuenta con una superficie total de 7,32 ha, de las cuales solamente 3,5 ha las tiene plantadas con olivos. El resto de la superficie las tiene sin uso.

Este Caso representa a 6 predios del Estrato 3, los cuales se caracterizan por tener producciones solamente de olivos y un manejo relativamente deficiente, considerando, por ejemplo, que el manejo técnico no incluye el uso de fertilizantes ni pesticidas.

Caso 4

El Caso 4 equivale al Rol 141-6 de Don Francisco Javier Rojas G. Que también representa a algunos predios del Estrato 3, específicamente, a 5 roles.

Este Caso caracteriza a los predios olivícolas, igual que en el caso anterior, sin embargo la diferencia radica en que el manejo en este caso es mejor. Según los parámetros técnicos evaluados en la encuesta, el uso de fertilizantes y pesticidas, indicaría una diferencia importante en el manejo técnico y nivel capacidad financiera para poder realizar estas labores que finalmente se reflejan en los niveles de producción y rendimientos.

El Caso 4 tiene un total de 5,78 ha de las cuales 4,78 ha están ocupadas con olivos y 0,5 con chacras, hortalizas destinadas para consumo. A pesar de que este predio presenta producción de hortalizas, las pequeñas superficies utilizadas y el bajo nivel productivo que lo caracterizan no se consideran significativos en relación a la representatividad con los otros predios del Estrato, sin embargo, se estima que sí son representativas en relación al resto de predios de estas mismas características dentro del Universo Predial, según fue evaluado en terreno.

Caso 5

El Rol 102-27 fue seleccionado como Caso 5 debido a que es el único predio del Estrato 3 que presenta exclusivamente producción de hortalizas, las cuales toman importancia debido a la superficie utilizada, 2,45 ha, al nivel de producción y tecnología utilizada y por la comercialización de la producción.

Las especies producidas son: coliflor, acelga y zanahoria. El manejo técnico en todas ellas incluye el uso de tracción mecánica, aplicación de fertilizantes (urea y superfosfato triple), aplicación de herbicidas e insecticidas.

Caso 6

El Caso 6, equivalente el Rol 107-2, representa a predios del Estrato 4 que se caracterizan por tener pequeñas superficies plantadas con olivos, en comparación al resto de los predios del mismo Estrato. Las superficies trabajadas van desde 6,5 ha a 18 ha, siendo la superficie plantada del Caso 6 igual a 17,5 ha.

La superficie total de este Caso alcanza 26 ha, de las cuales 5 ha no son productivas y 0,5 ha son indirectamente productivas a través de la existencia de casas habitacionales, bodegas y caminos interiores.

Este predio se caracteriza por tener un mejor nivel productivo y empresarial en relación a los de los Estratos más pequeños, ya que por ejemplo en este se encuentra un buen número de maquinarias agrícolas propias, así como también sistemas de drenaje de tipo cerrado.

Caso 7

El Caso 7 corresponde al Rol 143-10, el cual sigue las mismas características en especie agrícola producida y nivel productivo, tecnológico y de comercialización que el Caso anterior, sin embargo, se diferencian debido a que las superficies trabajadas son mayores lo que indica un potencial distinto, principalmente, en términos de niveles de comercialización y economías a escala.

El Caso 7 seleccionado tiene una superficie con olivos de 71,5 ha, las que fluctúan entre 59,5 ha a 170 ha dentro de los 2 predios que representa del Estrato 4.

Caso 8

Este Caso corresponde al rol 102-1 de Don Juan Humberto Bruzzonne. Este predio, con un total de 29,426 ha de las cuales 28,982 tienen mal drenaje, se caracteriza por no tener producciones agrícolas de ningún tipo debido a que las condiciones del suelo limitan a la existencia exclusivamente de vegas.

En general, a partir del análisis de los datos entregados en las encuestas y del trabajo en terreno, se estima que todos los Casos representativos de todos los predios incluidos en el Universo Predial tienen aún muchos aspectos que mejorar, especialmente, los relacionados con el manejo

técnico de las plantaciones de olivos, mejoramiento del suelo, mayor aprovechamiento del suelo actualmente no trabajado, mejores sistemas y eficiencias de riego, uso adecuado en calidad y cantidad de pesticidas y fertilizantes y, finalmente, mejoramiento en los sistemas de comercialización y búsqueda de mejores mercados.

Se presenta en el Cuadro N° 4.64 información sobre los flujos de caja anuales de los ocho Casos, esto es, costos directos de producción, gastos indirectos y generales, ingresos brutos y margen bruto. La información se muestra en unidad de precio total por cada Caso, valores que fueron obtenidos a partir de la Evaluación Económica por lo que se presentan normalizados a partir de los datos informados en la encuesta con el fin de poder tener una idea comparable entre el cambio producido entre la Situación Actual (Año Cero) y la Situación Con Proyecto.

Cuadro N° 4.62
Estudio de Casos: Uso del Suelo y Estructura Productiva en la Situación Actual (Año Cero)

Superficies (ha)	Caso 1	Caso 2	Caso 3	Caso 4	Caso 5	Caso 6	Caso 7	Caso 8	Total Casos
	Rol 143-11	Rol 141-7	Rol 146-11	Rol 141-6	Rol 102-27	Rol 107-2	Rol 143-10	Rol 102-1	
	Estrato 1	Estrato 2	Estrato 3			Estrato 4			
Cultivos y Hortalizas									
Chacras				0,500					0,500
Coliflor					0,200				0,200
Acelga					0,250				0,250
Zanahoria					2,000				2,000
Frutales									
Olivo	1,264	2,020	3,500	4,780		17,500	71,500		100,564
Forestal									
Eucalipto								7,000	7,000
Superficie Arable	1,264	2,020	3,500	5,280	2,450	17,500	71,500	7,000	110,514
Sup. No Arable	0,000	0,000	3,631	0,000	7,892	4,244	2,667	21,426	39,860
Sup. No Productiva	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	5,000	6,000	0,000	11,000
Sup. Ind. Productiva	0,004	0,499	0,000	0,316	0,000	0,500	0,500	1,000	2,819
Superficie Total	1,268	2,519	7,131	5,596	10,342	27,244	80,667	29,426	164,193
Sup. Drenaje Limitado	1,199	2,519	7,131	5,596	10,342	23,981	79,845	28,982	159,595
Sup. Buen Drenaje	0,069	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,664	0,444	1,177
Sup. Zona Conservación	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	3,263	0,158	0,000	3,421
N° Predios representados	10	6	6	6	1	3	2	1	35

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro N° 4.63
Estructura Productiva y Proyección de Uso del Suelo en la Situación Actual Normalizada

Superficie (ha)	Superficie Total Casos (ha)	% de la Superficie Total Drenaje Limitado	Superficie Total Expandida Universo Predial (ha)
Cultivos y Hortalizas			
Chacra	0,500	0,313 %	7,847
Coliflor	0,200	0,125 %	0,392
Acelga	0,250	0,157 %	0,490
Zanahoria	2,000	1,253 %	3,919
Frutales			
Olivo	97,671	61,199 5	466,414
Superficie Arable			
Sup. Sin Uso Agrícola	49,341	30,917 %	239,808
Sup. Ind. Productiva	2,739	1,716 %	42,038
Sup. Drenaje Limitado	159,595	100 %	804,805

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro N° 4.64
Estudio de Casos: Flujo de Caja Anual para la Situación Actual (Año Cero) (\$/ Caso)

Flujo de Caja Anual (miles \$/ Caso)	Caso 1	Caso 2	Caso 3	Caso 4	Caso 5	Caso 6	Caso 7	Caso 8
	Rol 143-11	Rol 141-7	Rol 146-11	Rol 141-6	Rol 102-27	Rol 107-2	Rol 143-10	Rol 102-1
	Estrato 1	Estrato 2	Estrato 3			Estrato 4		
Costos Directos	912	1.541	3.379	4.816	1.600	16.534	75.966	88
Costos Indirectos	45	77	135	192	64	496	2.279	2
Ingreso Bruto	1.286	2.174	5.139	7.419	2.932	28.133	129.252	0
Margen Neto (miles \$ / caso)	328	555	1.625	2.410	1.267	11.102	51.006	(89)
Margen Neto (miles \$ / ha)	273	220	228	430	123	463	639	(3,1)

Fuente: Elaboración propia.

Nota: El cálculo de margen neto incluye otros costos de inversión no mencionados en el presente cuadro pero extraídos de los Flujos Agroeconómicos.

4.4 Mercados, Comercialización y Precios

4.4.1 Análisis de Precios

Con el fin de estandarizar los precios que intervienen en la evaluación de las alternativas de desarrollo, se incluye en el Anexo 5.3 el análisis de precios de insumos y productos, que requiere y genera el sector agropecuario. Se han considerado como fuentes de información ODEPA, MIDEPLAN, CIREN-CORFO, Banco Central, Fundación Chile y empresas distribuidoras de insumos y productos entre otras, más algunas fuentes de información directa, y provenientes de la zona, como plantas aceiteras y productores locales.

Todos los antecedentes se presentan sin I.V.A. y actualizados a moneda de Diciembre de 2001.

4.4.1.1 Precios a Valores Privados

Los precios privados son todos aquellos precios de mercado, que están siendo regulados por la oferta y demanda del producto.

- **Insumos Agrícolas**

Como parte del sistema productivo, el sector agrícola demanda una serie de insumos, como son semillas, agroquímicos, servicios de maquinaria y mano de obra, entre otros, los cuales van cambiando su precio, en función de las condiciones macroeconómicas en que se encuentra el país, su relación de cambio con el dólar y la demanda física del producto, entre otras.

A continuación se presentan algunos insumos agrícolas ocupados, o que se contempla se emplearán en el futuro, producto de aplicar el proyecto de desarrollo agropecuario que resultará del presente estudio.

- a. Plantas y Semillas**

En el Cuadro N° 4.65 se presenta el listado de precios informados, considerando las especies existentes en el área y aquellas más promisorias de integrarse al proyecto.

Cuadro N° 4.65
Precios de Semillas y Plantas (\$ a diciembre de 2001)

Producto	Unidad	Precio (\$ sin IVA)	Precio (\$ con IVA)
Semillas y plantas			
Acelga	kg	6.890	8.130
Ají	kg	22.400	26.432
Brócoli	kg	63.160	74.529
Cebolla	kg	35.000	41.300
Coliflor	kg	63.160	74.529
Espárrago (Coronas)	U	51	60
Lechuga	kg	24.512	28.924
Melón	kg	26.000	30.680
Pepino dulce	Estaca	125	148
Pepino ensalada	kg	21.200	25.016
Pimiento	kg	58.160	68.629
Repollo	100 g	512.160	604.349
Sandía	100 g	39.831	47.001
Tómate Invernadero	100 g	103.559	122.200
Tómate	kg	63.040	74.387
Zanahoria	kg	20.400	24.072
Zapallo	kg	11.200	13.216
Frutales			
Damasco	Unidad	1.870	2.207
Higuera	Unidad	1.200	1.416
Membrillero	Unidad	1.600	1.888
Olivo	Unidad	1.400	1.652
Forestales			
Eucalipto	Unidad	50	59

Fuente: Empresas distribuidoras de insumos y productos.

El gran número de empresas que ofrecen el producto, con diferentes precios y calidades, la constante renovación genética a que están afectas las especies de cultivo y la permanente introducción de nuevas variedades tendientes a mejorar la calidad del producto o mejorar las condiciones del transporte, permiten reconocer una variable independiente de la demanda, que grava sensiblemente el valor comercial del producto.

En este contexto, se estima conveniente emplear los precios presentados en los cuadros analizados, a diciembre de 2001, ya que representan el valor promedio observado para dicha fecha, entre las diferentes empresas proveedoras.

b. Agroquímicos y Fertilizantes

Los precios de los diferentes productos químicos, que regularmente se emplean en las actividades agrícolas, presentan fuertes fluctuaciones dependiendo de la fuente de información consultada, por lo cual, para la confección del presente análisis se ha privilegiado la consulta de todos los antecedentes a distintos distribuidores del área de estudio y base Santiago. Los precios de los fertilizantes y abonos foliares se presentan en el Cuadro N° 4.66, y los precios de los herbicidas, insecticidas y fungicidas se encuentran desagregados por tipo de agroquímico y se presentan en los Cuadros N° 4.67 al N° 4.69 respectivamente.

Cuadro N° 4.66
Precios de Fertilizantes (\$ a diciembre de 2001)

Producto	Unidad	Precio (\$ sin IVA)	Precio (\$ con IVA)
Muriato de Potasio	kg	144	170
Mezcla (N, P, K, Mg, Ca)	kg	131	155
Nitrato de Potasio	kg	235	277
Salitre Potásico	kg	161	190
Sulfato de Potasio	kg	239	282
Superfosfato Triple	kg	138	163
Ultrasol (Multipropósito)	kg	367	433
Urea	kg	137	162

Fuente: Empresas distribuidoras de insumos y productos.

Cuadro N° 4.67
Precios de Herbicidas (\$ a diciembre de 2001)

Producto	Unidad	Precio (\$ sin IVA)	Precio (\$ con IVA)
Afalon	kg	9.840	11.611
Gramoxone Súper	L	3.990	4.708
Herbadox	L	7.990	9.428
Karmex 50	L	30.565	36.067
Pantera	L	7.480	8.826
Pyramin DF	kg	22.385	26.414
Roundup	L	2.690	3.174
Sencor 480 SC	L	20.550	24.249
Tribunil 70% PM	kg	24.320	28.698

Fuente: Empresas distribuidoras de insumos y productos.

Cuadro N° 4.68
Precios de Insecticidas (\$ a diciembre de 2001)

Producto	Unidad	Precio (\$ sin IVA)	Precio (\$ con IVA)
Ambush 50 EC	L	41.700	49.206
Belmark EC	L	32.860	38.775
Citroliv Emulsible	L	569	671
Decis 5 EC	kg	34.000	40.120
Diazinon 600 EC	L	7.304	8.619
Dimetoato 40 EC	L	4.600	5.428
Dyfonate 10 g	kg	2.240	2.643
Furadan 10 G	kg	2.460	2.903
Gusathion M 35	kg	5.120	6.042
Karate	L	27.000	31.860
Lorsban 4 E	L	5.300	6.254
Monitor 600	L	5.350	6.313
MTD 600 SL	L	5.350	6.313
Neres 50	L	11.418	13.473
Orthene	kg	17.839	21.050
Parathion 1000 EC	L	4.000	4.720
Pirimor	kg	24.367	28.753
Rayo 50	L	16.235	19.157
Tamaron 600 SL	L	6.080	7.174
Thiodan 50 WP	kg	6.150	7.257

Fuente: Empresas distribuidoras de insumos y productos.

Cuadro N° 4.69
Precios de Fungicidas (\$ a diciembre de 2001)

Producto	Unidad	Precio (\$ sin IVA)	Precio (\$ con IVA)
Aliete	kg	18.180	21.452
Azufre Mojable	kg	631	745
Azufre Polvo	kg	130	153
Bayleton 25 WP	kg	30.866	36.422
Benlate	kg	9.980	11.776
Benomilo 500 WP	kg	9.980	11.776
Captan 80 WP	kg	6.000	7.080
Cuprodul	kg	3.950	4.661
Dithane M-45	kg	2.268	2.676
Mancozeb 80 WP	kg	3.482	4.109
Manzate	kg	3.482	4.109
Manzicarb	kg	3.630	4.283
Ridomil MZ 58 WP	kg	13.550	15.989

Fuente: Empresas distribuidoras de insumos y productos.

De igual modo, sólo se ha contemplado analizar aquellos productos empleados regularmente en la zona, y aquellos considerados en las alternativas de desarrollo agropecuario que se analizan.

Para efectos del análisis presente, que significa evaluar una rentabilidad futura, se contempla utilizar los valores estabilizados a diciembre de 2001.

c. Insumos para Infraestructura y Accesorios de Producción

Los precios de otros insumos, que regularmente se ocupan en las actividades agrícolas, como son la cosecha, embalaje y transporte de la producción, entre otras, se detallan en el Cuadro N° 4.70. Todos estos productos han sido considerados en las alternativas de desarrollo agropecuario que se analizan.

Además, en el Cuadro anteriormente señalado se han incorporado valores globales de infraestructura como riego tecnificado y sistemas de drenaje.

Cuadro N° 4.70
Precios de Insumos para Infraestructura y Accesorios de Producción
(\$ a diciembre de 2001)

Producto	Unidad	Precio (\$ sin IVA)	Precio (\$ con IVA)
Amarras plásticas	kg	1.674	1.975
Amarras de totora	Paquetes	80	94
Caja cosechera (20 kg)	Unidad	850	1.003
Cajas	Unidad	250	295
Canasto cosechero aceitunas	Unidad	5.000	5.900
Coligües 2.4	Unidad	12	14
Colmenas	Unidad	5.000	5.900
Envase 200 L (aceitunas)	Unidad	15.000	17.700
Envase 300 g huesillo	Unidad	6	7
Estacas	Unidad	127	150
Estanque 3000 kg	Unidad	300.000	354.000
Estructura Invernadero	Costo/ha	8.114.483	9.575.090
Grapas (1*12)	kg	489	577
Malla protectoras	Unidad	50	59
Mallas 20 kg	Fardo	49.115	57.956
Mülch	kg	492	581
Plástico invernadero	kg	1.586	1.871
Postes	Unidad	264	312
Riego Cintas Invernaderos	Unidad	1.150.000	1.357.000
Riego Californiano	Unidad	589.820	695.988
Riego Goteo	Unidad	2.087.320	2.463.038
Sal	kg	100	118
Tutores	Unidad	220	260
Drenaje Pequeños	Unidad	839.401	990.493
Drenaje Medianos	Unidad	810.870	956.827
Drenaje Grandes	Unidad	989.982	1.168.179

Fuente: Empresas distribuidoras de insumos y productos.

d. Mano de Obra

En situación con proyecto la mano de obra calificada se ha considerado en asesorías profesionales. La mano de obra semi-calificada se utiliza en labores especializadas como riego, en labores relacionadas con la cosecha, y en labores que sean pagadas a trato (raleo, poda, etc.). Finalmente, la mano de obra no calificada se destinó para el resto de las labores.

Dentro de un contexto zonal, es decir, limitándose al área del proyecto y localidades cercanas a éste, se ha determinado que el valor de la jornada (8 horas) hombre, para los distintos niveles de especialización de mano de obra son los siguientes:

- Mano de Obra no Calificada : \$5.000 / jornada
- Mano de Obra Semi-Calificada : \$6.000 / jornada
- Mano de Obra Calificada : \$7.500 / jornada

e. Maquinaria

Se ha reconocido que el sector no presenta en general, una gran diversificación de maquinaria. Para valorar el uso de maquinaria, se ha considerado que esta se arrienda a un valor que varía según sea el tipo de maquinaria empleada como se observa en el Cuadro N° 4.71.

Cuadro N° 4.71
Precios de Maquinaria (\$ a diciembre de 2001)

Item	Unidad	Contrato o Arriendo / jornada
Tiro Animal	JA	10.000
Tractor + Arado	JM	70.000
Tractor + Otros Implementos	JM	60.000
Pulverizadora manual	JB	20.000
Sembradora	JM	70.000
Subsolado	JM	100.000
Tractor + nebulizador	JM	72.000
Flete Transporte	Kg	10

Fuente: Información local y empresas de arriendo de maquinaria de la III Región.

JA: Jornada animal.

JM: Jornada Máquina.

• Productos Agrícolas

Los precios proyectados dentro del sistema productivo, están referidos a los productos que fueron informados por los agricultores, así como también los productos que presentan buenas expectativas productivas y económicas dentro del sector y que se podrán implementar a futuro.

La determinación de precios pecuarios y agrícolas que se utilizarán para la proyección del presente estudio, tienen como fuente de información la estadística de precios agropecuarios informados por ODEPA, en base a los mercados mayoristas de Santiago y sin IVA, así como también, los precios regionales recopilados en terreno. Entre estos últimos cabe señalar a los productores y compradores primarios y además la recopilación mensual publicada por el SIPRE. Todos los antecedentes, consideran como mes referencial, diciembre de 2001.

Por otra parte, los precios de exportación de productos agrícolas tienen como base principal, las estadísticas proporcionadas por el Banco Central y ODEPA.

Cabe señalar que la determinación de los precios de venta y los destinos de cada producto agrícola, se explica en detalle en el desarrollo del informe.

4.4.1.2 Precios a Valores Sociales

Con el fin de evaluar socialmente el proyecto en curso, se ha considerado emplear los criterios dados por MIDEPLAN y que se encuentran válidos a la fecha, para premiar o castigar el uso de divisas, y los factores de premio o castigo al uso de mano de obra.

Estos factores afectan a los insumos de la agricultura y a la mano de obra empleada en forma discriminatoria, por lo cual a continuación se presentan desagregados por ítem.

Todos estos factores han sido aplicados sobre los precios privados observados, reconociéndose simultáneamente, la rentabilidad privada y social del proyecto.

- **Precio social de la mano de obra**

Se considera como precio social del trabajo, el costo marginal en que incurre la sociedad por emplear un trabajador adicional de cierta calificación.

Para uniformar criterios respecto de la calificación de la mano de obra, se entiende por:

Mano de obra calificada: son aquellos trabajadores que desempeñan actividades cuya ejecución requiere estudios previos o vasta experiencia, por ejemplo profesionales, técnicos u obreros especializados.

Mano de obra semi-calificada: aquellos trabajadores que desempeñan actividades para las cuales no se requieren estudios previos y que, teniendo experiencia, ésta no es suficiente para ser considerados como calificados.

Mano de obra no calificada: aquellos trabajadores que desempeñan actividades cuya ejecución no requiere de estudios ni experiencia previa, por ejemplo, jornaleros, cargadores o personas sin oficio definido.

El costo social de la mano de obra se obtiene a partir de la siguiente fórmula:

$$PS = F * PP$$

PS = Precio social de la mano de obra
F = Factor de corrección
PP = Precio privado de la mano de obra

Los factores de corrección (F) son definidos por MIDEPLAN y corresponden a:

- Mano de obra calificada = 1,00
- Mano de obra semi-calificada = 0,65
- Mano de obra no calificada = 0,85

El factor 1,00 de la mano de obra calificada, indica que su precio de mercado refleja el precio social; por lo tanto, no corresponde hacer ajustes para esta categoría.

Los precios sociales para la mano de obra fueron calculados por MIDEPLAN para algunas regiones de las macrozonas norte, centro, sur y la Región Metropolitana. No obstante, no se encontraron diferencias significativas para el caso de la mano de obra semi-calificada, por lo que se usa un valor único en el país. De igual forma, para la mano de obra no calificada, se considera un valor único en todo el país.

• Precio social de la divisa

La discrepancia entre el costo social de la divisa y el costo privado se origina si la economía valora una divisa adicional en más o menos de lo que efectivamente le cuesta en términos de recursos productivos. La causa de esta discrepancia es la existencia de distorsiones en la economía, especialmente en los sectores de bienes y servicios transables internacionalmente (aranceles y/o subsidios).

El tipo de cambio social (TCs), o precio social de la divisa, deberá calcularse sobre la base del tipo de cambio del dólar acuerdo del Banco Central (TC of), correspondiente al último día del mes de diciembre del año anterior al año en curso.

La fórmula para el cálculo del precio social de la divisa es:

$$TCs = F * TC of$$

F = factor de ajuste (1,06).

El factor es muy cercano a 1,0 debido a la apertura de nuestra economía y al bajo nivel de las distorsiones actualmente existentes en el comercio exterior. En la determinación de este factor, influye de manera determinante el arancel a las importaciones, el cual se ha mantenido en 11%.

En el Cuadro N° 4.72 se presenta un resumen de los índices de MIDEPLAN para las distintas instancias, y los valores asociados a las labores agrícolas.

Cuadro N° 4.72
Índices de MIDEPLAN

Item	Indice MIDEPLAN
Mano de Obra	
No Calificada	0,850
Semi Calificada	0,650
Calificada	1,000
Maquinaria	1,042
Tiro Animal	0,750
Insumos	
Importados	1,060
Nacionales	1,000

Fuente: MIDEPLAN.

- **Productos Exportables**

El pago a las exportaciones se realiza en dólares, por lo que todo producto que ingrese divisas al país es incrementado en la evaluación social, multiplicando su ingreso por un factor de 1,06 (MIDEPLAN). Socialmente están afectas a este incremento todas las frutas y hortalizas de exportación.

- **Productos Mercado Interno**

Todos los productos con destino a los mercados internos, no serán afectados por el castigo al consumo de divisas, por lo que se considera un factor igual a 1.

- **Insumos Exportables**

Para el proyecto en estudio, estos insumos se han considerado equivalentes a los distribuidos nacionalmente y que corresponden a Salitre Sódico, Salitre potásico, Azufre, Mezcla SQMC, Mezcla NPK, Sulfato de Potasio y Muriato de potasio.

SOQUIMICH, productora de algunos de estos insumos, actúa como un monopolio controlado por el estado y dado que no se conocen los volúmenes exportados y las proyecciones futuras de exportación, se emplearán con fines de la presente evaluación, una relación igual a 1,0 como factor social.

- **Insumos Importables**

La mayor parte de los insumos que emplea la agricultura actual, proviene del extranjero, por lo cual se le debe castigar por el uso de divisas. El factor de castigo corresponde a 1,06 (MIDEPLAN), y los insumos afectados son:

Fertilizantes: Urea, superfosfato triple, fosfato de amonio. Todos son en un 100% importados, por lo que su precio social se ve afectado por un castigo de 1,06 sobre su precio privado.

Pesticidas: Se ha considerado que los pesticidas tienen, en promedio, un 85% de componente importado, por lo que se ha estimado un precio social igual a 1,06 de su precio privado.

- **Maquinaria**

Se ha considerado que un 70% de los insumos que ocupa la maquinaria agrícola, corresponde a componentes importados (combustibles, lubricantes, repuestos, etc.), lo cual afecta el valor final de transacción en el arriendo de maquinaria. Por esta razón los precios de arriendo, deberán ser multiplicados por un factor de 1,042 el cual corresponde al castigo por uso de divisa, en la evaluación social.

- **Sistemas de Riego**

Se ha asignado a los sistemas de riego propuestos en este proyecto, Riego Localizado de Alta Frecuencia (goteo) y riego por aspersión, un factor de 1,0 en la evaluación social, esto debido que los componentes utilizados en ellos son nacionales.

- **Flete de Materiales e Insumos**

El valor del flete de materiales e insumos para la producción, se obtuvo de acuerdo a lo informado en el área de proyecto, luego de consultas a transportistas y a los propios agricultores. Finalmente, se adoptó un valor de \$10/kg de insumo transportado.

Cabe señalar que para todos los rubros considerados en el proyecto, se adoptó el mismo valor de flete, debido a que las distancias que deben recorrer para la compra de insumos y materiales, son relativamente similares y además los puntos de abastecimiento de éstos, son comunes para toda el área de proyecto. Los insumos destinados a la gestión agrícola son generalmente obtenidos en Vallenar.

Se ha considerado que un 70% de los insumos que utiliza la maquinaria destinada para flete son componentes importados (combustibles, repuestos otros), por esto se ha utilizado el valor 1,042 como factor de índice social.

- **Mano de Obra**

Con el fin de incentivar el uso de la mano de obra no calificada y semi calificada, existen factores dados por MIDEPLAN que premian el uso de ésta en la evaluación social como se señaló anteriormente.

4.4.2 Análisis de Mercados

4.4.2.1 Mercado Olivícola

El olivo presenta a nivel nacional una superficie de 4.491,7 ha, distribuidas entre las regiones I y IX, concentrándose la mayor superficie entre las regiones I y III con 66,9% del total nacional.

En la III Región, es la principal especie cultivada en la zona baja del río Huasco, concentrándose entre las comunas de Huasco y Freirina y en menor importancia en el valle del río Copiapó. Dichas plantaciones representan el mayor porcentaje de superficie olivícola a nivel nacional, con aproximadamente el 39,6% de la superficie total, con un 80,4% de la superficie en producción (Censo Nacional Agropecuario, 1997). En el Cuadro N° 4.73, se presenta la distribución de la superficie de olivos por región y total país con los respectivos porcentajes que se encuentran en producción.

La I Región, le sigue en importancia a la III, con un 27,2%, principalmente con variedades como la aceituna de Azapa y un porcentaje de huertos en producción equivalente al 95,7% de la superficie de olivos a nivel regional.

Cuadro N° 4.73
Superficie de Olivos por Región y Total País

Regiones	Superficie (ha)	Porcentaje Regional	Porcentaje en Producción
I	1.223,6	27,2%	95,7%
II	1,0	0,02%	0,0%
III	1.779,4	39,6%	80,4%
IV	270,6	6,0%	96,9%
V	387,9	8,6%	83,8%
RM	356,5	7,9%	53,5%
VI	258,0	5,7%	95,9%
VII	128,6	2,9%	86,4%
VIII	70,3	1,6%	79,5%
IX	15,8	0,4%	1,9%
Total	4.491,7	100,0%	-

Fuente: Censo Nacional Agropecuario, 1997.

La característica común de la mayor parte de los huertos de olivos en el país, es que se trata como un cultivo tradicional de carácter extensivo, con baja productividad oscilante entre año y año (añerismo) desarrollado en áreas con limitada disponibilidad hídrica y suelos marginales. Lo anterior obedece a las características intrínsecas del olivo, el cual es una especie rústica que se adapta a condiciones edafoclimáticas donde otras especies frutales y hortícolas no logran establecerse.

Las principales variedades de olivos presentes en el país, son la variedad Azapa en la I Región y la variedad Sevillana en el resto de las regiones, ambas corresponden a variedades de aceitunas de mesa.

Con el fin de apoyar el desarrollo y modernización de la olivicultura en Chile, desde 1995 el se está llevando a cabo el “Programa de Desarrollo para la Olivicultura Nacional” puesto en marcha por el Ministerio de Agricultura. La función de este Programa ha sido promover el desarrollo olivícola y coordinar a nivel ministerial acciones que permitan aprovechar las capacidades institucionales y el instrumental de fomento disponible en el país.

La articulación y responsabilidad de esta iniciativa fueron asignadas a la Fundación para la Innovación Agraria (FIA) que cuenta con la participación y apoyo de todos los organismos dependientes del Ministerio de Agricultura, especialmente el SAG, INDAP, ODEPA, INIA y las SEREMI de Agricultura.

- **Aceituna de mesa**

La producción de aceitunas presenta una tendencia cíclica bianual, debido al añerismo característico de esta especie, fluctuando entre 6.000 y 10.000 toneladas por hectárea. Como se señaló anteriormente, esta es una característica común de los huertos de olivos de la zona de Huasco, sin embargo, por la forma de comercialización de la aceituna que es vendida mayoritariamente en salmuera, permite un cierto período de almacenaje para posteriormente vender al momento en que exista un mejor precio o distribuir los volúmenes comercializados de manera de no saturar el mercado.

Principalmente, la aceituna de mesa se destina al mercado nacional a través de una red de comercialización muy extensa lo que hace que los precios a productor sean en promedio, más de un 50% inferiores al precio de comercialización final a consumidor. Por otra parte, el mercado de exportación se encuentra muy poco desarrollado, con volúmenes de venta variables destinados principalmente al mercado sudamericano.

A continuación se presenta un análisis de la situación de la aceituna de mesa, en el contexto externo y nacional.

Mercado Externo

Chile exporta principalmente productos semielaborados, correspondientes a aceitunas verdes sal o aceitunas en salmuera, no aptas para el consumo humano que son terminadas de procesar en los países de destino. Sin embargo se importa aceituna en conserva para el consumo inmediato, con mayor valor agregado, como aceitunas rellenas y las amargas naturales que ingresan de Perú y España.

Los volúmenes totales de aceitunas en salmuera y en conserva y los retornos promedio de exportación, ponderados por mercado de destino, se presentan en el Cuadro N° 4.74, mientras que el detalle de estos volúmenes exportados por destino y los precios de venta obtenidos en cada uno de ellos se presenta en el Anexo 4.9.

Cuadro N° 4.74
Volúmenes Exportados de Aceitunas y Precios Promedios Ponderados de Retorno

Años	Aceitunas en Salmuera		Aceitunas en Conserva	
	Volumen (Ton)	Pr. Pond. (US\$FOB/ kg)	Volumen (Ton)	Pr. Pond. (US\$FOB/kg)
1990	1.526	1,67	8,23	1,44
1991	1.229	1,54	2,69	1,83
1992	1.151	1,46	10,48	1,88
1993	1.160	1,46	9,96	1,99
1994	2.030	1,36	4,84	2,01
1995	1.528	1,96	3,53	2,58
1996	1.501	2,02	63,79	1,95
1997	990	1,79	186,80	1,28
1998	1.398	1,58	527,34	1,30
1999	410	1,84	36,15	2,00
2000	1.893	1,03	12,39	1,43
2001	1.055	1,06	15,58	1,33
Promedio	-	1,56	-	1,75

Fuente: Banco Central.

De las ventas totales de aceitunas al exterior en el año 2001, un 98,5% corresponde a aceituna en salmuera y sólo un 1,5% son ventas de aceitunas en conserva.

Al igual que los volúmenes exportados de aceitunas en salmuera, los precios han mostrado un comportamiento fluctuante, con un leve repunte en la temporada 2001 luego de experimentar una baja respecto al año 1999.

La exportación de las aceitunas en conserva, presentó en la temporada 2001 un repunte en los volúmenes comercializados de aproximadamente un 26% pero los precios promedios presentan un descenso del 6,75%. Esta tendencia a la baja de los precios se está dando desde la temporada 1999, donde en promedio, se pagaban 2,00 US\$ por kg de aceituna en conserva.

Desde el año 1999, se observa que los precios de la aceituna en conserva son superiores a los obtenidos por la venta de la aceituna en salmuera. Es así como en la última temporada analizada, el precio del kilo de aceituna en conserva es aproximadamente un 25,5% superior al kilo de la aceituna en salmuera.

La tendencia de los volúmenes y precios promedio ponderados para el período 1990-2001, de aceitunas exportadas en salmuera y en conserva, se presenta en la Figura N° 4.6.

Figura N° 4.6
Tendencia de los Volúmenes y Precios Promedio Ponderados de
Aceitunas Exportadas en Salmuera (A) y en Conserva (B)

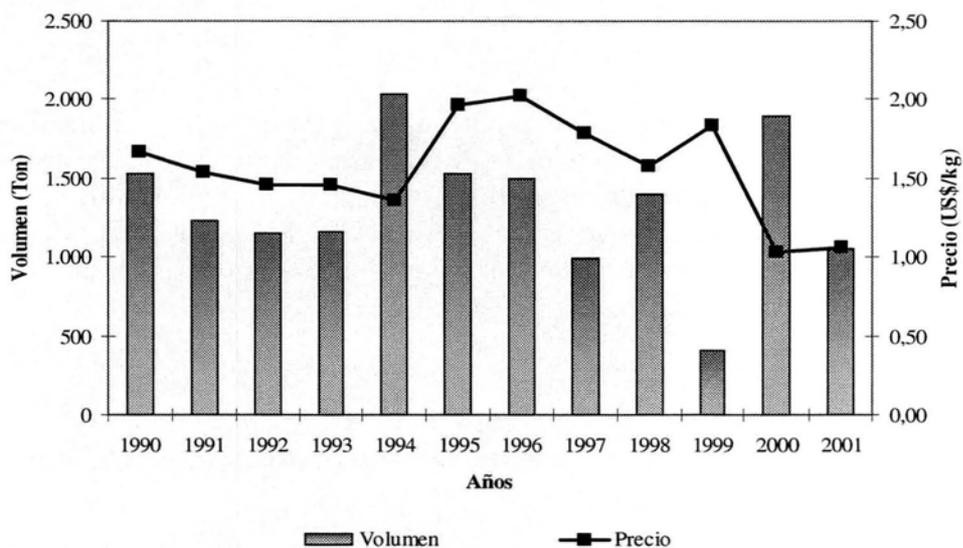


Figura N° 4.6 A
 Fuente: Banco Central.

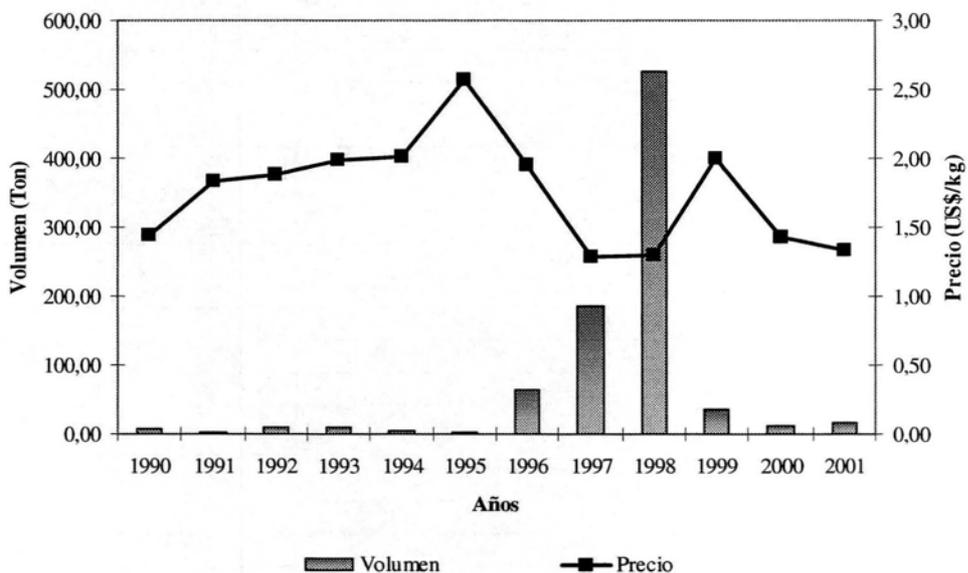


Figura N° 4.6 B
 Fuente: Banco Central.

En relación a los mercados de destino de las aceitunas chilenas, Brasil es el principal, con un 61,29% y 96,64% del total exportado de aceitunas en salmuera y en conserva respectivamente, en el año 2001. Estos valores y la distribución de volúmenes y porcentajes de exportación de otros destinos para los años 2000-2001, se presentan en el Cuadro N° 4.75, mientras que en el Anexo 4.9 se entrega en detalle esta información desde el año 1990 al 2001.

Si bien se presenta un aumento en el porcentaje de participación del mercado de Brasil en la compra de aceitunas en salmuera, los volúmenes exportados hacia este país presentaron un descenso del 38,4% comparando las temporadas 2000 y 2001. Para este mismo período, los volúmenes de venta de aceitunas en conservas a Brasil, presentaron un incremento del 25,8% y por otra parte, se presenta el ingreso de Canadá como destino de aceitunas en conservas chilenas.

Cuadro N° 4.75
Volúmenes de Aceitunas por Mercado de Destino, Años 2000 y 2001

País	Ene-Dic 2000		Ene-Dic 2001	
	Cantidad	%	Cantidad	%
Aceitunas de Mesa				
Venezuela			13.230	1,25%
Brasil	895.020	47,28%	646.613	61,29%
Argentina	849.395	44,87%	139.000	13,17%
Estados Unidos	75.340	3,98%	82.227	7,79%
Canadá			12.176	1,15%
Arabia Saudita	22.176	1,17%	44.352	4,20%
Kuwait	25.872	1,37%	51.744	4,90%
Emiratos Árabes Unidos	12.936	0,68%		
Nueva Zelanda			12.908	1,22%
Italia			52.830	5,01%
España	12.360	0,65%		
Subtotal	1.893.099	100,00%	1.055.080	100,00%
Aceitunas en Conserva				
Brasil	11.970	96,60%	15.057	96,64%
Canadá			40	0,26%
EE.UU.	192	1,55%	57	0,37%
Nicaragua			298	1,91%
Terr. Británico en América	157	1,27%	129	0,83%
Terr. Holandés en América	72	0,58%		
Subtotal	12.391	100,00%	15.581	100,00%
Total Exportado	1.905.490	-	1.070.661	-

Fuente: Banco Central.

Respecto de las exportaciones a Brasil, Chile presenta una importante desventaja comercial frente a sus competidores más cercanos, como Argentina y Perú, debido principalmente a que en la negociación con MERCOSUR la aceituna chilena en salmuera quedó como producto sensible fijándose una cuota de exportación con preferencia arancelaria. Esta cuota corresponde al promedio de las exportaciones realizadas por Chile en las últimas tres temporadas previas a la negociación (1.410 Ton), con licencias de importación para el arancel aduanero de 0,5%.

De esta forma, los principales abastecedores de aceitunas en el mercado brasileño corresponderían a Argentina y Perú que carecen de cuotas y por lo tanto presentan un procedimiento comercial más expedito.

En las últimas temporadas analizadas aparece Argentina con una importante participación en el mercado de exportación de aceituna chilena en salmuera, sin embargo el año 2001 bajó notablemente el volumen exportado acompañado por la disminución de su participación porcentual respecto al total de exportaciones chilenas. Lo anterior, es debido a la crisis económica de dicho país por lo que se estima que este mercado debiera disminuir aún más en el año 2002 llegando a ser de escasa importancia para las exportaciones de aceitunas chilenas.

Estados Unidos y algunos países árabes, han incrementado la demanda de aceitunas en salmuera en las últimas temporadas así como también su participación porcentual en el total exportado por Chile. Además, en el año 2001, se observaron exportaciones hacia Italia y Nueva Zelanda.

En el contexto internacional, la oferta de aceitunas chilenas aparece como marginal, por lo que su inserción en ese mercado asume el rol de tomadora de precios y oferente de oportunidades, lo que implica un componente de riesgo o incertidumbre. Por otra parte, es necesario indicar que el comercio mundial de aceitunas de mesa se incrementa en forma significativa, impulsado por el aumento del consumo debido a la difusión y aceptación de la dieta mediterránea.

Mercado Interno

Como ocurre en el negocio exportador, la aceituna en el mercado interno se comercializa mayoritariamente en salmuera o en verde, mediante una extensa cadena comercializadora hasta llegar al consumidor final. En el Cuadro N° 4.76 se presenta la estadística de precios a consumidor en mercados mayoristas, base Santiago, para el período 1990-2001 mientras que en la Figura N° 4.7 se grafica la tendencia que presentan estos precios en el período señalado.

Los precios de la aceituna en mercados mayoristas presentan una tendencia a la disminución constante desde el año 1996, con una caída en términos reales (IPC dic 2001) al año 2001 de un 15,6%.

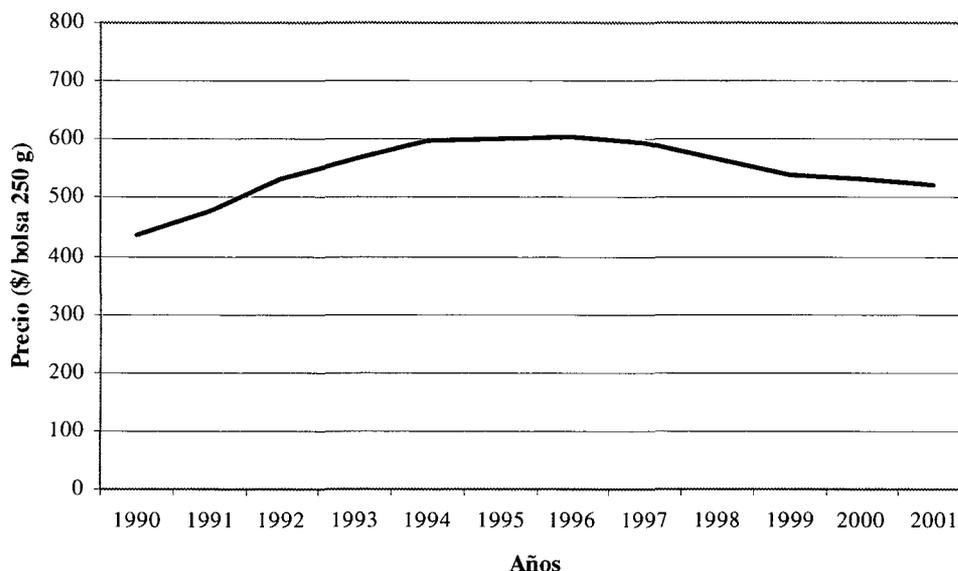
La variación de precios desde enero a diciembre, es en promedio, no significativa con leves aumentos de los precios en los meses de noviembre y diciembre. En mercados regionales, de acuerdo a estadística del SIPRE III Región (Anexo 4.9), también se mantiene esta tendencia mensual, pero con valores que para la temporada 2001 son aproximadamente un 54% más bajos que los obtenidos en mercados mayoristas de Santiago.

Cuadro N° 4.76
Precios a Consumidor de Aceitunas – Base Santiago (\$/bolsa 250g)

Años	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Prom.
1990	442,0	437,5	435,6	435,5	430,6	435,3	440,6	424,6	426,0	426,7	444,4	450,0	435,7
1991	449,2	461,3	469,1	461,9	461,3	458,4	456,1	471,4	496,0	492,1	519,4	512,5	475,7
1992	511,2	524,6	520,1	513,0	525,9	544,0	552,0	537,0	537,9	543,9	550,3	534,1	532,8
1993	570,1	570,1	574,7	566,1	560,8	570,6	565,7	551,8	550,0	559,2	572,9	589,0	566,8
1994	570,3	574,5	578,5	587,6	597,8	612,2	604,6	604,0	610,5	606,5	604,3	610,8	596,8
1995	621,3	610,4	609,8	602,2	599,9	604,0	603,4	591,2	590,5	581,5	591,8	597,0	600,3
1996	601,9	600,4	603,1	607,4	616,8	610,6	604,3	593,7	603,4	602,9	597,9	610,6	604,4
1997	608,0	600,3	597,6	595,6	594,9	593,5	593,7	593,5	594,2	588,0	587,4	588,5	594,6
1998	580,8	574,3	567,8	565,5	571,4	568,1	565,8	574,1	569,8	549,5	555,7	561,8	567,1
1999	530,8	533,1	531,8	527,3	531,6	534,5	539,1	542,6	543,1	547,5	549,0	548,0	538,2
2000	540,9	543,0	536,6	538,5	535,1	536,4	538,2	537,5	518,5	522,6	530,1	525,0	533,5
2001	512,5	525,0	519,1	508,9	507,1	515,0	522,6	526,2	530,8	536,8	530,3	539,3	522,8
Prom.	544,9	546,2	545,3	542,5	544,4	548,6	548,8	545,6	547,6	546,4	552,8	555,6	547,4

Fuente: ODEPA.

Figura N° 4.7
Tendencia de los Precios Promedios Ponderados de Aceitunas a Consumidor



Fuente: ODEPA.

El sistema de comercialización, incorpora en la mayoría de los casos a intermediarios acopiadores que compran las aceitunas en las zonas productoras para posteriormente vender en mercados mayoristas. Esta situación es común en el área de estudio donde gran parte de los pequeños y medianos productores utilizan este canal de comercialización.

Otra alternativa de comercialización corresponde a la compra de aceitunas por parte de mayoristas directamente a los productores, luego adoban la aceituna y la distribuyen a intermediarios minoristas, restaurantes y supermercados en distintas localidades del país.

Una situación que se da en un pequeño número de productores medianos y en una buena parte de los grandes productores, es la venta directa en mercados mayoristas o también la distribución del producto a supermercados.

Es importante hacer notar que en cualquier rubro productivo, el escaso procesamiento, la calidad del producto y la extensa cadena de comercialización, hacen que el productor obtenga bajos niveles de precios y no exista la posibilidad de optar a otros mercados con mejores perspectivas de precios.

Consideraciones para la producción futura de aceituna de mesa

La modernización de los huertos productores de aceitunas de mesa en el país y principalmente en lo que respecta al presente estudio, es fundamental para lograr un desarrollo de la olivicultura. Lo anterior, debiera considerar los siguientes aspectos:

- Considerar el conjunto de instrumentos disponibles que indica el Programa Nacional Olivícola que coordina el FIA, cuyo objetivo es el fomento productivo, la incorporación de innovaciones principalmente a nivel agrícola y el fomento a las exportaciones.
- Respecto a lo anterior, resulta necesario mejorar el manejo tecnológico de las plantaciones de olivos, con el objetivo de aumentar los rendimientos y la calidad de la aceituna producida. Los productores deben incorporar técnicas adecuadas de riego, fertilización, poda y aspectos fitosanitarios así como también el aumento en las densidades de plantación y renovación de los huertos existentes (con variedades de mesa existentes y nuevas variedades para procesamiento).
- Una de las principales alternativas a considerar, es la producción de aceitunas con mayor grado de procesamiento, diversificando el negocio de las aceitunas en salmuera con la incorporación de aceitunas rellenas. Esta opción aparece interesante para agricultores medianos y grandes (Casos 3 y 4 y 6 al 8) que poseen una mayor capacidad de inversión que los predios pequeños y además considera la agrupación de estos productores en el procesamiento de la aceituna y su posterior venta, incorporando el concepto de economía de escala. Los productores de los Casos 1 y 2 deben tender a la agrupación entre ellos, de manera de manejar un mayor volumen de venta y acceder a otros mercados con mejores perspectivas de precios.
- Reducción de las cadenas de comercialización, haciendo más eficiente el paso del producto desde el productor al consumidor final con la consecuente eliminación de intermediarios que encarecen este proceso. De acuerdo a lo anterior y considerando además la organización de los productores, se puede tener un mayor poder comercializador y obtener una mejora significativa de los precios de venta.

• Aceite de oliva

El aceite de oliva, cuando es obtenido por sistemas de elaboración adecuados y procede de frutos frescos de buena calidad, presenta excepcionales características de aspecto, fragancia y sabor delicado y es prácticamente el único entre los aceites vegetales que puede consumirse crudo, conservando íntegro su contenido de vitaminas, ácidos grasos esenciales y otros productos naturales de importancia dietética.

La región mediterránea es la principal productora y consumidora de aceite de oliva, donde España, Italia y Grecia son los mayores proveedores del mercado mundial con una producción

conjunta de aproximadamente 1,6 millones de toneladas, lo que representa a un 76,2% del total mundial.

En los últimos años, se ha presentado una tendencia creciente del consumo de aceite de oliva, concentrado principalmente en la Unión Europea. Además, se estima que existe un fuerte incremento en el consumo de aceite de oliva en Estados Unidos, Brasil, Japón, países del Sudeste Asiático y norte de Europa.

La producción nacional de aceite de oliva, fluctúa en torno a las 600 toneladas destinadas principalmente a venta en mercado interno y exportación de este producto, aún a baja escala. De esta forma, Chile es netamente importador de aceite de oliva, por lo que los productores nacionales actúan como sustituidores de importaciones y dependen del nivel de precios internacionales.

Respecto a la competencia en los mercados internacionales, se estima beneficioso para Chile que en la Comunidad Económica Europea (CEE) se reduzcan las subvenciones a los aceites de oliva producidos en los países comunitarios, ya que de esta forma se espera que aumente la competencia internacional. Así desde el año 1997 se ha eliminado por completo el subsidio a la exportación extra comunitaria y desde la temporada 2000/01 también desaparecerá por completo el subsidio o ayuda al consumo (envasadores de aceite) permaneciendo solamente el subsidio a la producción que principalmente cumple una función social.

Como una forma de asegurar calidad en el producto chileno, se estableció la norma chilena NCh 107 Of 2001, que indica los requisitos para el aceite de oliva y los clasifica en los tipos extra virgen, virgen, refinado y común, los que a su vez se clasifican de acuerdo a su calidad en cuatro grados, siendo el de grado 1 el de mejor calidad.

Mercado Externo

Las exportaciones de aceite de oliva han experimentado importantes variaciones de volumen y precios de retorno de acuerdo a los valores expresados en el Cuadro N° 4.77 y las gráficas de tendencia de los precios y volúmenes de la Figura N° 4.8 para aceites vírgenes (extra virgen y virgen) y las otras categorías (refinado y común). Además, el detalle de los volúmenes exportados por destino y los precios de venta obtenidos en cada uno de ellos se presenta en el Anexo 4.9.

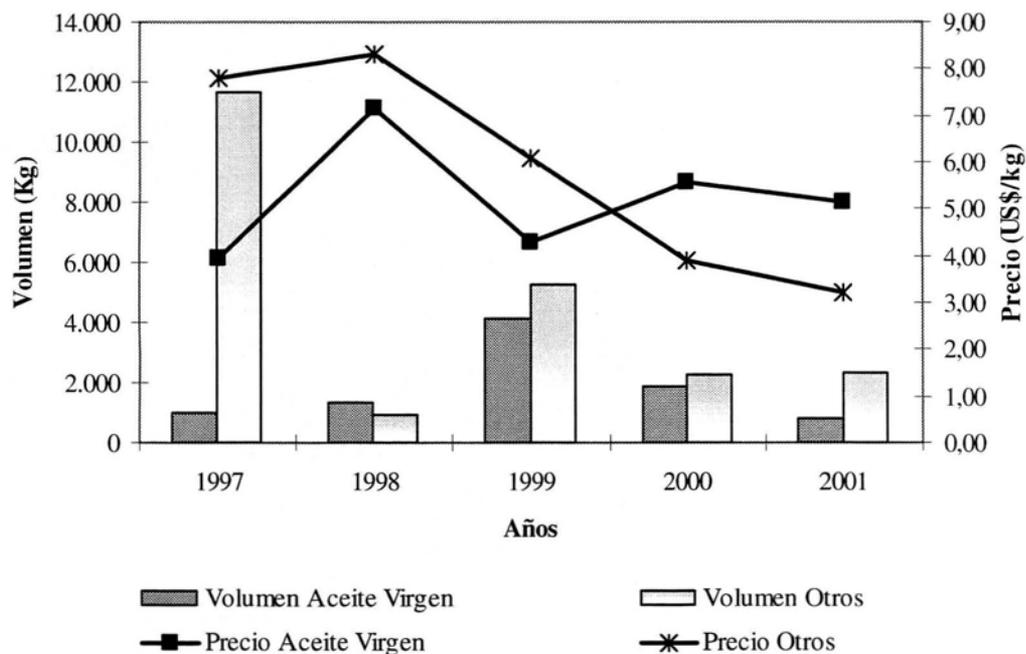
Los volúmenes totales de aceite en las últimas dos temporadas, presentan una tendencia descendente, no obstante el leve incremento de las exportaciones de aceite de oliva de otras categorías. Los volúmenes exportados de aceites vírgenes han disminuido fuertemente desde el año 1999 al año 2001, ya que lo exportado en el año 2001 es aproximadamente un 20% de lo que se exportó en el año 1999.

Cuadro N° 4.77
Volúmenes Exportados de Aceite de Oliva y Precios Promedios Ponderados

Años	Aceite Virgen		Otros	
	Volumen (kg)	Pr. Pond. (US\$FOB/kg)	Volumen (kg)	Pr. Pond. (US\$FOB/kg)
1990			390	3,39
1991			3.060	2,52
1992	624	4,94	1.470	3,17
1993			1.503	4,00
1994	12	5,50	206	5,09
1995	195	2,34		
1996	6	11,67	107	6,61
1997	972	3,96	11.668	7,78
1998	1.342	7,15	951	8,32
1999	4.137	4,28	5.269	6,07
2000	1.837	5,57	2.287	3,89
2001	822	5,16	2.342	3,20
	-	5,62	-	4,91

Fuente: Banco Central.

Figura N° 4.8
Tendencia de los Volúmenes y Precios Promedio Ponderados de
Aceite de Oliva Virgen y Aceite de Otras Categorías



Fuente: Banco Central.

En relación con los precios de venta del aceite de oliva, se observa que en promedio para las últimas temporadas existe un mayor precio para los aceites vírgenes comparados con los aceites de olivas de otras categorías. Esta diferencia, es en promedio de US\$0,71 por kg, pero en la última temporada fue de US\$1,96 por kg, situación que indica que la tendencia mundial actual es pagar un mayor precio por alimentos que tengan un mínimo o cero alteración de sus características naturales.

En el Cuadro N° 4.78, se presentan los mercados de destino del aceite de oliva chileno y las participaciones porcentuales de cada uno de ellos para los años 2000 y 2001, mientras que como se señaló anteriormente, en el Anexo 4.9 se presenta en detalle esta información para el período 1990-2001.

La variabilidad en los destinos de exportación de aceite de oliva a sido una característica constante en el período 1990-2001, especialmente para los aceites vírgenes donde en al año 2001 se presenta como único destino al Territorio Holandés con 822 kg. En el año 2000, el principal comprador fue Perú con 1.629 kg representando al 88,68% del total exportado de aceite de oliva virgen en ese año. Para las otras categorías de aceites de

oliva, en el año 2001 el principal comprador fue España con 2.097 kg lo que significa que este mercado absorbió el 89,54% de los envíos chilenos al exterior.

Cuadro N° 4.78
Volúmenes de Aceite de Oliva por Mercado de Destino, Años 2000 y 2001

País	Ene-Dic 2000		Ene-Dic 2001	
	Cantidad	%	Cantidad	%
Aceite de Oliva Virgen				
Perú	1.629	88,68%		
Territorio Británico	39	2,12%		
Territorio Holandés			822	100,00%
Reino Unido	169	9,20%		
Subtotal	1.837	100,00 %	822	100,00 %
Aceite de Oliva Otras Categorías				
Perú			45	1,92%
Estados Unidos			134	5,72%
Territorio Británico	1.657	72,45%	66	2,82%
Territorio Holandés	630	27,55%		
España			2.097	89,54%
Subtotal	2.287	100,00 %	2.342	100,00 %
Total Exportado	4.124	-	3.164	-

Fuente: Banco Central.

Los principales países que están incrementando el consumo de aceite de oliva y que podrían ser mercados potenciales para Chile, corresponden a Brasil, Corea del Sur, Japón, Canadá, Estados Unidos, México, Australia y Francia. El acceso a estos y otros mercados de similar exigencia, está determinado por el volumen de producción y diferenciación del producto por parte de los productores nacionales.

Mercado Interno

El consumo nacional de aceite de oliva alcanza a aproximadamente las 2.000 toneladas, con un crecimiento estimado del 5% anual. Los precios a consumidor presentan directa relación con los niveles de calidad del producto, su envase y origen. Los aceites extra virgen y virgen se encuentran con precios a consumidor de alrededor de los \$6.000 y \$5.000 por litro respectivamente, siendo las principales marcas presentes en los supermercados del país las importadas como Carbonell, Mazola, Hellenic e Ybarra que compiten con las nacionales Chef y Huasco.

La distribución comercial de aceite de oliva, es similar a la distribución de vinos, situación que representa una gran ventaja para ambos productos, ya que se pueden utilizar la misma fuerza de venta, marca y hasta envase para su comercialización.

La cadena de comercialización del aceite de oliva, a diferencia de lo que ocurre con la venta de aceitunas, es más directa desde producción a venta sin pasar por un amplio número de intermediarios. De esta forma, el aceite es vendido desde la productora de aceite de oliva a los supermercados, restaurantes, negocios especializados en aceite, hoteles, etc. No existe dentro de la cadena de comercialización grandes distribuidoras por tratarse de un producto selectivo y no de consumo masivo. Con frecuencia, las mismas cadenas de supermercados son las encargadas de la distribución de aceite de oliva a las regiones y al comercio minorista.

En el área de estudio o cercana a ella, se encuentran cuatro plantas productoras de aceite de oliva extra virgen, cuyo proceso de molienda se realiza entre los meses de abril y agosto. Las plantas aceiteras y sus características de producción, se señalan a continuación:

- **Hoschild S.A.**

Esta planta se encuentra ubicada en la localidad de El Pino, cercana a Huasco Bajo. En promedio presenta una producción de aceite de oliva extra virgen rotulado con la marca "Huasco" del orden de los 70.000 litros por año y la capacidad potencial de procesamiento de aceitunas es de 4.000 kg/día.

Esta planta se abastece de materia prima producida en el área de estudio, mediante compra directa o por el sistema de maquila, donde el productor recibe un valor equivalente al 40% del aceite producido con el volumen de aceitunas que entrega a la planta.

El envasado del aceite se realiza en Santiago, así como también las ventas en los principales supermercados de dicha ciudad.

- **Don Daniel.**

Se encuentra ubicada cercana a la ciudad de Vallenar por la ruta que une esta ciudad con Freirina. Esta planta es de reciente instalación por lo que se estima una potencial producción de aceite de oliva extra virgen, con la marca "Don Daniel", de 50.000 litros por año y una capacidad potencial de procesamiento de aceitunas de aproximadamente 3.500 kg/día.

Por el momento, el abastecimiento de materia prima es a través de compra directa a productores del área de proyecto (Huasco Bajo y Freirina). Posteriormente pretende lograr el autoabastecimiento mediante sus propias plantaciones, ubicadas fuera del área de

estudio, que en la actualidad alcanzan aproximadamente 50 ha todas con riego tecnificado. La edad de estas plantaciones con variedades aceiteras es de 3 años.

Las ventas del aceite son realizadas en la planta misma, puesto de venta propio en Santiago y en supermercados de dicha ciudad.

- Planta propiedad del Sr. Robinsón González

La planta aceitera del Sr. Robinsón González ubica en la localidad de Huasco Bajo. La producción anual de aceite de oliva extra virgen es del orden de los 8.000 litros, con una capacidad de procesamiento potencial de la planta de aproximadamente 1.000 kg de aceituna por día.

Esta planta presenta un autoabastecimiento de aceitunas de casi un 90% del total de su capacidad y el porcentaje restante es adquirido mediante el sistema de maquila.

Las ventas de aceite de oliva las realiza en la planta y a intermediarios que posteriormente lo comercializan en Vallenar (restaurantes y tiendas).

- Planta de propiedad del Sr. Manuel Cortés

Ubicada en el Fundo Miramar (Freirina), presenta una producción anual de aproximadamente 3.000 litros por año con una capacidad potencial de procesamiento de aceitunas de 400 kg/día. Esta planta presenta un sistema de autoabastecimiento total con una venta del aceite de oliva directa a consumidor.

A nivel nacional, existen otras plantas productoras de aceite de oliva, cuya ubicación, producción y características principales son las siguientes:

- Sociedad Aceitera San Jorge Ltda.

Produce aceite de oliva virgen con la marca “Cerrillos de Tamaya”, con una capacidad de producción de 20.000 litros por año.

- Agro-oliva.

Se encuentra ubicada en la IV Región y cuenta con una capacidad de producción de 7.700 litros de aceite al año.

- José Cánepa y Cía. Ltda. (Terra Mater S.A.)

Esta planta produce aceite de oliva extra virgen de la marca “Cánepa”, con capacidad para producir entre 50.000 y 100.000 litros de aceite por año.

De acuerdo a las tasas de crecimiento del consumo de aceite de oliva a nivel nacional, estimadas en un 5% anual⁶ y las proyecciones de adopción de los programas de transferencia tecnológica a través de las curvas de integración para los diferentes Casos prediales del área de estudio (año 18 del proyecto se incorporan todos los predios), se tienen que para el año 2019 el consumo de aceite de oliva en Chile sería del orden de las 4.500 toneladas.

Consideraciones para la producción futura de aceite de oliva

Las estrategias de desarrollo para fortalecer el negocio del aceite de oliva en el área de estudio, son las siguientes:

- Incorporar al proceso de producción primaria variedades aceiteras que poseen un mayor porcentaje de aceite comparado con las tradicionalmente usadas, lo que implica que a igual cantidad de aceitunas se obtiene un mayor volumen de aceite.
- Formación de grupos de agricultores o cooperativas que procesen en conjunto su producción de aceitunas hasta el producto final, de manera que mediante la economía de escala que se da en este negocio, permita a los empresarios aceiteros lograr precios unitarios competitivos. Además, es altamente conveniente para los productores de variedades de olivo aceiteras, que se integren en una cadena comercializadora hasta el consumidor final, situación que aumenta el poder de negociación frente a clientes y permite acceder a precios superiores para el sostenimiento de la empresa.

Este proceso productivo, para la propuesta de desarrollo del presente estudio, queda definido para los Casos 3, 4, 5, 6, 7 y 8.

- Se debe realizar una producción de tipos diferenciados de aceites de oliva de alta calidad, que cumplan con las normas establecidas en la NCh 107 Of. 2001 y con los estándares del Consejo Oleícola Internacional (COI) de manera de poder competir en el exterior con los ya tradicionales países productores.

Además, es posible obtener denominación de origen del aceite de oliva y utilizar los canales de comercialización de los vinos chilenos que en base a una eficiente estrategia de marketing y calidad ampliamente reconocida se ha posesionado de

⁶ Extraído del estudio “Actualización del diagnóstico del sector olivícola nacional y formulación de estrategias de desarrollo”. Fondo de Promoción de Exportaciones Agropecuarias de Prochile. Dic. 2001.

importantes mercados a nivel mundial, como Reino Unido, Alemania, Estados Unidos y Canadá.

- Aprovechar las ventajas de los programas de gobierno que actualmente tienen como objetivo fomentar la modernización y el desarrollo de la olivicultura nacional, mediante el FIA, que cuenta con la participación y apoyo de todos los organismos dependientes del Ministerio de Agricultura
- Establecimiento de estrategias de ingreso a mercados que presentan altos índices de crecimiento anual de consumo, como Estados Unidos, Canadá, Japón y Australia.

4.4.2.2 Damascos Deshidratados

La producción de damascos deshidratados crea para los productores de la zona del Huasco Bajo, una nueva alternativa productiva con interesantes proyecciones. La validación y desarrollo de este negocio agrícola ha sido realizado por el INIA que actualmente posee un trabajo conjunto con agricultores del valle del río Choapa y Elqui, con resultados satisfactorios.

El mercado externo para la venta de este producto, ha presentado variaciones importantes en cuanto a los volúmenes exportados y precios obtenidos para el período 1990-2001. Los volúmenes exportados y precios de retorno por mercado de destino se presentan en el Anexo 4.9, mientras que los volúmenes totales y precios promedios ponderados por mercado de destino de presenta en el Cuadro N° 4.79.

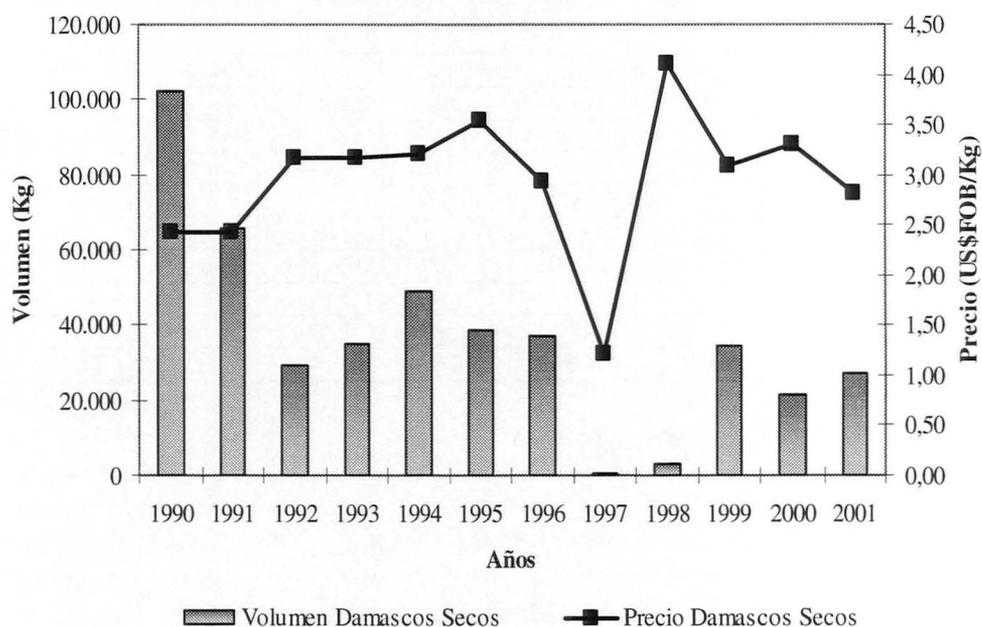
Cuadro N° 4.79
Volúmenes Exportados de Damascos Secos y Precios Promedios Ponderados

Años	Volumen (kg)	Precio Pond. (US\$FOB/kg)
1990	102.117	2,42
1991	65.836	2,42
1992	29.288	3,17
1993	34.770	3,17
1994	48.860	3,20
1995	38.694	3,55
1996	37.239	2,93
1997	643	1,22
1998	3.120	4,10
1999	34.552	3,10
2000	21.537	3,32
2001	27.170	2,81
Promedio	-	2,95

Fuente: Banco Central.

De acuerdo a lo anterior y a la Figura N° 4.9, en el año 1997 se produjo una importante caída en los volúmenes exportados de damascos deshidratados, aumentando posteriormente hasta el año 1999 para continuar en las últimas dos temporadas con una tendencia nuevamente ascendente de los volúmenes. Esta tendencia se repite también en los precios de venta, ya que en la última temporada analizada los precios descendieron en un 15,4%.

Figura N° 4.9
Tendencia de los Volúmenes y Precios Promedio Ponderados de Damascos Secos



Fuente: Banco Central.

Según el Cuadro N° 4.80, Estados Unidos representa el principal mercado de destino de los damascos deshidratados chilenos, el que en las últimas tres temporadas a incrementado su importancia para nuestro país, pasando de 10 a 14 toneladas adquiridas a nuestro país. Este mercado de destino, representó en la última temporada una participación del 51,5% en los envíos de damascos deshidratados chilenos al exterior.

Por otra parte, Perú aparece con importantes volúmenes de compras de damascos deshidratados a Chile, ya que en el año 1999 se exportaron a ese destino un total de 0,7 toneladas mientras que en el año 2001, los envíos de damascos aumentaron considerablemente, llegando a un volumen de 12,17 toneladas por lo que este destino representó un 44,8% del total de las exportaciones de damascos deshidratados.

Por otra parte, cabe señalar que Argentina desapareció como mercado para los damascos chilenos en las últimas dos temporadas, situación que se debe a la crisis económica en que se encuentra dicha nación.

Otro mercado para los damascos deshidratados, lo constituye Colombia, que en la última temporada absorbió el 3,7% de los envíos chilenos al exterior.

Cuadro N° 4.80
Volúmenes (kg) de Damascos Secos por Mercado de Destino, Años 1998 al 2001

País	Ene-Dic 1998		Ene-Dic 1999		Ene-Dic 2000		Ene-Dic 2001	
	Cantidad	%	Cantidad	%	Cantidad	%	Cantidad	%
Argentina			16.000	46,3%				
Bolivia	330	10,6%						
Brasil			7.150	20,7%				
Colombia			500	1,4%	700	3,3%	1.000	3,7%
EE.UU.			10.002	28,9%	12.111	56,2%	14.000	51,5%
Perú	2.790	89,4%	700	2,0%	5.760	26,7%	12.170	44,8%
Venezuela			200	0,6%	2.966	13,8%		
Total	3.120	100,0%	34.552	100,0%	21.537	100,0%	27.170	100,0%

Fuente: Elaboración propia a partir de antecedentes del Banco Central.

En mercado interno, este producto presenta buenas perspectivas al comercializarse en supermercados y en mercados mayoristas de Santiago. Esta situación permite que los productores obtengan mayores precios que los obtenidos en mercados locales o al vender la producción a intermediarios.

Las perspectivas para este producto, son auspiciosas si se logra un producto final de alta calidad, con envase definido y volumen que permita una mayor estabilidad en el mercado. Para la Situación con Proyecto definida en el presente estudio, se ha establecido una superficie destinada a la producción de damascos deshidratados por los Casos 3, 4 y 5.

4.4.2.3 Higos

Actualmente en el área de estudio, existen higueras principalmente en los bordes de camino y cercos de los predios eminentemente olivícolas, por lo que se puede decir que este cultivo es de carácter marginal.

La higuera es un frutal no tradicional que produce en dos temporadas, principalmente higos en el mes de abril (65% de la producción anual) y en diciembre las denominadas brevas (35% de la producción anual).

Luego del análisis realizado para los volúmenes y precios de exportación de higos, se determinó que este frutal tiene la potencialidad, tanto agronómica como económica para establecerse con un manejo de mayor tecnología en algunos predios del área de estudio.

De esta forma, en el Anexo 4.9 se presentan los volúmenes exportados de higos y los precios obtenidos por mercado de destino. En el Cuadro N° 4.81 se presentan los resúmenes de los volúmenes exportados por año y los precios promedio ponderados en dólares FOB.

Cuadro N° 4.81
Volúmenes Exportados de Higos y Precios Promedios Ponderados

Años	Volumen (kg)	Precio Pond(US\$FOB/kg)
1990	139.334	0,728
1991	179.458	0,855
1992	243.765	1,061
1993	220.705	1,045
1994	116.147	0,777
1995	206.575	0,873
1996	51.095	0,783
1997	97.709	0,722
1998	301.600	0,798
1999	141.634	0,789
2000	123.744	0,956
2001	93.787	1,098
Promedio	-	0,874

Fuente: Banco Central.

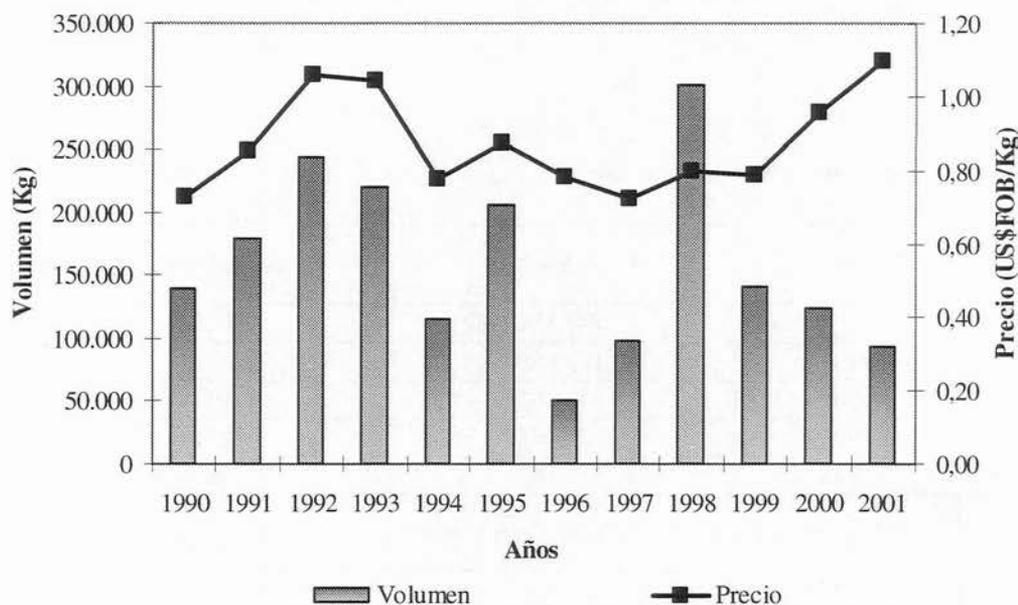
Las exportaciones de higos han experimentado en las últimas temporadas un paulatino descenso, que comenzó en el año 1998 con 301,6 toneladas para llegar al año 2001 a 93,8 toneladas exportadas. Por otra parte, a ocurrido lo contrario con los precios de venta de este producto, ya que han experimentado una tendencia ascendente como se observa en la Figura N° 4.10, poniendo de manifiesto que existe una demanda real en el mercado internacional por este producto.

Lo anterior, genera la posibilidad de exportar higos en un volumen adecuado para la realidad y proyecciones del área de estudio. Por este motivo, se estima conveniente incorporar la producción de higos en el patrón productivo de la Situación con Proyecto poniendo énfasis en el mercado de exportación y en supermercados del país.

De acuerdo al Cuadro N° 4.82, el principal destino de los higos es Brasil, con un 53,3% del total exportado por Chile. A este mercado le sigue en importancia Argentina con aproximadamente el

42% de participación y en menor medida aparecen Canadá y países de la Comunidad Económica Europea.

Figura N° 4.10
Tendencia de los Volúmenes y Precios Promedio Ponderados de Higos



Cuadro N° 4.82
Volúmenes (kg) de Higos por Mercado de Destino, Años 1998 al 2001

País	Ene-Dic 1998		Ene-Dic 1999		Ene-Dic 2000		Ene-Dic 2001	
	Cantidad	%	Cantidad	%	Cantidad	%	Cantidad	%
Argentina	96.700	32,1%	24.500	17,3%	45.000	36,4%	39.017	41,6%
Austria							99	0,1%
Bolivia	300	0,1%						
Brasil	115.000	38,1%	102.600	72,4%	75.000	60,6%	50.000	53,3%
Canadá					1.992	1,6%	2.955	3,2%
Estados Unidos			53	0,0%	5	0,0%		
España					36	0,0%		
Francia							95	0,1%
Holanda					12	0,0%	522	0,6%
Japón							76	0,1%
Paraguay	20.000	6,6%						
Perú	69.600	23,1%	14.370	10,1%	100	0,1%		
Reino Unido					953	0,8%	249	0,3%
Suiza			111	0,1%	646	0,5%	774	0,8%
Total	301.600	100,0%	141.634	100,0%	123.744	100,0%	93.787	100,0%

Fuente: Banco Central.

En mercado interno, el consumo de higos es bajo y de acuerdo al Anexo 4.9 la tendencia en los precios de las brevas (comercializadas principalmente en diciembre) es ascendente y de buenas proyecciones para su comercialización.

El principal problema de la comercialización de higos y brevas, es la corta duración poscosecha, situación que actualmente se mejora con aplicaciones de generadores de metabisulfito de sodio y bajas temperaturas. Por otra parte, es necesario que la cosecha y el transporte sea cuidadosa ya que el fruto es de pared frágil.

4.4.2.4 Dulce de Membrillo

En el área de estudio, existe actualmente la producción marginal de membrillos, principalmente en el borde de zanjas de drenaje y acequias de riego y entre las plantaciones de olivos.

Como una forma de lograr un ingreso adicional al resto de las producciones propuestas para el área de estudio, se propone intensificar, mejorar y plantar una superficie de membrilleros cuyo destino final sea la producción de dulce de membrillo.

Este producto, se comercializa principalmente en mercados locales, pero al realizar una elaboración en plantas adaptadas para ello, con las normas de calidad óptimas y una rotulación y envasado que de un atractivo extra al producto, es posible ingresar a mercados mayoristas de Santiago y a supermercados de la misma ciudad.

Este rubro, es posible que sea desarrollado por agricultores de los Casos 4 y 6 que poseen una mayor capacidad de inversión y gestión agropecuaria comparados con los agricultores de los Casos 1 y 2.

4.4.2.5 Hortalizas

La proporción de hortalizas en el área de estudio, posee la ventaja de no poseer mayores inversiones, por lo que los agricultores tienen la posibilidad de un cambio rápido de rubro ante situaciones de mercado adversas.

En el Anexo 4.9 se presentan los precios en mercados mayoristas base Santiago valorados a moneda de diciembre del 2001 para el período 1990-2001 y los precios de algunos productos hortofrutícolas en mercados regionales (SIPRE III Región).

En la mayor parte de las hortalizas analizadas, se observa una tendencia irregular, con alzas y a veces fuertes descensos en los precios, lo que guarda estrecha relación con la superficie nacional de una determinada especie.

En las Fichas Técnicas de hortalizas y frutales, se presentan los precios de venta de cada uno de los productos analizados, así como también el destino de comercialización.

CAPÍTULO 5

ALTERNATIVAS AGROPECUARIAS DE DESARROLLO

CAPÍTULO 5

ALTERNATIVAS AGROPECUARIAS DE DESARROLLO

5.1 Evaluación Económica de las Alternativas de Desarrollo

A partir de la caracterización de la situación agrícola de la zona de estudio, las limitaciones y niveles de aceptación que tiene el proyecto a nivel de Casos, se establecerán los criterios sobre el cual se desarrollará la evaluación económica del proyecto.

Con el objetivo de realizar una evaluación detallada del cambio esperado frente al proyecto “Estudio de Recuperación de Suelos con Mal Drenaje en el Sector Bajo del Huasco”, se aplican los factores de cambio (inversiones, costos, producción, ingresos, etc.), sobre cada Caso, el cual constituye la unidad de proyección para el análisis económico.

Como parte de la evaluación del proyecto, se contemplan las siguientes situaciones:

- Situación Base, considera el crecimiento natural del sistema el cual se encuentra determinado en su base por el desarrollo natural del país.
- Situación Con Proyecto, considera el desarrollo de las obras civiles necesarias para mejorar el drenaje dentro del área de estudio a través de la recuperación de los suelos. Este proyecto más los programas de capacitación, transferencia y apoyo tecnológico determinarán el crecimiento de los beneficios económicos que se plantean en esta situación.

La evaluación económica de estos escenarios parte de la base de la Situación Actual que presenta el área de estudio y de la cual se define un Año Cero, que es igual en cada situación, por lo tanto, el análisis productivo se realizará en base a la información que se describe en cada Caso.

5.1.1 Definición y Caracterización de la Situación Actual

Para efectos de establecer los flujos productivos y económicos característicos de las Situaciones Base y Con Proyecto, la proyección en el tiempo se ha definido para un horizonte de evaluación de 30 años, de vida útil del proyecto, considerando como base la Situación Actual.

La Situación Actual fue configurada a través de la encuesta, sin embargo, en atención a que en el sistema estudiado se encuentran en proceso una serie de acciones, que certeramente modificarán el diagnóstico productivo realizado, se requiere previamente normalizar por medio de una serie de supuestos, la situación prevista al inicio de las operaciones de los proyectos en estudio. En este contexto, los supuestos considerados para definir la Situación Actual “normalizada” de cada uno de los Casos corresponden a:

- Se reevaluaron todos aquellos antecedentes informados, los que se deben considerar como circunstanciales, ya que la encuesta considera un momento productivo determinado, y que por tratarse de una muestra, no significa que el sistema se comporta así en forma permanente.

Los cambios efectuados para la normalización se presentan en detalle en el presente Capítulo en el ítem 5.5 “Fichas Técnicas”. Ahí se mencionan los cambios normalizados relativos, principalmente, a los rendimientos, precios, labores y jornadas hombre y máquina.

Obtenida la normalización de los datos, estos pasarán a formar el Año Cero, lo que equivale al punto de inicio para la proyección de las alternativas de proyecto, razón por la cual este Año Cero es igual para las dos Situaciones.

En base a lo anterior, será posible determinar la producción, costos e ingresos de las Situaciones a proyectar y evaluar.

5.1.1.1 Patrón Productivo para el Año Cero

El patrón productivo para el Año Cero que, como se mencionó anteriormente, equivale a los datos normalizados de la Situación Actual, se muestra para cada uno de los Casos que fue presentado anteriormente en el Capítulo 4 ítem 4.3 “Identificación y Caracterización de los Casos en Situación Actual”.

Se destaca que la normalización de la Situación Actual no afectó las superficies ni tipos de especies agrícolas presentes en el área de estudio, por lo que para estos datos la Situación Actual equivale al Año Cero.

5.1.1.2 Producción para el Año Cero

Los rendimientos correspondientes al Año Cero para cada Caso se presentan en detalle en el Anexo de Fichas Técnicas 5.3.

5.1.1.3 Proyección al Universo Predial

Para el presente estudio y evaluación de cada una de las Situaciones propuestas (Base y Con Proyecto), se requiere expandir las condiciones actuales de cada Caso al Universo Predial. Como base para la proyección de cada Caso se utiliza la superficie predial.

Los Casos, las superficies, la representación que tienen dentro del Universo Predial y la proyección de superficies al suelo con problemas de drenaje, se detallan en el Cuadro N° 5.1.

Cuadro N° 5.1
Superficies Agrícolas por Caso
y su Proyección al Universo Predial (Suelo con Mal Drenaje)

Caso	Superficie con Mal Drenaje por Caso (ha)	N° Predios Representados del Universo Predial	Factor de Corrección	Proyección a Superficie con Mal Drenaje del Universo Predial (ha)
1 Rol 143-14	1,199	60	0,892	64,149
2 Rol 141-07	2,519	53	1,063	141,900
3 Rol 146-11	7,131	13	0,947	87,819
4 Rol 141-06	5,596	13	1,207	87,819
5 Rol 102-27	10,342	3	0,653	20,266
6 Rol 107-02	23,981	5	0,784	94,051
7 Rol 143-10	79,845	2	0,778	124,270
8 Rol 02-1	28,982	5	1,273	184,531
Total		154		804,805

FUENTE: Elaboración propia.

En el cuadro se indican los roles de cada Caso. Se detalla el número de predios del universo predial representados por cada Caso, la superficie con drenaje limitado tanto de cada Caso como la del Universo Predial al cual se expande. La proyección se realiza sobre la base del suelo con problemas de drenaje, es decir, el suelo que sería mejorado tras la implementación del proyecto y sobre el cual se realizará la evaluación productiva y económica.

A partir del número de predios que representa cada Caso dentro del Universo Predial y de su superficie con drenaje limitado, se realiza la proyección a la superficie con drenaje limitado del Universo Predial, corrigiendo la superficie proyectada mediante un “factor de corrección”.

Queda entonces definida la caracterización de cada Caso y por lo tanto la fuente de la cual se obtuvieron las superficies en que se realizará la evaluación productiva y agroeconómica de las diferentes alternativas de desarrollo.

5.1.2 Definición de la Situación Base y Parámetros Agroeconómicos

Según se describió anteriormente, los flujos productivos y económicos de las Situaciones Base y Con Proyecto, se han definido en el tiempo con una proyección a 30 años para todo el horizonte de evaluación, considerando como base la Situación Actual.

Esta última, más una tasa de crecimiento a 30 años, pasa a constituir la Situación Base la cual sirve de base para la comparación entre Situaciones, es decir, de acuerdo a la metodología de trabajo estipulada, la Situación Base constituirá el piso de rentabilidad del programa de desarrollo, sobre el cual se evaluará la Situación Con Proyecto.

sistema crece a expensas del desarrollo técnico-científico nacional, que traspasa regularmente tecnología al sistema productivo, por ejemplo, mezclas de fertilizantes, nuevas variedades de cultivos, desarrollo de mercados y poderes compradores, entre otros.

Se destaca que todos los parámetros económicos definidos en los Flujos Agroeconómicos se encuentran descritos para los 30 años de proyección y para cada Situación de proyecto en el Anexo 5.1.

5.1.2.1 Producción de la Situación Base

Con el fin de valorar económicamente los productos agrícolas del área de estudio, se definió la producción de cada uno de los Casos, la que se determinó en base a la información de la estructura de uso del suelo y la producción definida en la Situación Actual.

Obtenidos estos resultados, se procedió a caracterizar el sistema sobre el cual se debe realizar la proyección de los valores unitarios esperando un incremento regular de los actuales niveles de producción según el crecimiento natural del sistema. Para esto se aplicó una tasa de crecimiento del 0,2% anual por 30 años para finalmente obtener la producción de la Situación Base.

Para efectos de la evaluación, y de acuerdo a la metodología de trabajo establecida, el incremento regular de los rendimientos, a una tasa del 0,2% durante los años proyectados, se realizó de acuerdo a la función:

$$Y_n = Y_o \cdot (1 + t)^n$$

Donde:

Y_n =Rendimiento esperado al año n

Y_o =Rendimiento previsto para el Año Cero

n =Año de proyección

t =Tasa de crecimiento (0,2%)

5.1.2.2 Ingresos Brutos de la Situación Base

Los ingresos totales de cada Caso están determinados sumando los ingresos parciales de cada tipo de producción predial. Esta última se calcula: producción por precio de venta.

Los precios de venta de los productos agropecuarios se describen en detalle en el Capítulo “Análisis de Precios y Comercialización de Productos Agrícolas”

Al igual que en los casos anteriores, se presentan los Ingresos de la Situación Base comparados con la Situación Con Proyecto a un año de estabilización en el ítem 5.1.3.3, Cuadro N° 5.3.

Al igual que en los casos anteriores, se presentan los Ingresos de la Situación Base comparados con la Situación Con Proyecto a un año de estabilización en el ítem 5.1.3.3, Cuadro N° 5.3.

5.1.2.3 Costos Directos de la Situación Base

Los costos directos de producción para la Situación Base, se tomaron de las Fichas Técnicas generadas durante el levantamiento de la encuesta.

En el Anexo 5.3 (del ítem 5.5 que se muestra más adelante) se presentan las Fichas Técnicas por rubro y por Caso para la Situación Actual (normalizada).

Dada la concepción del crecimiento vegetativo, que se traduce en un crecimiento de los márgenes netos prediales, se ha considerado mantener los costos en una condición estática, para todo el horizonte de evaluación.

El cuadro con los costos directos para la Situación Base también se presenta junto con la Situación Con Proyecto más adelante en el Cuadro N° 5.4.

5.1.2.4 Costos Indirectos y Gastos Generales de la Situación Base

En una explotación agropecuaria normal, el ítem de costos indirectos se encuentra representado por todos aquellos gastos que se deben realizar al interior de la propiedad, en forma independiente a los procesos productivos que se desarrollan.

Se reconocen, dentro de los más significativos y que fueron incluidos en la encuesta, contribuciones, servicios profesionales (contabilidad, asesoría técnica, etc.), impuestos a la renta, mantención de equipos y limpieza de canales, entre otros.

Los ítem luz, energía eléctrica y agua potable son considerados como gastos generales, los que también están incluidos para efecto del análisis.

Los costos indirectos se han determinado en base a los datos obtenidos en la encuesta y de la experiencia del Consultor en proyectos realizados anteriormente. El valor porcentual de los costos indirectos en relación a los directos, se estimó en base al tamaño del predio y sistemas de producción, por lo que en los Casos 1 y 2 los costos indirectos corresponden al 5% de los costos directos, en los Casos 3, 4 y 5 al 4% y en los Caso 6, 7 y 8 al 3%.

Los Costos Indirectos para la Situación Base se presentan más adelante comparados con la Situación Con Proyecto, al igual que los parámetros agroeconómicos descritos con anterioridad.

5.1.2.5 Costos de Inversión Intrapredial de la Situación Base

En el Anexo 5.1 Flujos Agroeconómicos, se presenta el detalle de las inversiones intraprediales realizadas por Caso que se relacionan con sistemas de riego, drenaje y plantas de procesamiento.

5.1.2.6 Margen Neto de la Situación Base

En los Flujos Agroeconómicos (Anexo 5.1), el Margen Neto corresponde a los Ingresos percibidos por la producción agropecuaria del Caso menos los Costos Directos, Costos Indirectos, Costos Financieros, Inversiones, Transferencia Tecnológica y Asesoría Permanente.

En los Cuadro N° 5.6 en los ítem 5.1.3.9 que se muestran más adelante, se describen los Márgenes Netos para cada Caso, comparados con la Situación Con Proyecto.

5.1.3 Definición de la Situación Con Proyecto y Parámetros Agroeconómicos

La Situación Con Proyecto corresponde a la alternativa de desarrollo en la cual esta incorporado el mejoramiento del drenaje dentro del área de estudio a través del desarrollo del proyecto de “Recuperación de los Suelos con Mal Drenaje en el Sector Bajo del Huasco”, sumando, además, la capacitación y transferencia tecnológica entregada a los agricultores. Los beneficios de estos factores determinarán el cambio y nivel de los parámetros agroeconómicos que se plantean en esta situación.

Al igual que en la Situación Base, la Situación Con Proyecto también se proyecta a un período de evaluación de 30 años, considerando que se establece un año de estabilización con un flujo de crecimiento que parte con la Situación Actual Normalizada (Año Cero).

Los años estimados en que demora cada uno de los Casos en incorporarse al sistema corresponden a 18 años para los Casos 1 y 2, a 15 años para los Casos 3, 4 y 5 y, finalmente, de 12 años para los Casos de mayor superficie, 6, 7 y 8.

5.1.3.1 Análisis de los Rubros Productivos Propuestos

A continuación se presentan las especies seleccionadas para la Situación Con Proyecto, patrones productivos que serán analizados a continuación, desde la óptica de la adaptabilidad al sistema, de las expectativas de los agricultores y de las rentabilidades unitarias esperadas.

Frutales

- Olivos (aceite, mesa y cocktail)

El olivo es la especie que se estima tendría la mayor importancia dentro del área de estudio, especialmente en relación a la cantidad de superficie destinada a su producción.

Esto se debe a que actualmente, el olivo es casi la única especie frutal que se presenta en toda el área de estudio, ya que otras especies fueron mencionadas pero marginalmente. Los agricultores conservan una tradición que, aunque se implemente un nuevo proyecto que entregue mejores condiciones productivas, esta igualmente se mantendría fuertemente, especialmente, si consideramos las buenas condiciones climáticas y edafológicas que presenta la zona de proyecto que favorece la producción de olivos. Además, se debe destacar el mercado actual que tiene el olivo, tanto de mesa como de aceite.

Sobre esta base, y considerando que las expectativas de los agricultores en una Situación Con Proyecto obtenidas en la encuesta están enfocadas en un buen porcentaje a mejorar las producciones de olivos y a aumentar las producciones de frutales, se ha estimado este importante crecimiento del sector olivícola en la zona frente a una Situación Con Proyecto.

Este aumento y mejoramiento de la producción también iría acompañado de un mejoramiento, principalmente, en los sistemas de elaboración de subproductos mediante la industrialización del fruto, así como también en la apertura de nuevos mercados con mejores precios que permitan que el proceso completo de producción, industrialización y comercialización se realicen en forma exitosa y acorde con el mejoramiento otorgado por el desarrollo del proyecto.

Dentro del proceso de industrialización que se ha estimado en una Situación Con Proyecto, se considera que el mejoramiento estaría enfocado en la elaboración de aceite y de aceitunas rellenas para cocktail. El producto de esta elaboración traería un buen retorno al productor debido al mayor valor agregado que se puede obtener.

Cabe mencionar también que el aumento en superficie ocupada de olivos se debe principalmente al mayor aprovechamiento de suelo que actualmente no es utilizado, tanto porque se tiene sin uso voluntariamente como porque no es posible utilizarlo debido a las limitaciones de suelo con mal drenaje, hecho que no existiría en la Situación Con Proyecto.

Se estimó, en general, que la incorporación de frutales, tanto olivos como otros propuestos y que se comentarán a continuación, estaría enfocada principalmente a los Casos de mayor tamaño predial, ya que en superficies más grandes las economías a escala favorecen este tipo de producciones que implican un mayor costo de inversión y producción en comparación a especies clasificadas dentro de cultivos y hortalizas.

- **Damasco, Higuera y Membrillo**

Con motivo del interés de los agricultores de incorporar y mejorar producciones frutales y considerando la importancia de diversificar especies dentro del área de estudio, se estimó importante incorporar otras especies frutales además del olivo a la zona de estudio.

Las especies que se consideraron adecuadas en base a la adaptabilidad climática y edafológica fueron el damasco, la higuera y el membrillo. Por otra parte, el criterio de incorporación también se fundamenta en el mercado potencial que se puede alcanzar con sus productos, especialmente si la venta se realiza tras el procesamiento del fruto, de manera de aumentar el valor agregado y mejorar, finalmente, el ingreso de los agricultores.

Se estimó que la producción de damascos se destinaría completamente a deshidratado, la de higos se vendería en fresco y el membrillo sería procesado para venderlo principalmente como dulce de membrillo. Con estos productos sería posible abarcar nuevos mercados tanto nacionales como internacionales, en el caso del damasco y de los higos.

Hortalizas

- Zapallo guarda, Coliflor, Melón, Brócoli, Sandía, Repollo, Espárrago, Pimiento morrón, Cebolla, Ají, Zanahoria, Tomate, Lechuga, Pepino (ensalada), Tomate invernadero y Pepino dulce invernadero

El objetivo de incrementar la producción hortícola, especialmente en diversidad de especies, es que los agricultores tengan una mayor estabilidad de ingreso a través de los años, ya que las hortalizas presentan una gran variabilidad en los precios de venta de un año a otro.

Las especies hortícolas se han incorporado principalmente en predios de menor superficie y, casi en la totalidad de los Casos, como complemento a las producciones frutales, debido a que no requieren de una elevada inversión, hecho que puede ser observado por predios más pequeños y con una menor capacidad empresarial.

Por otra parte, se ha estimado que para el mayor aprovechamiento del suelo dentro de un mismo año productivo, la Situación Con Proyecto involucraría la rotación de especies. Entre las rotaciones se considera:

Brócoli – Melón
Brócoli – Pepino Ensalada
Coliflor – Zapallo
Repollo – Sandía
Lechuga – Tomate
Ají – Zanahoria
Cebolla – Pimiento Morrón

Flores

-Claveles e Ilusiones

La incorporación de flores como parte del patrón productivo del área de estudio, tiene principalmente, igual que en el caso de las hortalizas, diversificación la producción, de manera de que no existan solamente olivos y que no sea la única especie de la cual dependan económicamente los agricultores.

Las especies de flores que se incluirían en la Situación Con Proyecto, claveles e ilusiones, fueron escogidas en base a que, por una parte, tienen una buena adaptabilidad a la zona de estudio y, por otra parte, según las visitas a terreno, son especies que actualmente se están produciendo en la zona y mantienen buenos niveles de producción y adecuados sistemas de comercialización.

La distribución de estas especies dentro de cada Caso y las superficies ocupadas, se describen más adelante en el ítem 5.2 “Descripción de los Casos en Situación Con Proyecto”.

5.1.3.2 Producción de la Situación Con Proyecto

De acuerdo al manejo técnico propuesto para cada rubro, se estima que los agricultores en la Situación Con Proyecto alcanzarán los rendimientos unitarios más elevados que los presentes en la Situación Actual, valores que se detallan en las Fichas Técnicas elaboradas para cada uno de ellos (Anexo 5.3).

Las producciones potenciales que alcanzarán los cultivos para el año de estabilización, se presentan en detalle en el Anexo 5.1 “Flujos Agroeconómicos”.

5.1.3.3 Ingresos Brutos de la Situación Con Proyecto

Los ingresos generados en la Situación Con Proyecto resultan de la multiplicación de las producciones unitarias por los precios establecidos para la evaluación futura.

En el Cuadro N° 5.2 se presenta la estructura de Ingresos Brutos, generados a un año estabilizado, de la Situación Con Proyecto comparada con la Situación Base.

En el Anexo 5.1 de Flujos Agroeconómicos, se muestra la evolución de los ingresos individualizado por Caso y rubro.

Cuadro N° 5.2
Ingresos Brutos por Caso para la
Situación Base y Situación Con Proyecto al Año de Estabilización (Año 18)

Ingresos (\$/Caso)	Caso 1	Caso 2	Caso 3	Caso 4	Caso 5	Caso 6	Caso 7	Caso 8
Situación Base	996.643	1.684.396	3.995.786	5.872.128	3.039.897	22.855.788	105.007.326	0
Situación Con Proyecto	3.065.576	4.926.642	27.750.816	21.650.676	32.504.447	127.526.555	426.449.951	160.766.935

Fuente: Elaboración propia.

5.1.3.4 Costos Directos de la Situación Con Proyecto

Los Costos Directos que caracterizan el desarrollo de los rubros productivos, se elaboraron a partir de las Fichas Técnicas (que se presenta en el Anexo 5.3 del ítem 5.5 del presente capítulo) relativas al manejo de cada rubro productivo identificado.

En el Cuadro N° 5.3 se presentan los valores por hectárea y por Caso, calculados para el año de estabilización y comparados con la Situación Base.

Cuadro N° 5.3
Costos Directos por Caso para la
Situación Base y Situación Con Proyecto al Año de Estabilización (Año 18)

Costos Directos (\$/Caso)	Caso 1	Caso 2	Caso 3	Caso 4	Caso 5	Caso 6	Caso 7	Caso 8
Situación Base	753.783	1.273.945	2.830.873	4.075.040	1.659.451	15.272.387	70.166.581	43.435
Situación Con Proyecto	1.669.776	3.007.048	11.670.368	8.921.419	15.917.918	44.392.514	155.250.836	56.540.525

Fuente: Elaboración propia.

5.1.3.5 Costos Indirectos y Gastos Generales de la Situación Con Proyecto

Los Costos Indirectos de la Situación Con Proyecto están calculados a partir de los Costos Indirectos de la Situación Actual considerando los mismos porcentajes descritos en la Situación Base.

La información de Costos Indirectos de esta Situación se describe en el Cuadro N° 5.4 comparado con la Situación Base al año de estabilización correspondiente.

Cuadro N° 5.4
Costos Indirectos y Gastos Generales por Caso para la
Situación Base y Situación Con Proyecto al Año de Estabilización (Año 18)

Costos Indirectos y Gastos Generales (\$/Caso)	Caso 1	Caso 2	Caso 3	Caso 4	Caso 5	Caso 6	Caso 7	Caso 8
Situación Base	37.689	63.697	113.235	163.002	66.378	458.172	2.104.997	1.303
Situación Con Proyecto	83.489	150.352	466.815	356.857	636.717	1.331.775	4.657.525	1.696.216

Fuente: Elaboración propia.

5.1.3.6 Costos de Capacitación y Transferencia Tecnológica de la Situación Con Proyecto

El detalle de la información de costos de capacitación y transferencia tecnológica son presentados en detalle en el ítem 5.6.1 más adelante.

5.1.3.7 Costos de Asesoría Tecnológica Permanente de la Situación Con Proyecto

El detalle de la información de costos de asesoría tecnológica permanente son presentados en detalle en el ítem 5.6.2 más adelante.

5.1.3.8 Costos de Inversión Intrapredial de la Situación Con Proyecto

En el Anexo 5.1 Flujos Agroeconómicos, se presenta el detalle de las inversiones intraprediales realizadas por Caso que se relacionan con sistemas de riego, drenaje y plantas de procesamiento.

5.1.3.9 Margen Neto de la Situación Con Proyecto

El Margen Neto determinado para la Situación Con Proyecto se presenta en el Cuadro N° 5.5 para los años de estabilización según corresponda a cada Caso y comparable con la Situación Base.

Cuadro N° 5.5
Margen Neto por Caso para la
Situación Base y Situación Con Proyecto al Año de Estabilización (Año 18)

Margen Neto (\$/Caso)	Caso 1	Caso 2	Caso 3	Caso 4	Caso 5	Caso 6	Caso 7	Caso 8
Situación Base	205.171	346.754	1.051.678	1.634.086	1.314.069	7.125.230	32.735.748	(44.738)
Situación Con Proyecto	1.177.684	1.320.372	13.835.499	11.166.102	14.768.130	76.569.684	248.267.567	95.713.426

Fuente: Elaboración propia.

5.2 Descripción de los Casos en Situación Con Proyecto

Según se ha definido la Situación Con Proyecto y descrito sus características para todos los Casos, ha continuación se hace un resumen de toda esta información con el fin de mostrar el nivel de diferencia entre la Situación Actual y Con proyecto que presentan los Casos.

En el Cuadro N° 5.6 se muestra el patrón productivo de cada Caso en la Situación Con Proyecto. Se destaca que en este caso se informan rotaciones, las cuales están representadas en un mismo Caso por un mismo color, por lo que la superficie arable o con uso agrícola considera la suma exclusivamente de una de las especies que se encuentran en rotación.

Por ejemplo:

En el Caso 1 existen las rotaciones de:

- Brócoli – Lechuga, con 0,192 ha cada una
- Coliflor – Zapallo, con 0,192 ha cada una
- Repollo – Sandía, con 0,192 ha cada una

Además se presentan 0,576 ha de olivo para mesa, por lo que la superficie total con uso agrícola es igual a 1,151 ha.

Además, en el Cuadro N° 5.7 se muestra un resumen de las superficies totales según cada especie productiva y proyectadas al Universo Predial.

Cuadro N° 5.6
Patrón Productivo y Superficies por Casos para la Situación Con Proyecto

Superficies (ha)	Caso 1	Caso 2	Caso 3	Caso 4	Caso 5	Caso 6	Caso 7	Caso 8	Total Casos
	Rol 143-11	Rol 141-7	Rol 146-11	Rol 141-6	Rol 102-27	Rol 107-2	Rol 143-10	Rol 102-1	
Cultivos y Hortalizas									
Aji					2,006				
Brócoli	0,192				2,006				
Cebolla					2,006				
Coliflor	0,192								
Espárrago					2,006				
Invernadero Pepino Dulce						0,240		0,290	
Invernadero Tomate						0,240		0,290	
Lechuga		0,126			2,006				
Melón	0,192								
Pepino Ensalada					2,006				
Pimiento Morrón					2,006				
Repollo	0,192								
Sandía	0,192								
Tomate		0,126			2,006				
Zanahoria					2,006				
Zapallo	0,192								
Flores									
Clavel		0,020	0,107						
Ilusiones		0,020	0,107						
Frutales									
Damasco						2,398	3,194	1,739	
Higuera			0,357	0,336					
Membrillo				0,336		1,319			
Olivo – aceite			3,804	2,985		11,463	43,036	15,302	
Olivo – cocktail			0,346	0,271		1,151	3,912	1,391	
Olivo – mesa	0,576	2,252	2,196	1,500		6,691	28,105	9,390	
Superficie Arable	1,151	2,418	6,917	5,480	10,032	23,501	78,248	28,402	
Sup. No Arable	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	
Sup. No Productiva	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	
Sup. Ind. Productiva	0,048	0,101	0,214	0,168	0,310	0,480	1,597	0,580	
Sup. Drenaje Limitado	1,990	2,519	7,131	5,596	10,342	23,981	79,845	28,982	159,595
Sup. Buen Drenaje	0,069	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,664	0,444	1,177
Sup. Zona Preservación	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	3,263	0,158	0,000	3,421
Superficie Total	1,268	2,519	7,131	5,596	10,342	27,244	80,667	29,426	164,193
N° Predios representados	10	6	6	6	1	3	2	1	35

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro N° 5.7
Patrón Productivo y Superficie Total de Casos y
Proyectada al Universo Predial para la Situación Con Proyecto

Superficie (ha)	Superficie Total Casos (ha)	% de la Superficie Total Drenaje Limitado	Superficie Total Proyectada Universo Predial (ha)
Cultivos y Hortalizas			
Ají			
Brócoli	2,198	1,377 %	14,195
Cebolla	2,006	1,257 %	3,932
Coliflor	0,192	0,120 %	10,264
Espárrago	2,006	1,257 %	3,932
Invernadero Pepino Dulce	0,530	0,332 %	2,786
Invernadero Tomate	0,530	0,332 %	2,786
Lechuga	2,132	1,336 %	11,027
Melón			
Pepino Ensalada			
Pimiento Morrón			
Repollo	0,192	0,120 %	10,264
Sandía			
Tomate			
Zanahoria	2,006	1,257 %	3,932
Zapallo			
Flores			
Clavel	0,127	0,080 %	2,452
Ilusiones	0,127	0,080 %	2,452
Frutales			
Damasco	7,331	4,593 %	25,448
Higuera	0,692	0,434 %	9,660
Membrillo	1,655	1,037 %	10,442
Olivo – aceite	76,592	47,991 %	303,073
Olivo – cocktail	7,072	4,431 %	27,980
Olivo – mesa	50,710	31,774 %	338,005
Superficie Arable	156,098	97,809 %	782,629
Sup. Ind. Productiva	3,497	2,191 %	22,176
Sup. Mal Drenaje	159,595	100 %	804,805

Fuente: Elaboración propia.

Nota: Aunque se mencionan todas las especies, no se consideran las superficies en rotación del segundo cultivo para determinar la superficie total para los Casos y del Universo Predial.

Los parámetros Agroeconómicos para la Situación Con Proyecto se muestran en el Cuadro N° 5.8. Estos están extraídos de la evaluación económica y corresponden a un año en que todos los Casos han alcanzado su estabilización después de haberse incorporado en el proyecto.

Cuadro N° 5.8
Parámetros Agroeconómicos por Casos
para la Situación Con Proyecto (miles \$/Caso) (Año 18)

Parámetros Agroeconómicos (miles \$/Caso)	Caso 1	Caso 2	Caso 3	Caso 4	Caso 5	Caso 6	Caso 7	Caso 8
	Rol 143-11	Rol 141-7	Rol 146-11	Rol 141-6	Rol 102-27	Rol 107-2	Rol 143-10	Rol 102-1
Costos Directos	1.626	2.898	12.861	9.862	15.951	46.919	165.457	60.085
Costos Indirectos	81	144	514	394	638	1.407	4.963	1.802
Ingreso Bruto	2.986	4.615	24.270	18.703	32.504	112.961	378.369	143.763
Margen Neto	1.144	388	10.079	7.807	14.733	62.067	200.760	78.772

Fuente: Elaboración propia.

Nota: El margen neto esta calculado considerando costos de inversión y capacitación y transferencia tecnológica, datos que no están informados en el cuadro pero si se encuentran en el Anexo Flujos Agroeconómicos.

Datos descritos a un año de estabilización (Año 18)

5.3 Requerimientos de Inversión

Los requerimientos de inversión, corresponden a toda la infraestructura de apoyo a la producción agrícola, tanto primaria como secundaria que permite optimizar y mejorar el rendimiento o resultado final de los productos agrícolas que es necesario implementar de acuerdo al patrón productivo para una Situación con Proyecto.

Dentro de las inversiones a realizar están las correspondientes a invernaderos, plantas de producción de aceite de oliva, aceitunas rellenas, damascos deshidratados y elaboración de dulce de membrillo, así como también aquellas inversiones en sistemas de riego tecnificado y drenaje intrapredial.

5.3.1 Costos de implementación de sistemas de riego

En este acápite se consideraron los sistemas de riego que implican el uso de tuberías, o sistemas de presurización, los que aplicados al diseño de los sistemas de riego, permiten mejorar la eficiencia de aplicación del riego, y permiten controlar los caudales aplicados. Para los sistemas de riego tradicionales (tendido, bordes, surcos) no se incluye el itemizado de los costos, ya que éstos se presentan como parte de las inversiones del cultivo propiamente tal.

En el análisis se consideraron los componentes principales de los sistemas, de tal manera de simplificar las tablas de costos. Los valores señalados, corresponden a materiales, diseño e instalación. Los costos anuales de operación y mantenimiento, se estimaron como una fracción sobre la base del costo total del sistema. El costo anual de reposición se estimó a partir del análisis de la vida útil de los componentes principales de los sistemas.

5.3.1.1 Sistema de surcos con conducción del tipo californiano

Consiste en la conducción y distribución de aguas mediante tuberías livianas, colocadas en la superficie del terreno, aprovechando la topografía. Entrega caudales a presiones reguladas orientados hacia los surcos mediante los cuales se aplica el agua al suelo. En el Cuadro N° 5.9 se presentan los costos por ha.

Cuadro N° 5.9
Componentes de Costos/ ha , Sistema de Surcos con Conducción del Tipo Californiano

Item	Unidad	Cantidad	Precio (\$)	Sub Total (\$)
Tuberías de conducción	M	38	2.318	88.084
Tuberías de distribución	M	58	3.122	181.076
Válvulas y piezas especiales	Global	1	112.545	112.545
Instalación	Global	1	12.000	12.000
Desarenador y cámaras	Global	1	108.115	108.115
Transporte	Global	1	18.000	18.000
Topografía	Global	1	20.000	20.000
Diseño y puesta en marcha	Global	1	50.000	50.000
Costo total				589.820
Costo anual de operación	%	5,00	589.820	29.491
Costo anual de mantenimiento	%	2,00	589.820	11.796
Costo anual de reposición	%	3,50	589.820	20.643

Fuente: Elaboración propia en base a antecedentes de proveedores.

El sistema de riego considerado, presenta un valor total de \$589.820/ha, con un costo anual de operación de \$29.491/ha equivalente al 5% del costo total señalado. Además, se incluye un costo anual de mantenimiento (2,0%) y de reposición (3,5%) que alcanza a los \$11.796 y \$20.643/ha en forma respectiva.

Las tuberías de distribución representan el ítem de costos de mayor importancia en este sistema, ya que significa un 30,7% de los costos totales.

5.3.1.2 Sistema de riego por goteo

Corresponde a un sistema presurizado, que produce un humedecimiento limitado y localizado. El agua se entrega mediante goteros o emisores instalados en la tubería lateral de distribución. Requiere e un sistema eficiente de filtrado y de mantención de los emisores. En el Cuadro N° 5.11 se presenta la estimación de los costos del sistema por ha.

Cuadro N° 5.10
Componentes de Costo/ ha, Sistema de Riego por Goteo

Ítem	Unidad	Cantidad	Precio Unitario (\$)	Sub Total (\$)
Goteros	Unidad	1.200	70	84.000
Tuberías Laterales	m	1.800	110	198.000
Tuberías secundarias y principales	Global	1	225.320	225.320
Válvulas	Unidad	4	35.000	140.000
Programador	Unidad	1	110.000	110.000
Cabezal de filtros	Unidad	1	305.000	305.000
Unidad de bombeo	Unidad	1	125.000	125.000
Cableado	Global	1	40.000	40.000
Instalación	Global	1	300.000	300.000
Construcción de obras anexas	Global	1	250.000	250.000
Transporte	Global	1	120.000	120.000
Topografía	Global	1	45.000	45.000
Diseño y puesta en marcha	Global	1	145.000	145.000
Total				2.087.320
Costos anuales de operación	%	1,00	2.087.320	20.873
Costos anuales de mantenimiento	%	2,00	2.087.320	41.746
Costos anuales de reposición	%	10,00	2.087.320	208.732

Fuente: Elaboración propia en base a antecedentes de proveedores.

El costo total del sistema de riego por goteo, asciende a los \$2.087.320/ha con un costo anual de operación de \$20.873/ha equivalente al 1% del costo total del sistema. El costo anual de mantenimiento es de \$41.746/ha y un costo anual de reposición de \$208.732/ha lo que equivale a un 2 y 10% del costo total de inversión para este sistema.

El ítem que presenta el mayor costo para la implementación de este sistema de riego es el cabezal de filtros, con un 14,6% del total.

5.3.1.3 Sistema de riego por cintas

De modo similar al sistema de riego por goteo, el riego por cinta corresponde a un sistema presurizado, que produce un humedecimiento limitado y localizado, pero entregando el agua mediante cintas de riego sobre la terciaria de distribución. También requiere de un sistema eficiente de filtrado y de mantención de las cintas.

La duración de las cintas de riego no va más allá de dos temporadas, de tal manera que corresponde al elemento crítico en este sistema. En el Cuadro N° 5.12 se presenta la desagregación de los costos.

Cuadro N° 5.11
Componentes de Costo/ ha, Sistema de Riego por Cintas

Ítem	Unidad	Cantidad	Precio Unitario (\$)	Sub Total (\$)
Cintas	m	6.000	48	288.000
Tuberías secundarias y principales	Global	1	200.320	200.320
Válvulas	Unidad	2	30.000	60.000
Programador	Unidad	1	60.000	60.000
Cabezal de filtros	Unidad	1	205.000	205.000
Unidad de bombeo	Unidad	1	100.000	100.000
Cableado	Global	1	21.000	21.000
Instalación	Global	1	65.000	65.000
Transporte	Global	1	60.680	60.680
Diseño y puesta en marcha	Global	1	90.000	90.000
Total				1.150.000
Costos anuales de operación	%	1,0	1.150.000	11.500
Costos anuales de mantenimiento	%	2,0	1.150.000	23.000
Costos anuales de reposición	%	50,0	288.000	144.000

Fuente: Elaboración propia en base a antecedentes de proveedores.

Para el riego por cintas, se tiene un costo total de inversión de \$1.150.000/ha con un costo anual de operación \$11.500/ha equivalente al 1% del costo total de inversión para este sistema. El costo anual de mantenimiento se ha establecido en \$23.000/ha lo que implica un 2% del costo total y por otra parte, se tiene que el costo anual de reposición alcanza al 50% del valor total de las cintas de riego.

5.3.2 Costos de implementación de sistemas de drenaje intrapredial

En la estimación de los costos de instalación y mantención de un sistema de drenaje intrapredial se tomaron tres predios del área de estudio de manera de representar los diferentes tamaños prediales existentes en dicha área. Cabe señalar que el detalle de la metodología y los cálculos realizados para los tres diseños tipo se presentan en el Capítulo 6 del presente estudio.

Los sistemas de drenaje tipo, contemplan drenes entubados con una cámara de inspección por dren, y una obra de albañilería en la boca de salida hacia el colector.

En general, en la estimación se incluyeron los costos de trazado de obras y topografía, excavación con retroexcavadora, colocación de tuberías, relleno de tierra a mano y materiales (tubo de drenaje corrugado).

5.3.2.1 Casos 1 y 2

En el Cuadro N° 5.12 se presenta la estimación de los costos del sistema de drenaje para los predios pequeños definidos como Casos 1 y 2. La superficie del sistema de drenaje tipo para estos Casos es de 3,6 ha.

El costo total de construcción y materiales es de \$3.022.684, lo que equivale a \$ 839.401/ ha.

Cuadro N° 5.12
Costos de Construcción y Mantenimiento Anual, Casos 1 y 2

Item	Cantidad	Unidad	Pr. Unitario (\$)	Total (\$)
Trazado de obras y topografía	20	hrs	25.000	500.000
Excavación de zanjas	460	m ³	1.250	575.000
Colocación de tuberías	376	m	300	112.800
Relleno de tierra a mano	15	JH	10.000	150.000
Relleno de tierra con maquinaria	460	m ³	1.250	575.000
Materiales				
Tubería drenaje 100 mm	376	m	1.114	418.789
Cameras de observación	2	unidad	250.000	500.000
Albañilería boca salida colector	2	m ²	10.000	20.000
Imprevistos	6%			171.095
Total				3.022.684
Total /ha (3,6 ha)				839.401
Costos anuales de mantenimiento	2,0	%	3.022.684	60.454

Fuente: Elaboración propia en base a antecedentes de proveedores.

El costo anual de mantenimiento, se estimó sobre la base de lo señalado por CIREN (1996), que señala un costo de 2% sobre el costo total en materiales y construcción. De esta forma, el costo anual de mantenimiento es de \$60.454 que equivale a \$16.793/ha.

5.3.2.2 Casos 3, 4 y 5

Los costos de construcción y mantenimiento, para el drenaje tipo de estos Casos, se presenta en el Cuadro N° 5.13. El costo de construcción alcanza a \$4.569.427 para el total de la superficie del predio, equivalente a \$810.870/ha. El costo de mantenimiento anual, siguiendo la metodología señalada para el drenaje tipo anterior, es de \$90.753 (\$16.217/ha).

Cuadro N° 5.13
Costos de Construcción y Mantenimiento Anual, Casos 3, 4 y 5

Item	Cantidad	unidad	Precio unitario (\$)	Total (\$)
Trazado de obras y topografía	25	unidad	25.000	625.000
Excavación de zanjas	735	m ³	1.250	918.750
Colocación de tuberías	600	m	300	180.000
Relleno de tierra a mano	20	JH	10.000	200.000
Relleno de tierra con maquinaria	735	m ³	1.250	918.750
Materiales				
Tubería drenaje 100 mm	600	m	1.114	668.280
Cámaras de observación	3	unidad	250.000	750.000
Albañilería boca salida colector	2	m ²	10.000	20.000
Imprevistos	6%			256.847
Total				4.537.627
Total /ha (5,596 ha)				810.870
Costo anual de mantenimiento	2,0	%	4.537.627	90.753

Fuente: Elaboración propia en base a antecedentes de proveedores.

5.3.2.3 Casos 6, 7 y 8

El costo de construcción para el drenaje tipo de estos Casos, se estimó en \$23.740.767 equivalente a \$989.982/ ha. El desglose de estos costos totales se presenta en el Cuadro N° 5.14.

El costo anual de mantenimiento alcanza a \$474.815, que es equivalente a \$19.800/ha, considerando una superficie del diseño tipo de 23,981 ha.

Cuadro N° 5.14
Costos de Construcción y Mantenimiento Anual, Casos 6, 7 y 8

Item	Cantidad	Unidad	Pr. Unitario (\$)	Total (\$)
Trazado de obras y topografía	80	Hrs	15.000	1.200.000
Excavación de zanjas	4.095	m ³	1.250	5.118.750
Colocación de tuberías	3.250	M	300	975.000
Relleno de tierra a mano	90	JH	10.000	900.000
Relleno de tierra con maquinaria	4.095	m ³	1.250	5.118.750
Materiales				
Tubería drenaje 160 mm	3.250	M	2.011	6.534.450
Camaras de observación	10	Unidad	250.000	2.500.000
Albañilería boca salida colector	5	m ²	10.000	50.000
Imprevistos	6%			1.343.817
Total				23.740.767
Total /ha (23,981 ha)				989.982
Costos anuales de mantenimiento	2%		23.740.767	474.815

Fuente: Elaboración propia en base a antecedentes de proveedores.

5.3.3 Inversiones en invernaderos

Las hortalizas que se destinan a ser producidas en invernaderos para los Casos 6 y 8, son el pepino dulce y el tomate, ya que presentan una adecuada rentabilidad comparadas con las restantes propuestas para la Situación con Proyecto. Los valores de inversión en infraestructura de invernaderos, están calculados por hectárea asumiendo que cada nave ocupa una superficie de 300 m².

En el Cuadro N° 5.16 se presenta el desglose de los costos por hectárea de invernaderos con valores a diciembre del 2001, la que en total alcanza un monto de \$12.741.759/ha.

Cuadro N° 5.15
Valores de Inversión en Infraestructura de Invernaderos

Item	Unidad	Unidad/ha	N° Veces	Pr. Unitario	Total / ha
Estructura invernadero	Global	1,0	1	8.114.483	8.114.483
Grapas	Kg	4,0	1	489	1.956
Plástico invernadero	Kg	1.200,0	1	1.586	1.903.200
Estacas	U	4.350,0	1	127	552.450
Postes	U	600,0	1	264	158.400
Coligües	U	45.000,0	1	12	540.000
Alambre	Kg	1.440,0	1	582	838.080
Flete Insumos	Kg	2.644,0	1	10	26.440
Imprevistos (5%)					606.750
Total Inversión (\$/ha)					12.741.759

Fuente: Elaboración propia en base a antecedentes de proveedores.

La vida útil de la estructura del invernadero es de 4 años, considerando reparaciones anuales que alcanzan al 10% del valor de dicha estructura. Por otra parte, el plástico del invernadero presenta una vida útil de 2 años, por lo que al tercer año, debe ser reemplazado por uno nuevo.

El flujo de inversiones para invernaderos de pepino dulce y tomate, se presenta en detalle en el Anexo 5.3 de fichas técnicas de hortalizas para la Situación con Proyecto.

5.3.4 Inversiones en Planta para Aceite de Oliva

En el área de estudio se proyecta la implementación de plantas para la producción de aceite de oliva en los predios representados por los Casos 3, 4, 6, 7 y 8. La capacidad de procesamiento se determinó por la producción total estimada al año de plena producción de huertos de olivo con variedades aceiteras, para cada uno de los Casos señalados.

La cosecha de la aceituna destinada a aceite, se desarrolla en un periodo de 3 meses (90 días). Esta aceituna no se debe almacenar, debido a que se obtiene un aceite de menores características organolépticas comparado con aceites elaborados con aceitunas recién cosechadas, por lo que la planta deberá ser capaz de procesar la producción total en el período señalado.

Por otra parte, se estima que el contenido de aceite de las aceitunas provenientes de variedades aceiteras como Arbequina, Empeltre y Picual, es en promedio un 20,3%

Para los Casos 3 y 4, se estima una producción anual conjunta de 729.715 kg de aceitunas lo que equivale a 148.132 L de aceite por año para una superficie de 93,7 ha (Cuadro N° 5.16). La producción total de aceitunas, se determinó a partir del rendimiento promedio para los Casos anteriormente señalados (Anexo 5.3), la que corresponde al ponderado del rendimiento para variedades de olivo aceiteras con riego gravitacional (7.438 kg/ha) y con riego tecnificado (8.838 kg/ha).

La superficie proyectada para variedades de olivo aceiteras bajo riego gravitacional es de un 75% del total de ésta en los Casos 3 y 4, mientras que para riego tecnificado se considera un 25%.

Cuadro N° 5.16
Producción Total de Aceitunas y Aceite de Oliva Casos 3 y 4

Caso	Sup. Unitaria (ha)	Sup. Proyectada (ha)	Rendimiento (kg/ha)	Producción de Aceitunas (kg/año)	Producción de Aceite (L/año)
Caso 3	3,80	46,85	7.788	364.857	74.066
Caso 4	2,99	46,85	7.788	364.857	74.066
Total	-	93,70	-	729.715	148.132

Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo al Cuadro anterior y a información de maquinaria e infraestructura proporcionada por agentes comercializadores e importadores, se determinó el tamaño de planta que permitirá procesar el total de la producción definida en el Cuadro anterior, considerando tres alternativas de planta.

Procesadora 1

- Capacidad Máxima	35 kg/hora
- Tpo. Trab. Diario	16 Horas
- Procesamiento/día	560 kg/día
- Producción Aceitunas	729.715 Kg
- Procesamiento Exigido en Periodo de Cosecha	8.108 kg/día (Período de 3 meses de cosecha = 90 días)
- Número de Plantas Requeridas	14,48

Procesadora 2

- Capacidad Máxima	120 kg/hora
- Tpo. Trab. Diario	16 Horas
- Procesamiento/día	1.920 kg/día
- Producción Aceitunas	729.715 Kg
- Procesamiento Exigido en Periodo de Cosecha	8.108 kg/día (Período de 3 meses de cosecha = 90 días)
- Número de Plantas Requeridas	4,22

Procesadora 3

- Capacidad Máxima	350 kg/hora
- Tpo. Trab. Diario	16 Horas
- Procesamiento/día	5600 kg/día
- Producción Aceitunas	729.715 Kg
- Procesamiento Exigido en Periodo de Cosecha	8.108 kg/día (Período de 3 meses de cosecha = 90 días)
- Número de Plantas Requeridas	1,448

Luego de analizadas las tres procesadoras, se determinó que con dos plantas procesadoras N° 3 se puede elaborar aceite de oliva en el período que se desarrolla la cosecha de aceitunas, para la totalidad de la superficie de variedades aceiteras de los Casos 3 y 4. El detalle de los flujos de inversiones y costos de operación y mantención de la planta elaboradora de aceite de oliva para estos Casos, se presenta en detalle en el Anexo 5.3 (Año 4 al 10).

Los valores presentados en dichas fichas, se presentan también por unidad de superficie (\$/ha), para posteriormente ser utilizados en los flujos de la Evaluación Económica del Proyecto.

En el Cuadro N° 5.17 se consignan los precios (\$ S/IVA) de la maquinaria e infraestructura que se requieren para las plantas elaboradoras de aceite de oliva al año de plena producción. Es necesario señalar que la inversión en estanques se realiza gradualmente de acuerdo al crecimiento de la producción hasta el año de estabilización (año 10) y por otra parte, se considerará una capacidad de embotellamiento del 50% del total de aceite producido.

Cuadro N° 5.17
Inversiones en Planta para Aceite de Oliva Casos 3 y 4 (\$ S/IVA)

Item	Unidad	U/ Planta	N° Plantas	Pr. Unitario	Costo Total
1. Maquinaria					
Equipo Oliomio 350	U	1	2	31.076.231	62.152.462
Módulo Filtros	U	1	2	4.383.048	8.766.096
Estanques Acero Inox. 10.000 L	U	4	2	2.000.000	16.000.000
Bomba Inyectora Pentax MP 80-3 0.8 HP	U	1	2	95.000	190.000
2. Infraestructura					
Planta	m ²	200	2	100.000	40.000.000
3. Imprevistos (5%)					6.355.428
TOTAL INVERSION CASOS 3 Y 4					133.463.986
TOTAL INVERSION / ha					1.424.331

Fuente: Elaboración propia.

El costo total para las dos plantas elaboradoras de aceite de oliva para los Casos 3 y 4, es de \$133.463.986 al año de plena producción, lo que significa un valor por hectárea de \$1.424.331. El costo de mantención anual, equivale al 1,5% de la inversión inicial más el mismo porcentaje de las inversiones anuales hasta el año de plena producción (Anexo 5.3).

En los Casos 6, 7 y 8, se estima una producción anual de 2.104.222 kg de aceitunas lo que equivale a 427.157 L de aceite por año para una superficie de 209,37 ha (Cuadro N° 5.18). La producción total de aceitunas, se determinó a partir del rendimiento promedio para los Casos 6, 7 y 8 (Anexo 5.3), la que corresponde al ponderado del rendimiento para variedades de olivo aceiteras con riego gravitacional (9.450 kg/ha) y con riego tecnificado (11.250 kg/ha).

La superficie proyectada para variedades de olivo aceiteras bajo riego gravitacional es de 2/3 del total de ésta en los Casos anteriormente señalados, mientras que para riego tecnificado se considera 1/3.

Cuadro N° 5.18
Producción Total de Aceitunas y Aceite de Oliva Casos 6, 7 y 8

Casos	Sup. Unitaria (ha)	Sup. Proyectada (ha)	Rendimiento (kg/ha)	Producción de Aceitunas (kg/año)	Producción de Aceite (L/año)
Caso 6	11,46	44,96	10.050	451.822	91.720
Caso 7	43,04	66,98	10.050	673.180	136.656
Caso 8	15,30	97,43	10.050	979.219	198.781
Total		209,37		2.104.222	427.157

Fuente: Elaboración propia.

Para definir el tamaño y número de plantas que puedan procesar la producción total de los Casos anteriores, se procedió de igual forma que para los Casos 3 y 4, considerando tres tamaños de planta.

Procesadora 1

- Capacidad Máxima	35 kg/hora
- Tpo. Trab. Diario	16 Horas
- Procesamiento/día	560 kg/día
- Producción Aceitunas	2.104.222 Kg
- Procesamiento Exigido en Periodo de Cosecha	23.380 kg/día (Período de 3 meses de cosecha = 90 días)
- Número de Plantas Requeridas	41,75

Procesadora 2

- Capacidad Máxima	120 kg/hora
- Tpo. Trab. Diario	16 Horas
- Procesamiento/día	1.920 kg/día
- Producción Aceitunas	2.104.222 Kg
- Procesamiento Exigido en Periodo de Cosecha	23.380 kg/día (Período de 3 meses de cosecha = 90 días)
- Número de Plantas Requeridas	12,18

Procesadora 3

- Capacidad Máxima	350 kg/hora
- Tpo. Trab. Diario	16 Horas
- Procesamiento/día	5.600 kg/día
- Producción Aceitunas	2.104.222 Kg
- Procesamiento Exigido en Periodo de Cosecha	23.380 kg/día (Período de 3 meses de cosecha = 90 días)
- Número de Plantas Requeridas	4,17

Según lo anterior, para procesar la producción de los Casos 6, 7 y 8 se requieren cuatro plantas procesadoras N° 3. Las otras alternativas, por su baja capacidad de procesamiento, implicarían el establecimiento de una alta cantidad de plantas el área de estudio.

El detalle de los flujos de inversiones y costos de operación y mantención de la planta elaboradora de aceite de oliva para los Casos señalados, se presenta en detalle en el Anexo 5.3 (Año 4 al 10). Tal como ocurre en los Casos 3 y 4, los valores presentados en dichas fichas, corresponden a precios por unidad de superficie (\$/ha), para posteriormente ser utilizados en los flujos de la Evaluación Económica del Proyecto.

En el Cuadro N° 5.19 se consignan los precios (\$ S/IVA) de la maquinaria e infraestructura que se requieren para las plantas elaboradoras de aceite de oliva en los Casos 6, 7 y 8 al año de plena producción.

Cuadro N° 5.19
Inversiones en Planta para Aceite de Oliva Casos 6, 7 y 8 (\$ S/IVA)

Item	Unidad	U/ Planta	N° Plantas	Pr. Unitario	Costo Total
1. Maquinaria					
Equipo Oliomio 350	U	1	4	31.076.231	124.304.924
Módulo Filtros	U	1	4	4.383.048	17.532.192
Estanques Acero Inox. 10.000 L	U	6	4	2.000.000	48.000.000
Bomba Inyectora Pentax MP 80-3 0.8 HP	U	1	4	95.000	380.000
2. Infraestructura					
Planta	m ²	200	4	100.000	80.000.000
3. Imprevistos (5%)					13.510.856
TOTAL INVERSION CASOS 6, 7 Y 8					283.727.972
TOTAL INVERSION / ha		209,37	Ha	1.355.149	

Fuente: Elaboración propia.

El costo total para las cuatro plantas elaboradoras de aceite de oliva en los Casos anteriormente señalados, es de \$283.727.972 al año de plena producción, lo que significa un valor por hectárea de \$1.355.149. El costo de mantención anual, equivale al 1,5% de la inversión inicial más el mismo porcentaje de las inversiones anuales hasta el año de plena producción (Anexo 5.3). La vida útil considerada para las plantas aceiteras es de 35 años.

Al analizar los costos unitarios para cada grupo de Casos, se tiene que estos son menores para los Casos 6, 7 y 8, debido principalmente al efecto de la economía de escala que se da por la mayor superficie que representan éstos respecto de los Casos 3 y 4.

5.3.5 Inversiones en Planta para Aceitunas Rellenas

Una parte de la producción de aceitunas de mesa del área de estudio, se proyecta destinarla a relleno, para lo cual se implementarán plantas para la producción de aceitunas para cocktail en los predios representados por los Casos 3, 4, 6, 7 y 8. La capacidad de procesamiento se determinó por la producción total estimada al año de plena producción de huertos de olivo con variedades de mesa, para cada uno de los Casos señalados.

La cosecha de la aceituna destinada a relleno, se desarrolla en un periodo de 3 a 4 meses (90 a 120 días). Esta aceituna se puede almacenar en estanques con salmuera, por lo que la capacidad de almacenamiento de la planta se estima en 1/3 de la producción total anual.

La aceituna rellena es equivalente a aproximadamente un 70% del peso de una aceituna normal con su hueso y el relleno utilizado para efectos de esta evaluación, es el pimiento. Para rellenar 1 kg de aceitunas se necesitan 1,55 kg de pimiento.

En los Casos 3 y 4, se estima una producción anual conjunta de 75.815 kg de aceitunas lo que equivale a 53.070 kg de aceitunas rellenas por año para una superficie de 8,52 ha (Cuadro N° 5.20). La producción total de aceitunas, se determinó a partir del rendimiento promedio para los Casos 3 y 4 (Anexo 5.3), la que corresponde al ponderado del rendimiento para variedades de olivo de mesa con riego gravitacional (8.500 kg/ha) y con riego tecnificado (10.100 kg/ha).

La superficie proyectada para variedades de olivo aceiteras bajo riego gravitacional es de un 75% del total de ésta en los Casos 3 y 4, mientras que para riego tecnificado se considera un 25%.

Cuadro N° 5.20
Producción Total de Aceitunas para Cocktail Casos 3 y 4

Casos	Sup. Unitaria (ha)	Sup. Proyectada (ha)	Rendimiento (kg/ha)	Producción de Aceitunas (kg/año)	Producción de Aceitunas Cocktail (kg/año)
Caso 3	0,35	4,26	8.900	37.907	26.535
Caso 4	0,27	4,26	8.900	37.907	26.535
Total	-	8,52	-	75.815	53.070

Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo al Cuadro anterior y a información de maquinaria e infraestructura proporcionada por agentes comercializadores e importadores, se determinó el tamaño de planta que permitirá procesar el total de la producción definida en el Cuadro N° 5.20, considerando dos alternativas de planta.

Procesadora 1

- Capacidad Máxima	20 kg/hora
- Tpo. Trab. Diario	16 Horas
- Procesamiento/día	320 kg/día
- Producción Aceitunas	75.815 Kg
- Procesamiento Exigido en Periodo de Cosecha	361 kg/día (Período de 7 meses = 210 días)
- Número de Plantas Requeridas	1,13

Procesadora 2

- Capacidad Máxima	70 kg/hora
- Tpo. Trab. Diario	16 Horas
- Procesamiento/día	1.120 kg/día
- Producción Aceitunas	75.815 Kg
- Procesamiento Exigido en Periodo de Cosecha	361 kg/día (Período de 7 meses = 210 días)
- Número de Plantas Requeridas	0,32

Luego de analizadas las dos procesadoras, se determinó que con una planta procesadoras N° 1 se pueden procesar las aceitunas para la totalidad de la superficie que requieren los Casos 3 y 4. La planta con la procesadora N° 2 por su mayor capacidad, permitiría elaborar aceitunas en un menor tiempo pero a un costo mucho más alto.

El detalle de los flujos de inversiones y costos de operación y mantención de la planta elaboradora de aceitunas rellenas para los Casos 3 y 4, se presenta en detalle en el Anexo 5.3 (Año 4 al 10). Los valores de dichas fichas, se presentan también por unidad de superficie (\$/ha), para posteriormente ser utilizados en los flujos de la Evaluación Económica del Proyecto.

En el Cuadro N° 5.21 se consignan los precios (\$ S/IVA) de la maquinaria e infraestructura que se requieren para la planta elaboradora de aceite de oliva al año de plena producción. Es necesario señalar que la inversión en estanques se realiza gradualmente de acuerdo al crecimiento de la producción hasta el año de estabilización (año 10).

Cuadro N° 5.21
Inversiones en Planta para Aceitunas de Cocktail Casos 3 y 4 (\$ S/IVA)

Item	Unidad	U/ Planta	N° Plantas	Pr. Unitario	Costo Total
1. Maquinaria					
Deshuesadora SN-200	U	1	1	1.126.557	1.126.557
Calibradora	U	1	1	4.000.000	4.000.000
Estanques 1.000 L	U	6	1	75.000	450.000
Estanques 5.000 L	U	9	1	360.000	3.240.000
Estanques 10.000 L	U	3	1	730.000	2.190.000
2. Infraestructura					
Planta y almacenaje	Gl	1	1	8.520.000	8.520.000
3. Imprevistos (5%)					976.328
TOTAL INVERSION CASOS 3 Y 4					20.502.885
TOTAL INVERSION / ha					2.406.881
	8,52	ha			

Fuente: Elaboración propia.

El costo total para la planta elaboradora de aceitunas de cocktail en los Casos 3 y 4, es de \$20.502.885 al año de plena producción, lo que significa un valor por hectárea de \$2.406.881. El costo de mantenimiento anual, equivale al 1,5% de la inversión inicial más el mismo porcentaje de las inversiones anuales hasta el año de plena producción (Anexo 5.3).

En los Casos 6, 7 y 8, se estima una producción anual conjunta de 217.322 kg de aceitunas lo que equivale a 152.125 kg de aceitunas rellenas por año para una superficie de 19,46 ha (Cuadro N° 5.22). La producción total de aceitunas, se determinó a partir del rendimiento promedio para los Casos señalados (Anexo 5.3), la que corresponde al ponderado del rendimiento para variedades de olivo de mesa con riego gravitacional (10.500 kg/ha) y con riego tecnificado (12.500 kg/ha).

La superficie proyectada para variedades de olivo aceiteras bajo riego gravitacional es de 2/3 del total de ésta en los Casos 6, 7 y 8, mientras que para riego tecnificado se considera 1/3.

Cuadro N° 5.22
Producción Total de Aceitunas para Cocktail Casos 6, 7 y 8

Casos	Sup. Unitaria (ha)	Sup. Proyectada (ha)	Rendimiento (kg/ha)	Producción de Aceitunas (kg/año)	Producción de Aceitunas Cocktail (kg/año)
Caso 6	1,15	4,51	11.167	50.413	35.289
Caso 7	3,91	6,09	11.167	67.988	47.599
Caso 8	1,39	8,86	11.167	98.911	69.238
Total	-	19,46	-	217.322	152.125

Fuente: Elaboración propia.

Para definir el tamaño y número de plantas que puedan procesar la producción total de los Casos 6, 7 y 8, se procedió de igual forma que para los Casos 3 y 4, considerando dos tamaños de planta.

Procesadora 1

- Capacidad Máxima	20 kg/hora
- Tpo. Trab. Diario	16 Horas
- Procesamiento/día	320 kg/día
- Producción Aceitunas	217.322 Kg
- Procesamiento Exigido en Periodo de Cosecha	1.207 kg/día (Periodo de 6 meses = 180 días)
- Número de Plantas Requeridas	3,77

Procesadora 2

- Capacidad Máxima	70 kg/hora
- Tpo. Trab. Diario	16 Horas
- Procesamiento/día	1.120 kg/día
- Producción Aceitunas	217.322 Kg
- Procesamiento Exigido en Periodo de Cosecha	1.207 kg/día (Periodo de 6 meses = 180 días)
- Número de Plantas Requeridas	1,08

La planta con la procesadora N° 2 es la que mejor se ajusta a los requerimientos de proceso para los Casos 6, 7 y 8, ya que se requiere sólo una planta para un periodo de 6 meses.

El detalle de los flujos de inversiones y costos de operación y mantención de la planta elaboradora de aceitunas de cocktail para los Casos analizados, se presenta en detalle en el Anexo 5.3 (Año 4 al 10). Además se presentan los valores de inversión detallados por hectárea.

En el Cuadro N° 5.23 se consignan los precios (\$ S/IVA) de la maquinaria e infraestructura que se requieren para la planta elaboradora de aceitunas de cocktail en los Casos 6, 7 y 8, al año de plena producción.

Cuadro N° 5.23
Inversiones en Planta para Aceitunas de Cocktail Casos 6, 7 y 8 (\$ S/IVA)

Item	Unidad	U/ Planta	N° Plantas	Pr. Unitario	Costo Total
1. Maquinaria					
Deshuesadora SN-700	U	1	1	1.980.876	1.980.876
Calibradora	U	1	1	10.000.000	10.000.000
Estanques 1.000 L	U	12	1	75.000	900.000
Estanques 5.000 L	U	9	1	360.000	3.240.000
Estanques 10.000 L	U	18	1	730.000	13.140.000
2. Infraestructura					
Planta y almacenaje	Gl	1	1	12.690.000	12.690.000
3. Imprevistos (5%)					2.097.544
TOTAL INVERSION CASOS 6, 7 Y 8					41.950.876
TOTAL INVERSION / ha 19,46 ha					2.155.620

Fuente: Elaboración propia.

El costo total para la planta elaboradora de aceitunas de cocktail en los Casos señalados, es de \$41.950.876 al año de plena producción, lo que significa un valor por hectárea de \$2.155.620. El costo de mantención anual, equivale al 1,5% de la inversión inicial más el mismo porcentaje de las inversiones anuales hasta el año de plena producción (Anexo 5.3).

La vida útil para las plantas anteriormente descritas, es de 35 años. Sin embargo, se estima que la vida útil de los estanques utilizados es de 10 años.

En este tipo de plantas, el número de estanques es elevado debido a que se necesita el triple de unidades por kg de proceso. Las aceitunas entran primero a la sodificación y lavado, posteriormente pasan a otro estanque para su fermentación y finalmente se requiere otro estanque para el almacenaje.

5.3.6 Inversiones en Planta para Damasco Deshidratado

La producción de damasco deshidratado se propone para los predios representados por los Casos 6, 7 y 8 y considera el secado de la fruta al aire libre previo tratamiento de sulfuración. Luego del deshidratado, el producto final se deberá envasar y rotular para ser comercializado en mercados nacionales y de exportación.

La producción de damascos deshidratados (Cuadro N° 5.24), se estima en 80.755 kg anuales, los que se calculan de acuerdo al valor de rendimiento ponderado para la superficie de damascos con riego tradicional (3.400 kg/ha) y riego tecnificado (3.060 kg/ha) proyectado al total del sistema.

En los casos analizados se considera que 2/3 de la superficie de damascos se riega con métodos gravitacionales y el tercio restante mediante riego tecnificado.

Cuadro N° 5.24
Producción Total de Damascos Deshidratados Casos 6, 7 y 8

Casos	Sup. Unitaria (ha)	Sup. Proyectada (ha)	Rendimiento (kg/ha)	Producción de Damascos Deshidratados (kg/año)
Caso 6	2,40	9,41	3.173	29.846
Caso 7	3,19	4,97	3.173	15.774
Caso 8	1,74	11,07	3.173	35.135
Total	-	8,52	-	80.755

Fuente: Elaboración propia.

La inversión más fuerte en este rubro, corresponde a la planta de envasado y almacenaje, cuyos valores totales y por hectárea para los Casos 6, 7 y 8 se presentan en el Cuadro N° 5.25 y el detalle de los flujos anuales y costo de mantención se presentan en el Anexo 5.3. Respecto a los costos de mantención, se estimaron en un 1,5% del valor inicial de la inversión.

Cuadro N° 5.25
Inversiones en Planta para Damascos Deshidratados Casos 6, 7 y 8 (\$ S/IVA)

Item	Unidad	U/ Planta	N° Plantas	Pr. Unitario	Costo Total
1. Infraestructura					
Planta y almacenaje	Gl	1	1	12.690.000	12.690.000
3. Imprevistos (5%)					634.500
TOTAL INVERSION CASOS 6, 7 Y 8					13.324.500
TOTAL INVERSION / ha	25,45	ha			523.602

Fuente: Elaboración propia.

El monto total de inversión alcanza a los \$13.324.500 para una planta que procese las 25,45 ha de damascos presentes en los Casos anteriormente señalados. Lo anterior implica un costo unitario de \$523.602/ha.

La vida útil estimada para la planta es de 35 años y en cuanto a los costos operacionales y el resto de los materiales e insumos que requiere el proceso de deshidratación, se presentan en detalle en las Fichas Técnicas del Anexo 5.3.

5.3.7 Inversiones en Planta para Dulce de Membrillo

De acuerdo a la superficie de membrilleros propuesta para los Casos 4 y 6 se ha estimado la necesidad de inversión de una planta procesadora de membrillos para la elaboración de dulce que englobe a los predios representados en ambos Casos, ya que dada las características de producción del membrillero no se consideró pertinente separar ambos grupos como se había realizado en el análisis de las inversiones anteriores.

La producción de membrillos estimada para los Casos 4 y 6 alcanza a los 18.000 kg/ha lo que equivale a 6.300 kg de dulce de membrillo por hectárea, ya que en promedio, 1 kg de membrillo rinde 350 gr de dulce. La producción total del área de proyecto, alcanza a los 65.784 kg de dulce (Cuadro N° 5.26).

Cuadro N° 5.26
Producción Total de Dulce de Membrillo Casos 4 y 6

Caso	Sup. Unitaria (ha)	Sup. Proyectada (ha)	Rendimiento (kg/ha)	Producción de Membrillos (kg/año)	Producción de Dulce de Membrillo (kg/año)
Caso 4	0,34	5,27	18.000	94.845	33.196
Caso 6	1,32	5,17	18.000	93.110	32.589
Total	-	10,44	-	187.955	65.784

Fuente: Elaboración propia.

La inversión para la planta elaboradora de dulce de membrillo, se presenta en el Cuadro N° 5.27 y en el Anexo 5.3 se presentan en detalle los flujos anuales de inversión y costos de mantención y de operación. Los costos de mantención se estimaron equivalentes al 1,5% de la inversión inicial más las posteriores inversiones anuales por este mismo porcentaje.

El monto total de inversión alcanza a los \$10.890.876 para una planta que procese las 10,44 ha de membrilleros presentes en los Casos 4 y 6. Lo anterior implica un costo unitario de \$544.544/ha.

La vida útil estimada para la planta es de 35 años y en cuanto a los costos operacionales y el resto de los materiales e insumos que requiere el proceso de elaboración de dulce membrillo, se presentan en detalle en las Fichas Técnicas del Anexo 5.3.

Cuadro N° 5.27
Inversiones en Planta para Dulce de Membrillo Casos 4 y 6 (\$ S/IVA)

Item	Unidad	U/ Planta	N° Plantas	Pr. Unitario	Costo Total
1. Maquinaria y otros					
Cosina industrial	U	1	1	8.520.000	1.980.876
Fondo aluminio 100 L	U	6	1	65.000	390.000
2. Infraestructura					
Planta y almacenaje	Gl	1	1	8.520.000	8.520.000
3. Imprevistos (5%)					544.544
TOTAL INVERSION CASOS 4 y 6					10.890.876
TOTAL INVERSION / ha	10,44	ha			1.042.993

Fuente: Elaboración propia.

Cabe señalar que la inversión en fondos de aluminio no se realiza totalmente al año 3 del flujo productivo, ya que se van adicionando en la medida que los rendimientos van en aumento hasta llegar al año de estabilización. Esta información, como se señaló anteriormente se encuentra detallada en el Anexo 5.3.

5.4 Balance Hídrico

5.4.1 Antecedentes y Metodología

En la determinación de los requerimientos hídricos de los cultivos, se debe desarrollar un cálculo que permita estimar la cantidad de agua disponible y deficitaria en el suelo, o expresado de otra forma, la relación entre la disponibilidad y la demanda de agua por los cultivos, que indicará el déficit o superávit de agua. Este método se conoce como balance hídrico y representa la suma de entradas y salidas de agua desde la zona radicular o rizósfera en un periodo determinado.

Un elemento de interés, en el estudio y propuestas de recuperación de suelos con mal drenaje en el sector bajo del Huasco, es el cálculo de los aportes capilares y de los requerimientos de lixiviación, estos últimos corresponden a la cantidad de agua que debe ser aplicada al cultivo para llevar las sales fuera de la rizósfera, y de esta forma no afectar su desarrollo.

En el sector bajo del río Huasco, se diferencian tres sectores de acuerdo con la profundidad y las conductividades eléctricas de las aguas de la napa freática. Según lo anterior, se desarrollaron dos balances hídricos; Situación Actual, y Situación Con Proyecto, ya que los aportes a la rizósfera por fenómenos capilares y los requerimientos de lixiviación son diferentes.

En la determinación de la demanda de agua de riego, se utilizaron los antecedentes de evapotranspiración potencial y precipitación, presentados en el Capítulo 3.6 Características Climáticas y Agroclimáticas.

Cabe señalar que dados los bajos valores de pluviometría mensual, los aportes por este concepto, calculados por el método de precipitación efectiva de Blaney y Criddle, son nulos.

5.4.2 Evapotranspiración de Cultivo (ETc), Potencial (ETp) y Coeficiente de Cultivo (Kc)

La ETc corresponde a "la evapotranspiración de un cultivo sano que crece en un campo extenso, en condiciones óptimas de suelo, incluida la fertilidad y con agua suficiente, el que llega al potencial de plena producción" (Doorenbos y Pruitt, 1986). La evapotranspiración de los cultivos refleja la demanda bruta de agua y tiene un componente climático y otro fisiológico.

La evapotranspiración potencial ha sido definida como "la tasa de evapotranspiración de una superficie extensa de gramíneas verdes de 8 a 15 cm de altura uniforme y crecimiento activo, que cubre completamente el suelo y que no está restringido hídricamente" (Doorenbos y Pruitt, 1975).

Para la determinación de la ETp se utilizaron los valores estimados por CIREN CORFO - CNR (1997) para los dos distritos reconocidos en el área del estudio, que se consignan en el Cuadro N° 5.28 del presente informe. En el área de estudio se presenta sólo un distrito agroclimático, del cual se extrajo la evapotranspiración potencial que se presenta en el Cuadro señalado.

Cuadro N° 5.28
Evapotranspiración Potencial (mm)

Mes	Evapotranspiración Potencial (mm)
Enero	174,5
Febrero	141,5
Marzo	117,7
Abril	78,1
Mayo	54,2
Junio	40,6
Julio	43,6
Agosto	59,2
Septiembre	79,1
Octubre	110,3
Noviembre	133,8
Diciembre	167,5
ANUAL	1.200,0

Fuente: Cartografía de la Evapotranspiración Potencial en Chile.
CIREN CORFO - CNR (1997)

El coeficiente de cultivo (K_c) representa la evapotranspiración de los cultivos en condiciones de manejo óptimas, que tienden a rendimientos óptimos, y que toman en cuenta las características propias de los cultivos y el período fenológico por el que atraviesan (Doorenbos y Pruitt, 1986).

Este parámetro considera el agua utilizada tanto por evaporación desde la superficie del suelo y del follaje, como aquella necesaria para la transpiración del cultivo.

En la determinación del K_c de los cultivos anuales, se utilizó la metodología propuesta por Allen *et al* (1998) en la Serie Riego y Drenaje N° 56 de la FAO, la cual toma como criterio base, los factores que inciden en el valor de K_c , tales como las características del cultivo (fecha de plantación o de siembra, el ritmo de desarrollo del cultivo y la duración del período vegetativo), las condiciones climáticas y, especialmente, durante la primera fase de crecimiento, la frecuencia de humedecimiento del suelo (riego, lluvias).

El K_c varía en función del estado de desarrollo del cultivo, distinguiéndose cuatro fases para especies de desarrollo anual:

- Kc 1: Fase inicial: Germinación y crecimiento inicial hasta cuando la superficie del suelo está cubierta por plántulas incipientes.
- Kc 2: Fase de desarrollo: Desde el final de la fase inicial hasta que se llega a cubierta sombreada efectiva completa.

Se entiende por cubierta sombreada el porcentaje de la superficie del suelo a la que da sombra el cultivo, cuando los rayos solares caen perpendicularmente sobre la superficie del suelo. Se estima que existe una cubierta sombreada completa cuando dicho valor es más o menos un 75 a 80%, y el K_c se aproxima al máximo.

- Kc 3: Fase de mediados del período: Desde el final de la fase de desarrollo, desde que se obtiene una cubierta sombreada completa, hasta el momento de iniciarse la maduración.
- Kc 4: Fase final: Desde el inicio de la plena maduración hasta la plena maduración o cosecha.

La metodología para el cálculo del K_c indica que se deben identificar las etapas de crecimiento de los cultivos y su duración, ajustar los valores de K_c seleccionados a la frecuencia de humedecimiento o las condiciones climáticas durante la etapa fenológica, y finalmente construir la curva de coeficiente de cultivo. Cabe señalar que, para el cálculo el K_c 3 se iguala al K_c 2, de manera tal que la curva final entrega sólo tres valores de K_c .

En el cálculo se eligieron las fechas de siembra o plantación de acuerdo a la información obtenida localmente y a las proyecciones de desarrollo, determinándose el período vegetativo total con la información anterior y las fechas estimativas de cosecha en el ámbito local. En el Cuadro N° 5.29 se presentan las duraciones en días de las fases de desarrollo de los cultivos, adaptados a las condiciones locales.

Cuadro N° 5.29
Duración de Fases de Cultivos (días)

Cultivo	Duración Fases (días)			
	Fase 1	Fase 2	Fase 3	Total
Ají	27	72	23	122
Acelga	20	35	5	60
Brócoli	30	85	15	130
Cebolla	15	95	40	150
Coliflor	30	78	13	122
Espárrago	90	230	45	365
Lechuga	20	45	10	75
Melón	28	74	28	129
Pepino dulce (invernadero)	62	159	53	274
Pepino ensalada	25	85	20	130
Repollo	32	76,8	12,8	122
Tomate	29,05	74,7	24,9	129
Tomate invernadero	62	159	53	274
Zanahoria	33	110	22	165
Zapallo guarda	38	107	38	184

Fuente: Elaboración propia sobre la base de FAO 56 (1998)

Siguiendo la metodología, en la estimación de los Kc 1 para la Situación Actual, se consideró una frecuencia de humedecimiento de 7 días, según se pudo constatar a través de las encuestas prediales. Los resultados se presentan en el Cuadro N° 5.30.

Cuadro N° 5.30
Coefficientes de Cultivo Situación Actual (Kc)

Cultivo	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Olivo	0,72	0,72	0,67	0,67	0,67	0,67	0,72	0,72	0,72	0,72	0,72	0,72
Acelga			0,18	1,02								
Chacras			0,18	1,05	1,07	0,77		0,30	1,17	1,17	0,92	0,92
Zanahoria	0,18	1,07	1,07	1,07	0,97	0,97						

Nota: Chacras consideran tomate, acelga y coliflor

Fuente: Elaboración propia sobre la base de FAO 56 (1998)

Para la Situación Con Proyecto, los valores de Kc de la primera fase de desarrollo del cultivo, se obtuvieron considerando una frecuencia de riego de 4 días, suponiendo mejoras tecnológicas que implicarían un cambio en el manejo de los sistemas de regadío Cuadro N° 5.31.

Cuadro N° 5.31
Coefficientes de Cultivo Situación Con Proyecto (Kc)

Cultivo	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Olivo	0,72	0,72	0,67	0,67	0,67	0,67	0,72	0,72	0,72	0,72	0,72	0,72
Acelga			0,75	1,02								
Tomate								1,15	1,17	1,17	0,92	0,92
Zapallo	0,82							1,15	1,02	1,02	1,02	0,82
Zanahoria	0,73	1,07	1,07	1,07	0,97							
Coliflor			0,70	1,07	1,07	0,77						
Pimiento morrón						1,15	1,02	1,02	0,77	0,77		
Ají						1,15	1,02	1,02	0,77	0,77		
Brócoli		0,65	1,07	1,07	0,97							
Espárrago	0,97	0,97	0,32	0,32	0,50	0,50	0,50	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97
Lechuga			0,75	1,02								
Melón								1,02	1,07	1,07	0,77	0,77
Pepino dulce (invernadero)	0,78	0,78	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	0,90	0,90			
Pepino ensalada							1,15	0,97	0,97	0,97	0,77	
Claveles	0,97	0,97	0,32	0,32	0,50	0,50	0,50	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97
Ilusiones	0,97	0,97	0,32	0,32	0,50	0,50	0,50	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97
Damascos	0,65	0,65	0,65	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,55	0,90	0,90	0,90
Sandía								1,02	1,07	1,07	0,77	0,77
Membrillero	0,75	0,75	0,75	0,20	0,20	0,20	0,20	0,60	0,60	0,95	0,95	0,95
Higuera	0,75	0,75	0,75	0,20	0,20	0,20	0,20	0,60	0,85	0,85	0,85	0,85
Repollo			0,85	1,07	1,07	0,97						
Tomate (invernadero)			0,78	0,78	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	0,90	0,90	
Cebolla		0,65	1,07	1,07	0,97							

Fuente: Elaboración propia sobre la base de FAO 56 (1998)

5.4.3 Demanda Hídrica Neta

La demanda hídrica neta (DHN) de los cultivos se obtiene al descontar a la ETc, el aporte de las precipitaciones, en este caso la precipitación o lluvia efectiva utilizable por parte de las plantas y el aporte por capilaridad, que depende de la profundidad de la napa freática.

$$DHN = 10 \times (ETc - Pef - \text{Capilaridad}) \text{ (m}^3/\text{ha)}$$

En donde:

- DHN = Demanda hídrica neta (m³/ha)
 ETc = Evapotranspiración de cultivo (mm)
 Pef = Precipitación efectiva (mm)
 Capilaridad = Aportes a la rizósfera por fenómenos capilares (mm)

Para la Situación Actual, los aportes por capilaridad se estimaron en función del monitoreo de la profundidad de la napa freática en los pozos de observación, diferenciándose tres sectores (Capítulo 4.1.6). Para la Situación Con Proyecto, los aportes por capilaridad tienden a cero, ya que los suelos serán drenados, llevando la napa freática fuera de la rizósfera.

Los valores de capilaridad se obtuvieron del nomograma de aportes por capilaridad según la profundidad de la napa freática de Doorenbos y Pruitt (FAO 24, 1986). En el Cuadro N° 5.32 se presentan los valores de aportes capilares por sector de riego para la Situación Actual y Con Proyecto.

Cuadro N° 5.32
Aportes a la Rizósfera por Fenómenos Capilares
Según Sector de Riego para la Situación Actual y Con Proyecto

Sector	Situación Actual		Situación Con Proyecto	
	Profundidad de la Napa Freática (m)	Aportes por Capilaridad (mm/día)	Profundidad de la Napa freática (m)	Aportes por Capilaridad (mm/día)
Sector 1	1,26	0,0	1,5	0
Sector 2	0,86	0,2	1,5	0
Sector 3	0,87	0,2	1,5	0

Fuente: Elaboración propia.

La precipitación efectiva, fue valorizada para todos los meses de acuerdo a la metodología propuesta por Blaney y Criddle, 1962 (Citado por Santibáñez y Fritsch, 1976), a través de una curva que permite determinar los valores por medio de interpolación simple. Sin embargo, las precipitaciones son escasas, de tal manera que los aportes por precipitación efectiva son inexistentes.

En el Cuadro N° 5.33 se presentan las precipitaciones mensuales promedio según los registros de la estación pluviométrica Puerto Huasco, series 1941 – 1980. A partir de estos registros se calculó la precipitación real para una probabilidad de excedencia de 85 %, según el método de Weibull.

Cuadro N° 5.33
Precipitación Promedio, Real 85 % de Probabilidad de Excedencia y Efectiva o Utilizable (Pef) por las Plantas (mm)

Mes	Pp Promedio (mm)	Pp Real (85 % Probabilidad de Excedencia) (mm)	Pp Efectiva (Pef) (mm)
Enero	0,0	0,0	0,0
Febrero	0,0	0,0	0,0
Marzo	0,0	0,0	0,0
Abril	1,1	0,0	0,0
Mayo	6,2	0,2	0,0
Junio	9,9	0,3	0,0
Julio	8,8	0,3	0,0
Agosto	8,2	0,3	0,0
Septiembre	2,3	0,1	0,0
Octubre	1,0	0,0	0,0
Noviembre	0,0	0,0	0,0
Diciembre	0,0	0,0	0,0
ANUAL	37,6	1,2	0,0

Fuente: Pp promedio según registros pluviométricos estación Puerto Huasco, series 1941 – 1980.
Elaboración Propia de la P real (método de Weibull) y de Pef. (método de Blaney and Criddle, 1962).

En los Cuadros N° 5.34 y 5.35 se presentan la demandas hídricas netas de los cultivos, según sector de riego para la Situación Actual y con Proyecto, respectivamente, expresadas como volumen de agua por unidad de superficie (m^3/ha).

Las demandas hídricas netas en el Sector 1 de la Situación Actual, presenta mayores valores que los calculados para los mismos cultivos en los Sectores 2 y 3, debido a que en estos últimos Sectores se produce aporte capilar, de acuerdo a los montos señalados en el Cuadro N° 5.32.

En la Situación Con Proyecto, al considerar el aporte capilar como cero, en los tres Sectores las demandas hídricas netas son las mismas para el patrón de cultivos analizado.

Cuadro N° 5.34
Demanda Hídrica Neta de los Cultivos (m³/ha), Situación Actual

Cultivo	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	Sep	oct	nov	dic	Total
Sector 1													
Olivo	1.256,3	1.018,7	788,7	523,4	363,4	271,8	313,6	426,0	569,4	794,0	963,4	1.206,1	8.494,7
Acelga			206,0	796,8									1.002,8
Chacras			206,0	820,3	580,4	312,3		177,5	925,2	1.290,3	1.231,0	1.541,2	7.084,1
Zanahoria	305,3	1.513,8	1.259,6	835,9	526,1	393,4							4.834,2
Coliflor			206,0	835,9	580,4	312,3							1.934,6
Sector 2 y 3													
Olivo	1.211,6	978,3	747,2	483,2	321,9	231,6	269,0	382,8	524,7	750,8	918,7	1.161,5	7.981,3
Acelga			195,2	735,6									930,8
Chacras			195,2	757,3	514,0	266,1		159,5	852,7	1.220,1	1.173,9	1.484,1	6.622,9
Zanahoria	294,5	1.453,9	1.193,3	771,7	466,0	335,2							4.514,6
Coliflor			195,2	771,7	514,0	266,1							1.747,0

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro N° 5.35
Demanda Hídrica Neta de los Cultivos (m³/ha), Situación Con Proyecto

Cultivo	ene	feb	mar	abr	may	jun	Jul	ago	sep	oct	nov	dic	Total
Sectores 1, 2 y 3													
Aji						466,4	444,3	603,4	608,9	849,2			2.972,3
Brócoli		919,6	1.259,6	835,9	526,1								3.541,2
Cebolla		919,6	1.259,6	835,9	263,1								3.278,2
Clavel	1.692,5	1.372,4	376,7	250,0	271,2	202,8	217,8	573,9	767,1	1.069,7	1.297,9	1.624,9	9.716,7
Coliflor			824,0	835,9	580,4	312,3							2.552,6
Damasco	1.134,1	919,6	765,2	156,2	108,5	81,1	87,1	118,3	434,9	992,5	1.204,2	1.507,7	7.509,5
Espárrago	1.692,5	1.372,4	376,7	250,0	271,2	202,8	217,8	573,9	767,1	1.069,7	1.297,9	1.624,9	9.716,7
Higuera	1.308,6	1.061,1	882,9	156,2	108,5	81,1	87,1	355,0	672,2	937,4	1.137,3	1.423,9	8.211,3
Ilusiones	1.692,5	1.372,4	376,7	250,0	271,2	202,8	217,8	573,9	767,1	1.069,7	1.297,9	1.624,9	9.716,7
Inv. Pepino dulce	1.352,2	1.103,5	1.236,1	820,3	569,5	425,9	457,4	532,4	711,7				7.209,0
Inv. Tomate			912,3	609,3	569,5	425,9	457,4	621,2	830,3	992,5	1.204,2		6.622,7
Lechuga			882,9	796,8									1.679,7
Melón								603,4	846,2	1.180,0	1.030,3	1.289,9	4.949,7
Membrillero	1.308,6	1.061,1	882,9	156,2	108,5	81,1	87,1	355,0	474,5	1.047,7	1.271,1	1.591,4	8.425,2
Olivo	1.256,3	1.018,7	788,7	523,4	363,4	271,8	313,6	426,0	569,4	794,0	963,4	1.206,1	8.494,7
Pepino ensalada							500,9	573,9	767,1	1.069,7	1.030,3		3.941,8
Pimiento						466,4	444,3	603,4	608,9	849,2			2.972,3
Repollo			1.000,6	835,9	580,4	393,4							2.810,3
Sandía								603,4	846,2	1.180,0	1.030,3	1.289,9	4.949,7
Tomate								680,3	925,2	1.290,3	1.231,0	1.541,2	5.668,0
Zanahoria	1.265,0	1.513,8	1.259,6	835,9	263,1								5.137,4
Zapallo	1.430,7							680,3	806,6	1.124,9	1.364,8	1.373,7	6.781,0

Fuente: Elaboración propia.

5.4.4 Requerimientos de Lixiviación

Los requerimientos de lixiviación corresponden a la cantidad de agua que debe percolar para desplazar las sales solubles fuera de la rizósfera. Se estima según la relación:

$$RL = \frac{R_{ETc} \times CE_{ar} + C \times (CE_c - CE_{ext})}{(CE_{ext} + CE_{ar})}$$

Donde:

R_{ETc} = Requerimientos de evapotranspiración de cultivo (m^3 / ha/ mes)

CE_{ar} = Conductividad eléctrica del agua de riego (dS/ m)

C = Aportes por capilaridad (m^3 / ha/ mes)

CE_c = Conductividad eléctrica del agua capilar (dS/ m)

CE_{ext} = Conductividad eléctrica del extracto tolerable por los cultivos (dS/ m)

En el Cuadro N° 5.36 se presentan los valores utilizados y los requerimientos de lixiviación por sector de riego para la Situación Con Proyecto. Sólo se calcularon las fracciones de lixiviación para la Situación Con Proyecto, bajo el supuesto de que en la Situación Actual no se drena o no se aplica agua adicional para lavar las sales.

La conductividad eléctrica tolerable (CE_{ext}) por los cultivos se asumió en 2 dS/m para la Situación Con Proyecto, la cual corresponde al rango de un suelo no salino (Ayers y Wescot, FAO 1987). La conductividad eléctrica de las aguas de riego (CE_{ar}) se definió en 3 dS/ m.

Cuadro N° 5.36
Fracciones de Lixiviación, Situación Con Proyecto

Cultivos	Fracciones de lixiviación (m ³ /ha)												Total
	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic	
Sectores 1, 2 y 3													
Ají						279,9	266,6	362,1	365,3	509,5			1.783,4
Brócoli		551,8	755,8	501,5	315,7								2.124,7
Cebolla		551,8	755,8	501,5	157,8								1.966,9
Clavel	1.015,5	823,4	226,0	150,0	162,7	121,7	130,7	344,3	460,2	641,8	778,7	975,0	5.830,0
Coliflor			494,4	501,5	348,2	187,4							1.531,6
Damasco	680,5	551,8	459,1	93,7	65,1	48,7	52,3	71,0	261,0	595,5	722,5	904,6	4.505,7
Espárrago	1.015,5	823,4	226,0	150,0	162,7	121,7	130,7	344,3	460,2	641,8	778,7	975,0	5.830,0
Higuera	785,2	636,7	529,7	93,7	65,1	48,7	52,3	213,0	403,3	562,4	682,4	854,4	4.926,8
Ilusiones	1.015,5	823,4	226,0	150,0	162,7	121,7	130,7	344,3	460,2	641,8	778,7	975,0	5.830,0
Inv. Pepino dulce	811,3	662,1	741,6	492,2	341,7	255,5	274,4	319,5	427,0				4.325,4
Inv. Tomate			547,4	365,6	341,7	255,5	274,4	372,7	498,2	595,5	722,5		3.973,6
Lechuga			529,7	478,1									1.007,8
Melón								362,1	507,7	708,0	618,2	773,9	2.969,8
Membrillero	785,2	636,7	529,7	93,7	65,1	48,7	52,3	213,0	284,7	628,6	762,7	954,9	5.055,1
Olivo	753,8	611,2	473,2	314,0	218,0	163,1	188,2	255,6	341,6	476,4	578,0	723,7	5.096,8
Pepino ensalada							300,6	344,3	460,2	641,8	618,2		2.365,1
Pimiento						279,9	266,6	362,1	365,3	509,5			1.783,4
Repollo			600,4	501,5	348,2	236,1							1.686,2
Sandía								362,1	507,7	708,0	618,2	773,9	2.969,8
Tomate								408,2	555,1	774,2	738,6	924,7	3.400,8
Zanahoria	759,0	908,3	755,8	501,5	157,8								3.082,4
Zapallo	858,4							408,2	484,0	674,9	818,9	824,2	4.068,6

Fuente: Elaboración propia.

5.4.5 Tasa de Riego por Cultivo

La tasa de riego corresponde al volumen de agua requerido por unidad de superficie de cultivo (ha) para satisfacer su demanda hídrica neta, dependiendo de la eficiencia de aplicación del riego, según la relación:

$$TR = \frac{DHN}{Ef. Riego}$$

Donde:

- TR = Tasa de riego (m³/ha/mes)
 DHN = Demanda Hídrica Neta (m³/ha/mes)
 Ef. Riego = Eficiencia de aplicación del riego (tanto por uno)

5.4.5.1 Eficiencia de Riego

La eficiencia de riego se entiende como el volumen de agua aplicado a un cultivo, con un determinado sistema de riego, que queda efectivamente retenido en la zona radicular, disponible para las plantas.

Las eficiencias de riego por cultivo para cada Caso se estimaron en función de lo observado en terreno, de la capacidad empresarial y del grado de asesoramiento de los agricultores. Para ello se tomó como referencia las eficiencias de riego normalizadas por la Comisión Nacional de Riego (C.N.R.) en los proyectos de riego, conforme a Ley N° 18.450, que se presentan en el Reglamento sobre normas para fomento de inversión privada en obras de riego y drenaje (Decreto N° 397 del año 1996 Artículo N° 13) (Cuadro N° 5.37).

En el análisis de las Situaciones Actual y Con Proyecto, se procedió a estimar una eficiencia de riego ponderada según los métodos de riego observados y propuestos, por Caso. La distribución de los tipos de riego se presentan en los Cuadros N° 5.38 y N° 5.39 según Caso para la Situación Actual y Con Proyecto, respectivamente.

Cuadro N° 5.37
Eficiencia de Aplicación del Riego según C.N.R.

Método de Riego	Eficiencia de Aplicación (%)	
	Normal	Con Conducción del Tipo Californiano
Tendido	30	35
Surcos rectos	45	50
Bordes rectos	60	65
Tazas	65	70
Goteo	90	---

Fuente: Decreto N° 397/96: Reglamento de la Ley N° 18.450 sobre normas para fomento de inversión privada en obras de riego y drenaje; Publicado en el Diario oficial del 28 de mayo de 1997.

Cuadro N° 5.38
Distribución de Métodos de Riego según
Cultivo por Grupo de Casos para la Situación Actual

Método Riego / Rubro	Casos 1 y 2	Caso 3, 4 y 5	Casos 6, 7 y 8
Olivos			
Tendido	80%	50%	60%
Surco	20%	50%	20%
Tazas			20%
Eficiencia Promedio	33%	38%	40%
Chacras y Hortalizas			
Tendido	100%	100%	
Eficiencia Promedio	30%	30%	

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro N° 5.39
Distribución de Métodos de Riego según
Cultivo por Grupo de Casos para la Situación Con Proyecto

Método de Riego / Rubro	Casos 1 y 2	Casos 3, 4 y 5	Casos 6, 7 y 8
Frutales			
Surco Californiano	35%	25%	33%
Bordes	15%	30%	33%
Surco	35%	20%	
Goteo	15%	25%	33%
Eficiencia Promedio	55,75 %	62 %	66 %
Hortalizas			
Surcos	100%	100%	
Eficiencia Promedio	45 %	45 %	
Flores			
Surcos	100%	100%	
Eficiencia Promedio	45 %	45 %	
Invernaderos			
Cintas			100%
Eficiencia Promedio			90%

Fuente: Elaboración propia.

5.4.5.2 Percolación Profunda

Según lo expresado anteriormente, se requiere una demanda neta de riego y una fracción de agua adicional para lixiviación. Si se considera la fracción del agua aplicada por un determinado método de riego que percola, y si esta fracción se compara con la fracción de lixiviación calculada, se puede estimar si se requiere un volumen adicional de agua para cumplir con el concepto de mantener una rizósfera con una salinidad tolerable por los cultivos. Si la fracción que percola es menor que la fracción de lixiviación calculada, se debe sumar la diferencia a la tasa de riego; si la fracción a percolación es mayor que la fracción de lixiviación, no se requiere aplicar un volumen adicional de agua.

Para la estimación de la fracción del agua de riego que va a percolación profunda, se utilizaron los valores señalados por la Universidad de Concepción (Citado por Salgado, 2000), según el método de riego utilizado, los cuales se presentan en el Cuadro N° 5.40.

Cuadro N° 5.40
Pérdidas por Percolación Profunda (%)
Según el Método de Riego Utilizado

Método de Riego	Percolación Profunda (%)
Tendido	28
Surcos	22
Bordes rectos	16
Tazas	14

Fuente: Salgado, 2000. Manual de estándares técnicos y económicos para obras de drenaje

En el análisis de los requerimientos de lixiviación, se utilizaron fracciones de percolación ponderadas según Caso. Los valores de las fracciones se presentan en los Cuadros N° 5.41 y N° 5.42 para la Situación Actual y Con Proyecto, respectivamente.

Cuadro N° 5.41
Fracción de la Tasa de Riego que va a Percolación Profunda,
Según Caso y Cultivo para la Situación Actual

Caso	Cultivos	Sistema	Fracción a Percolación
Casos 1 y 2	Olivo	Surcos y tendido	27%
Casos 3 y 4	Olivo	Surcos y tendido	25%
Casos 6 y 7	Olivo	Surcos y tendido	24%
Caso 5	Acelga	Surco y borde	28%
Caso 4	Chacras	Surcos	28%
Caso 5	Zanahoria	Surco y borde	28%
Caso 5	Coliflor	Surco y borde	28%

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro N° 5.42
Fracción de la Tasa de Riego que va a Percolación Profunda,
Según Caso y Cultivo para la Situación Con Proyecto

Caso	Cultivo	Fracción a Percolación
1, 2 y 5	Hortalizas	22,0%
6 y 8	Invernadero hortalizas	0 %
2 y 3	Flores	22,0%
1 y 2	Frutales	17,8%
3 y 4	Frutales	14,7%
6, 7 y 8	Frutales	12,5%

Fuente: Elaboración propia.

Los valores de percolación profunda en m³/ha, se presentan en los Cuadros N° 5.43 y N° 5.44 según sector para la Situación Actual y Con Proyecto, respectivamente.

Cuadro N° 5.43
Percolación Profunda, Situación Actual

Cultivos	Percolación (m ³ /ha)												Total
	Ene	feb	mar	Abr	may	jun	Jul	ago	Sep	oct	nov	dic	
Sector 1													
Olivo Casos 1 y 2	1.028	833	645	428	297	222	257	349	466	650	788	987	6.950
Olivo Casos 3 y 4	826	670	519	344	239	179	206	280	375	522	634	794	5.589
Olivo Casos 6 y 7	754	611	473	314	218	163	188	256	342	476	578	724	5.097
Acelga			192	744									936
Chacras			192	766	542	291		166	864	1.204	1.149	1.438	6.612
Zanahoria	285	1.413	1.176	780	491	367							4.512
Coliflor			192	780	542	291							1.806
Sectores 2 y 3													
Olivo Casos 1 y 2	991	800	611	395	263	189	220	313	429	614	752	950	6.530
Olivo Casos 3 y 4	797	644	492	318	212	152	177	252	345	494	604	764	5.251
Olivo Casos 6 y 7	727	587	448	290	193	139	161	230	315	450	551	697	4.789
Acelga			182	687									869
Chacras			182	707	480	248		149	796	1.139	1.096	1.385	6.181
Zanahoria	275	1.357	1.114	720	435	313							4.214
Coliflor			182	720	480	248							1.631

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro N° 5.44
Percolación Profunda, Situación Con Proyecto

Cultivo	Percolación Profunda m ³ /ha												Total
	ene	feb	Mar	abr	May	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic	
Sectores 1, 2 y 3													
Aji						228,0	217,2	295,0	297,7	415,1			1.453,1
Brócoli		449,6	615,8	408,7	257,2								1.731,3
Cebolla		449,6	615,8	408,7	257,2								1.731,3
Coliflor			402,9	408,7	283,7	152,7							1.247,9
Espárrago	827,4	670,9	184,2	122,2	132,6	99,1	106,5	280,5	375,0	523,0	634,5	794,4	4.750,4
Lechuga			431,6	389,6									821,2
Melón								295,0	413,7	576,9	503,7	630,6	2.419,9
Pepino ensalada							244,9	280,5	375,0	523,0	503,7		1.927,1
Pimiento						228,0	217,2	295,0	297,7	415,1			1.453,1
Repollo			489,2	408,7	283,7	192,3							1.373,9
Sandía								295,0	413,7	576,9	503,7	630,6	2.419,9
Tomate								332,6	452,3	630,8	601,8	753,5	2.771,0
Zapallo	699,5							332,6	394,3	549,9	667,2	671,6	3.315,1
Zanahoria	618,4	740,1	615,8	408,7	257,2								2.640,2
Clavel	827,4	670,9	184,2	122,2	132,6	99,1	106,5	280,5	375,0	523,0	634,5	794,4	4.750,4
Ilusiones	827,4	670,9	184,2	122,2	132,6	99,1	106,5	280,5	375,0	523,0	634,5	794,4	4.750,4
Damasco Caso 6, 7 y 8	215,5	174,7	145,4	29,7	20,6	15,4	16,6	22,5	82,6	188,6	228,8	286,5	1.426,8
Higuera Caso 3 y 4	310,3	251,6	209,3	37,0	25,7	19,2	20,7	84,2	159,4	222,2	269,7	337,6	1.946,9
Membrillero Caso 3 y 4	491,9	398,8	331,9	58,7	40,8	30,5	32,7	133,4	178,3	393,8	477,8	598,2	3.166,9
Membrillero Caso 6, 7 y 8	452,1	366,6	305,0	54,0	37,5	28,0	30,1	122,6	163,9	361,9	439,1	549,8	2.910,5
Olivo Caso 1 y 2	401,1	325,2	251,8	167,1	116,0	86,8	100,1	136,0	181,8	253,5	307,6	385,1	2.712,2
Olivo Caso 3 y 4	297,9	241,5	187,0	124,1	86,2	64,4	74,4	101,0	135,0	188,3	228,4	286,0	2.014,1
Olivo Caso 6, 7 y 8	238,7	193,5	149,9	99,4	69,0	51,6	59,6	80,9	108,2	150,9	183,0	229,2	1.614,0

Fuente: Elaboración propia.

5.4.5.3 Tasa de Riego Neta

La tasa de riego neta, se presenta en los Cuadros N° 5.45 y 5.46 para la Situación Actual y Con Proyecto, respectivamente.

Como la tasa de riego depende directamente de la demanda hídrica neta, en Situación Actual se tiene que en el sector 1, las tasas calculadas son mayores que en los sectores 2 y 3, debido al aporte capilar que existe en los últimos sectores mencionados.

En Situación Con Proyecto, se incorpora el concepto de lixiviación de sales, por lo que el valor final de la tasa de riego neta se obtiene de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$TR = \frac{DHN}{Ef. Riego} + (FL - PP), \text{ sólo si } (FL - PP) > 0$$

Donde:

TR	=	Tasa de riego	(m ³ /ha)
DHN	=	Demanda Hídrica Neta	(m ³ /ha)
Ef. Riego	=	Eficiencia de aplicación del riego	(tanto por uno)
FL	=	Fracción de lixiviación	(m ³ /ha)
PP	=	Percolación profunda	(m ³ /ha)

Cuadro N° 5.45
Tasas de Riego Neta, Situación Actual

Cultivos	Tasa de Riego (m ³ / ha)												Total
	ene	feb	mar	Abr	may	jun	jul	Ago	sep	oct	nov	dic	
Sector 1													
Olivo Casos 1 y 2	3.806,8	3.086,8	2.390,1	1.586,1	1.101,2	823,5	950,4	1.290,8	1.725,4	2.406,1	2.919,3	3.655,0	25.741,5
Olivo Casos 3 y 4	3.305,9	2.680,7	2.075,6	1.377,4	956,3	715,1	825,3	1.120,9	1.498,4	2.089,5	2.535,2	3.174,1	22.354,4
Olivo Casos 6 y 7	3.140,6	2.546,6	1.971,8	1.308,5	908,5	679,4	784,1	1.064,9	1.423,4	1.985,0	2.408,4	3.015,4	21.236,7
Acelga			686,7	2.656,1									3.342,8
Chacras			686,7	2.734,2	1.934,6	1.041,0		591,6	3.084,1	4.300,9	4.103,2	5.137,3	23.613,6
Zanahoria	1.017,8	5.046,1	4.198,7	2.786,3	1.753,8	1.311,4							16.114,1
Coliflor			686,7	2.786,3	1.934,6	1.041,0							6.448,6
Sector 2 y 3													
Olivo Casos 1 y 2	3.671,6	2.964,7	2.264,2	1.464,3	975,4	701,7	815,1	1.159,9	1.590,1	2.275,2	2.784,0	3.519,7	24.185,7
Olivo Casos 3 y 4	3.188,5	2.574,6	1.966,3	1.271,6	847,0	609,3	707,9	1.007,2	1.380,9	1.975,8	2.417,7	3.056,6	21.003,4
Olivo Casos 6 y 7	3.029,0	2.445,8	1.868,0	1.208,0	804,7	578,9	672,5	956,9	1.311,8	1.877,0	2.296,8	2.903,8	19.953,2
Acelga			650,5	2.452,1									3.102,6
Chacras			650,5	2.524,2	1.713,4	887,0		531,6	2.842,3	4.066,9	3.913,1	4.947,1	22.076,3
Zanahoria	981,6	4.846,4	3.977,5	2.572,3	1.553,3	1.117,4							15.048,6
Coliflor			650,5	2.572,3	1.713,4	887,0							5.823,3

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro N° 5.46
Tasas de Riego Neta, Situación Con Proyecto

Cultivo	Tasa de Riego Neta (m ³ /ha)												Total
	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic	
Sectores 1, 2 y 3													
Ají						1.088,4	1.036,7	1.408,0	1.420,8	1.981,4			6.935,3
Brócoli		2.145,8	2.939,1	1.950,4	1.227,6								8.262,9
Cebolla		2.145,8	2.939,1	1.950,4	1.069,8								8.105,0
Coliflor			1.922,8	1.950,4	1.354,2	728,7							5.956,1
Espárrago	3.949,1	3.202,2	879,0	583,3	632,8	473,2	508,2	1.339,0	1.789,8	2.496,0	3.028,3	3.791,5	22.672,4
Lechuga			2.060,1	1.859,3									3.919,4
Melón								1.408,0	1.974,4	2.753,3	2.403,9	3.009,8	11.549,4
Pepino ensalada							1.168,9	1.339,0	1.789,8	2.496,0	2.403,9		9.197,6
Pimiento						1.088,4	1.036,7	1.408,0	1.420,8	1.981,4			6.935,3
Repollo			2.334,8	1.950,4	1.354,2	918,0							6.557,4
Sandía								1.408,0	1.974,4	2.753,3	2.403,9	3.009,8	11.549,4
Tomate								1.587,5	2.158,9	3.010,6	2.872,2	3.596,1	13.225,3
Zanahoria	2.951,6	3.532,3	2.939,1	1.950,4	1.069,8								12.443,2
Zapallo	3.338,4							1.587,5	1.882,1	2.624,7	3.184,4	3.205,2	15.822,3
Inv. Pepino dulce	2.313,8	1.888,3	2.115,0	1.403,6	974,5	728,7	782,6	911,1	1.217,8				12.335,4
Inv. Tomate			1.561,1	1.042,6	974,5	728,7	782,6	1.062,9	1.420,8	1.698,3	2.060,5		11.332,2
Clavel	3.949,1	3.202,2	879,0	583,3	632,8	473,2	508,2	1.339,0	1.789,8	2.496,0	3.028,3	3.791,5	22.672,4
Ilusiones	3.949,1	3.202,2	879,0	583,3	632,8	473,2	508,2	1.339,0	1.789,8	2.496,0	3.028,3	3.791,5	22.672,4
Higuera Caso 3 y 4	2.585,5	2.096,5	1.744,4	308,7	214,3	160,3	172,1	701,3	1.328,1	1.852,1	2.247,1	2.813,4	16.223,9
Damasco Caso 6 al 8	2.183,4	1.770,4	1.473,1	300,8	208,8	156,2	167,7	227,8	837,3	1.910,8	2.318,3	2.902,5	14.457,0
Membrillero Caso 4	2.790,1	2.262,4	1.882,5	333,1	231,3	173,0	185,8	756,8	1.011,7	2.233,8	2.710,2	3.393,2	17.963,8
Membrillero Caso 6	2.712,4	2.199,4	1.830,0	323,8	224,8	168,1	180,6	735,7	983,5	2.171,5	2.634,6	3.298,6	17.463,1
Olivo Caso 1 y 2	2.606,0	2.113,1	1.636,2	1.085,8	753,9	563,7	650,6	883,6	1.181,1	1.647,1	1.998,4	2.502,1	17.621,7
Olivo Caso 3 y 4	2.482,1	2.012,7	1.558,4	1.034,1	718,0	536,9	619,7	841,6	1.125,0	1.568,8	1.903,4	2.383,1	16.783,8
Olivo Caso 6, 7 y 8	2.418,5	1.961,1	1.518,4	1.007,6	699,6	523,2	603,8	820,0	1.096,1	1.528,6	1.854,6	2.322,0	16.353,5

Fuente: Elaboración propia.

5.4.6 Demandas hídricas brutas, Situación Actual

En el Cuadro N° 5.47 se presentan la demanda de agua de riego mensual por Caso según sector y en el Cuadro N° 5.48 se presentan las demandas hídricas brutas para las superficies proyectadas.

Al observar la demanda hídrica para las superficies proyectadas (Cuadro N° 5.49), el sector 1 es el de mayores requerimientos, demandando el 69,03% (7,57 millones de m³/año) sobre un total de 10,97 millones de m³. Cabe señalar que el riego es necesario durante todo el año en aquellos cultivos perennes, debido a la ausencia de precipitaciones. Además, en el Cuadro N° 5.50 se presentan los caudales continuos mensuales demandados en Situación Actual en L/s.

En el Cuadro N° 5.51 se presentan las tasas de riego ponderadas por sector y total del área de estudio y además expresadas como caudal continuo (24 horas día, 30 días al mes) y por turno de riego (16 horas al día, 24 días al mes). La tasa de riego ponderada para el área de estudio corresponde a 23.148,6 m³/ha/año, mientras que en enero se presenta la máxima demanda con una tasa de 3.408,5 m³/ha lo que significa un caudal continuo de 1,3 L/s/ha y 2,5 L/s/ha en turno de riego. En el Anexo 5.2, se presenta el detalle de las demandas de riego ponderadas para los Casos analizados.

Cuadro N° 5.47
Demanda Bruta de Agua de Riego por Caso, Situación Actual (m³)

Caso/Cultivo	Sup. (ha)	Demanda Hídrica Bruta (m ³) - Situación Actual												Total
		ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	Ago	sep	oct	nov	dic	
Sector 1														
Caso 1	1,20	4.550,0	3.689,4	2.856,7	1.895,7	1.316,2	984,3	1.135,9	1.542,7	2.062,2	2.875,8	3.489,2	4.368,5	30.766,6
Olivo	1,20	4.550,0	3.689,4	2.856,7	1.895,7	1.316,2	984,3	1.135,9	1.542,7	2.062,2	2.875,8	3.489,2	4.368,5	30.766,6
Caso 2	2,02	7.689,8	6.235,4	4.827,9	3.203,9	2.224,5	1.663,5	1.919,8	2.607,3	3.485,3	4.860,3	5.896,9	7.383,1	51.997,7
Olivo	2,02	7.689,8	6.235,4	4.827,9	3.203,9	2.224,5	1.663,5	1.919,8	2.607,3	3.485,3	4.860,3	5.896,9	7.383,1	51.997,7
Caso 3	3,50	11.570,8	9.382,4	7.264,6	4.820,8	3.347,2	2.503,0	2.888,7	3.923,2	5.244,3	7.313,3	8.873,1	11.109,2	78.240,5
Olivo	3,50	11.570,8	9.382,4	7.264,6	4.820,8	3.347,2	2.503,0	2.888,7	3.923,2	5.244,3	7.313,3	8.873,1	11.109,2	78.240,5
Caso 4	5,28	15.802,4	12.813,6	10.264,7	7.951,0	5.538,6	3.938,9	3.945,2	5.653,8	8.704,2	12.138,3	14.169,7	17.740,7	118.660,9
Chacras	0,50			343,4	1.367,1	967,3	520,5		295,8	1.542,1	2.150,5	2.051,6	2.568,6	11.806,8
Olivo	4,78	15.802,4	12.813,6	9.921,3	6.583,9	4.571,3	3.418,4	3.945,2	5.358,0	7.162,2	9.987,9	12.118,1	15.172,0	106.854,1
Caso 5	2,45	2.035,6	10.092,2	8.706,4	6.793,8	3.894,4	2.831,1							34.353,6
Coliflor	0,20			137,3	557,3	386,9	208,2							1.289,7
Acelga	0,25			171,7	664,0									835,7
Zanahoria	2,00	2.035,6	10.092,2	8.397,4	5.572,6	3.507,5	2.622,9							32.228,2
Caso 6	15,40	48.378,5	39.228,5	30.373,8	20.156,3	13.994,9	10.465,2	12.078,0	16.403,4	21.926,7	30.577,6	37.099,1	46.448,7	327.130,8
Olivo	15,40	48.378,5	39.228,5	30.373,8	20.156,3	13.994,9	10.465,2	12.078,0	16.403,4	21.926,7	30.577,6	37.099,1	46.448,7	327.130,8
Caso 7	70,77	222.267,5	180.229,3	139.547,8	92.605,1	64.297,2	48.080,7	55.490,4	75.363,1	100.738,9	140.484,1	170.445,9	213.401,3	1.502.951,2
Olivo	70,77	222.267,5	180.229,3	139.547,8	92.605,1	64.297,2	48.080,7	55.490,4	75.363,1	100.738,9	140.484,1	170.445,9	213.401,3	1.502.951,2
Sector 2 y 3														
Caso 1	1,20	4.388,3	3.543,4	2.706,2	1.750,1	1.165,8	838,7	974,3	1.386,3	1.900,5	2.719,4	3.327,5	4.206,8	28.907,2
Olivo	1,20	4.388,3	3.543,4	2.706,2	1.750,1	1.165,8	838,7	974,3	1.386,3	1.900,5	2.719,4	3.327,5	4.206,8	28.907,2
Caso 2	2,02	7.416,6	5.988,6	4.573,7	2.957,8	1.970,2	1.417,4	1.646,6	2.342,9	3.212,0	4.595,9	5.623,7	7.109,8	48.855,1
Olivo	2,02	7.416,6	5.988,6	4.573,7	2.957,8	1.970,2	1.417,4	1.646,6	2.342,9	3.212,0	4.595,9	5.623,7	7.109,8	48.855,1
Caso 3	3,50	11.159,6	9.011,0	6.882,0	4.450,6	2.964,6	2.132,7	2.477,6	3.525,3	4.833,1	6.915,4	8.461,9	10.698,1	73.511,8
Olivo	3,50	11.159,6	9.011,0	6.882,0	4.450,6	2.964,6	2.132,7	2.477,6	3.525,3	4.833,1	6.915,4	8.461,9	10.698,1	73.511,8
Caso 4	5,28	17.550,1	14.171,0	11.148,1	8.261,2	5.518,9	3.797,5	3.896,3	5.809,9	9.021,9	12.908,9	15.264,1	19.297,8	126.645,8
Chacras	0,50			325,3	1.262,1	856,7	443,5		265,8	1.421,2	2.033,5	1.956,5	2.473,6	11.038,1
Olivo	4,78	17.550,1	14.171,0	10.822,8	6.999,1	4.662,2	3.354,0	3.896,3	5.544,1	7.600,7	10.875,5	13.307,5	16.824,2	115.607,6
Caso 5	2,45	1.963,3	9.692,8	8.247,8	6.272,0	3.449,3	2.412,3							32.037,5
Coliflor	0,20			130,1	514,5	342,7	177,4							1.164,7
Acelga	0,25			162,6	613,0									775,7
Zanahoria	2,00	1.963,3	9.692,8	7.955,1	5.144,6	3.106,6	2.234,9							30.097,2
Caso 6	15,40	49.115,2	39.658,7	30.288,5	19.587,6	13.047,5	9.386,4	10.904,1	15.515,6	21.271,2	30.435,8	37.242,1	47.083,8	323.536,6
Olivo	15,40	49.115,2	39.658,7	30.288,5	19.587,6	13.047,5	9.386,4	10.904,1	15.515,6	21.271,2	30.435,8	37.242,1	47.083,8	323.536,6
Caso 7	70,77	225.652,0	182.205,8	139.156,0	89.992,2	59.944,9	43.124,4	50.097,2	71.283,9	97.727,1	139.832,4	171.102,9	216.319,2	1.486.438,0
Olivo	70,77	225.652,0	182.205,8	139.156,0	89.992,2	59.944,9	43.124,4	50.097,2	71.283,9	97.727,1	139.832,4	171.102,9	216.319,2	1.486.438,0

Fuente: Elaboración propia

Nota: El Caso 8 no presenta riego por lo que no se considera para el cálculo de las demandas hídricas.

Cuadro N° 5.48
Demanda Bruta de Agua de Riego por Caso Proyectado, Situación Actual (miles m³)

Caso/Cultivo	Sup. (ha)	Demanda Hídrica Bruta (miles m ³) - Situación Actual												Total
		ene	feb	mar	abr	may	Jun	Jul	Ago	sep	Oct	nov	dic	
Sector 1	331,05	1.099,59	902,89	703,53	479,01	331,66	245,98	273,84	374,71	511,73	713,63	860,56	1.077,43	7.574,57
Caso 1	38,09	145,01	117,58	91,04	60,42	41,95	31,37	36,20	49,17	65,72	91,65	111,20	139,22	980,53
Olivo	38,09	145,01	117,58	91,04	60,42	41,95	31,37	36,20	49,17	65,72	91,65	111,20	139,22	980,53
Caso 2	67,76	257,95	209,16	161,95	107,47	74,62	55,80	64,40	87,46	116,91	163,04	197,81	247,66	1.744,25
Olivo	67,76	257,95	209,16	161,95	107,47	74,62	55,80	64,40	87,46	116,91	163,04	197,81	247,66	1.744,25
Caso 3	26,00	85,94	69,69	53,96	35,81	24,86	18,59	21,46	29,14	38,95	54,32	65,90	82,51	581,13
Olivo	26,00	85,94	69,69	53,96	35,81	24,86	18,59	21,46	29,14	38,95	54,32	65,90	82,51	581,13
Caso 4	49,97	149,57	121,28	97,15	75,26	52,42	37,28	37,34	53,51	82,38	114,89	134,11	167,91	1.123,11
Chacras	4,73			3,25	12,94	9,16	4,93		2,80	14,60	20,35	19,42	24,31	111,75
Olivo	45,24	149,57	121,28	93,90	62,32	43,27	32,35	37,34	50,71	67,79	94,53	114,70	143,60	1.011,36
Caso 5	3,27	2,72	13,48	11,62	9,07	5,20	3,78							45,87
Coliflor	0,27			0,18	0,74	0,52	0,28							1,72
Acelga	0,33			0,23	0,89									1,12
Zanahoria	2,67	2,72	13,48	11,21	7,44	4,68	3,50							43,03
Caso 6	35,81	112,47	91,20	70,61	46,86	32,53	24,33	28,08	38,13	50,97	71,09	86,25	107,98	760,50
Olivo	35,81	112,47	91,20	70,61	46,86	32,53	24,33	28,08	38,13	50,97	71,09	86,25	107,98	760,50
Caso 7	110,15	345,94	280,51	217,19	144,13	100,07	74,83	86,36	117,29	156,79	218,65	265,28	332,14	2.339,18
Olivo	110,15	345,94	280,51	217,19	144,13	100,07	74,83	86,36	117,29	156,79	218,65	265,28	332,14	2.339,18
Sector 2	41,00	138,15	116,61	90,41	61,71	40,69	28,80	30,40	43,93	62,89	89,99	108,77	137,52	949,88
Caso 1	8,92	32,76	26,45	20,20	13,07	8,70	6,26	7,27	10,35	14,19	20,30	24,84	31,41	215,80
Olivo	8,92	32,76	26,45	20,20	13,07	8,70	6,26	7,27	10,35	14,19	20,30	24,84	31,41	215,80
Caso 2	10,25	37,63	30,39	23,21	15,01	10,00	7,19	8,35	11,89	16,30	23,32	28,53	36,07	247,88
Olivo	10,25	37,63	30,39	23,21	15,01	10,00	7,19	8,35	11,89	16,30	23,32	28,53	36,07	247,88
Caso 3	6,95	22,15	17,88	13,66	8,83	5,88	4,23	4,92	7,00	9,59	13,72	16,79	21,23	145,90
Olivo	6,95	22,15	17,88	13,66	8,83	5,88	4,23	4,92	7,00	9,59	13,72	16,79	21,23	145,90
Caso 4	13,35	44,39	35,84	28,19	20,89	13,96	9,60	9,85	14,69	22,82	32,65	38,60	48,81	320,29
Chacras	1,26			0,82	3,19	2,17	1,12		0,67	3,59	5,14	4,95	6,26	27,92
Olivo	12,09	44,39	35,84	27,37	17,70	11,79	8,48	9,85	14,02	19,22	27,50	33,66	42,55	292,38
Caso 5	1,53	1,23	6,05	5,15	3,92	2,15	1,51							20,00
Coliflor	0,12			0,08	0,32	0,21	0,11							0,73
Acelga	0,16			0,10	0,38									0,48
Zanahoria	1,25	1,23	6,05	4,97	3,21	1,94	1,40							18,79
Caso 6*														
Olivo														
Caso 7*														
Olivo														

Cuadro N° 5.48 (Continuación)
Demanda Bruta de Agua de Riego por Caso Proyectado, Situación Actual (miles m³)

Caso/Cultivo	Sup. (ha)	Demanda Hídrica Bruta (miles m ³) - Situación Actual												Total
		ene	feb	mar	abr	may	Jun	Jul	Ago	sep	oct	nov	dic	
Sector 3	107,01	365,38	295,03	226,53	150,39	100,23	71,47	81,12	116,41	163,50	233,94	284,29	359,42	2.447,70
Caso 1	16,93	62,17	50,20	38,34	24,79	16,52	11,88	13,80	19,64	26,92	38,52	47,14	59,60	409,52
Olivo	16,93	62,17	50,20	38,34	24,79	16,52	11,88	13,80	19,64	26,92	38,52	47,14	59,60	409,52
Caso 2	35,78	131,37	106,08	81,02	52,39	34,90	25,11	29,17	41,50	56,90	81,41	99,61	125,94	865,39
Olivo	35,78	131,37	106,08	81,02	52,39	34,90	25,11	29,17	41,50	56,90	81,41	99,61	125,94	865,39
Caso 3	10,16	32,40	26,16	19,98	12,92	8,61	6,19	7,19	10,23	14,03	20,07	24,56	31,06	213,40
Olivo	10,16	32,40	26,16	19,98	12,92	8,61	6,19	7,19	10,23	14,03	20,07	24,56	31,06	213,40
Caso 4	19,53	64,92	52,42	41,24	30,56	20,42	14,05	14,41	21,49	33,37	47,75	56,47	71,39	468,49
Chacras	1,85			1,20	4,67	3,17	1,64		0,98	5,26	7,52	7,24	9,15	40,83
Olivo	17,68	64,92	52,42	40,04	25,89	17,25	12,41	14,41	20,51	28,12	40,23	49,23	62,24	427,66
Caso 5*														
Coliflor														
Acelga														
Zanahoria														
Caso 6	24,60	74,52	60,17	45,96	29,72	19,80	14,24	16,54	23,54	32,27	46,18	56,51	71,44	490,90
Olivo	24,60	74,52	60,17	45,96	29,72	19,80	14,24	16,54	23,54	32,27	46,18	56,51	71,44	490,90
Caso 7*														
Olivo														
Total	479,06	1.603,12	1.314,54	1.020,47	691,11	472,58	346,25	385,36	535,04	738,13	1.037,57	1.253,62	1.574,37	10.972,15

Fuente: Elaboración propia.

Nota: El Caso 8 no presenta riego por lo que no se considera para el cálculo de las demandas hídricas.

*Caso no se encuentra representado en el sector respectivo.

Cuadro N° 5.49
Resumen de Demanda de Agua de Riego en Situación Actual (miles m³)

Sector	Superficie Proyectada (ha)	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total Anual	Distribución Porcentual
Sector 1	331,05	1.099,59	902,89	703,53	479,01	331,66	245,98	273,84	374,71	511,73	713,63	860,56	1.077,43	7.574,57	69,03%
Sector 2	41,00	138,15	116,61	90,41	61,71	40,69	28,80	30,40	43,93	62,89	89,99	108,77	137,52	949,88	8,66%
Sector 3	107,01	365,38	295,03	226,53	150,39	100,23	71,47	81,12	116,41	163,50	233,94	284,29	359,42	2.447,70	22,31%
Total	479,06	1.603,12	1.314,54	1.020,47	691,11	472,58	346,25	385,36	535,04	738,13	1.037,57	1.253,62	1.574,37	10.972,15	100,00%

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro N° 5.50
Demanda Mensual de Agua de Riego en Situación Actual (L/s)

Sector	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Sector 1	424,23	348,34	271,42	184,80	127,95	94,90	105,65	144,56	197,43	275,32	332,00	415,68
Sector 2	53,30	44,99	34,88	23,81	15,70	11,11	11,73	16,95	24,26	34,72	41,96	53,05
Sector 3	140,96	113,82	87,39	58,02	38,67	27,57	31,30	44,91	63,08	90,26	109,68	138,66
Total	618,49	507,15	393,70	266,63	182,32	133,58	148,67	206,42	284,77	400,30	483,65	607,39

Fuente: Elaboración propia.

*Nota: En todos los meses se consideran 30 días y 24 horas para el cálculo del caudal continuo.

Cuadro N° 5.51
Tasas de Riego Ponderadas en Situación Actual

Sector	Unidad	Cond. Riego	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	Oct	nov	dic	Total
Sector 1	m ³ /ha		3.375,9	2.772,0	2.125,1	1.446,9	1.002,8	743,8	847,7	1.143,2	1.561,2	2.177,2	2.625,4	3.287,0	23.108,2
	L/s/ha	30 días/24 hr	1,3	1,1	0,8	0,6	0,4	0,3	0,3	0,4	0,6	0,8	1,0	1,3	
		24 días/16 hr	2,4	2,0	1,5	1,0	0,7	0,5	0,6	0,8	1,1	1,6	1,9	2,4	
Sector 2	m ³ /ha		3.501,4	2.955,5	2.205,1	1.505,2	996,3	705,0	795,6	1.112,9	1.593,4	2.279,9	2.755,7	3.483,9	23.889,9
	L/s/ha	30 días/24 hr	1,4	1,1	0,9	0,6	0,4	0,3	0,3	0,4	0,6	0,9	1,1	1,3	
		24 días/16 hr	2,5	2,1	1,6	1,1	0,7	0,5	0,6	0,8	1,2	1,6	2,0	2,5	
Sector 3	m ³ /ha		3.474,6	2.805,6	2.116,9	1.405,4	936,7	667,9	771,4	1.087,8	1.527,9	2.186,2	2.656,7	3.358,8	22.995,9
	L/s/ha	30 días/24 hr	1,3	1,1	0,8	0,5	0,4	0,3	0,3	0,4	0,6	0,8	1,0	1,3	
		24 días/16 hr	2,5	2,0	1,5	1,0	0,7	0,5	0,6	0,8	1,1	1,6	1,9	2,4	
Total	m ³ /ha		3.408,5	2.794,9	2.130,1	1.442,6	987,5	723,5	826,2	1.128,2	1.556,4	2.187,8	2.643,3	3.319,6	23.148,6
	L/s/ha	30 días/24 hr	1,3	1,1	0,8	0,6	0,4	0,3	0,3	0,4	0,6	0,8	1,0	1,3	
		24 días/16 hr	2,5	2,0	1,5	1,0	0,7	0,5	0,6	0,8	1,1	1,6	1,9	2,4	

Fuente: Elaboración propia.

En cuanto a los rubros productivos los frutales (olivos) son los cultivos que requieren una mayor dotación de agua y son las que afectan los caudales instantáneos de los sectores de riego.

En el Cuadro N° 5.52 se presenta la relación entre la demanda hídrica de olivos y la demanda hídrica total según sector de riego. En todos los sectores, el cultivo de olivos supera el 93% de la demanda hídrica por sector, alcanzando el 97,8% de la demanda hídrica total del área de estudio.

Cuadro N° 5.52
Demanda Hídrica de Olivos por Sector y su Relación con Respecto al Total

Sector	Superficie (ha)	Fracción de la Superficie Total de Riego (%)	Demanda (m ³)	Fracción de la Demanda Hídrica (%)
Sector 1	323,0	97,6%	7.416.950	97,9%
Sector 2	38,2	93,2%	901.961	95,0%
Sector 3	105,2	98,3%	2.406.866	98,3%
Total	466,4	97,4%	10.725.777	97,8%

Fuente: Elaboración propia.

5.4.7 Demandas hídricas brutas, Situación Con Proyecto

En el Cuadro N° 5.53 se presentan las demandas hídricas por Caso, y en los Cuadros N° 5.54, 5.55 y 5.56 según superficie por Caso Proyectoado para los sectores 1, 2 y 3 respectivamente.

El requerimiento hídrico total del proyecto alcanza a los 13,18 millones de m³ por año para una superficie regada de 782,63 ha. El sector 1 es el que presenta la mayor demanda con un total anual de 6,96 millones de m³ lo que significa que este sector demanda el 52,8% del total del área de estudio (Cuadro N° 5.57).

En el Cuadro N° 5.58 se observa la distribución de las demandas hídricas mensuales como caudales continuos, dejando entrever que se requieren riegos frecuentes para satisfacer la demanda de los cultivos.

En el Cuadro N° 5.59 se presentan las tasas de riego ponderadas por sector y total del área de estudio y además expresadas como caudal continuo (24 horas día, 30 días al mes) y por turno de riego (16 horas al día, 24 días al mes). La tasa de riego ponderada para el área de estudio corresponde a 17.236,3 m³/ha/año, mientras que en enero se presenta la máxima demanda con una tasa de 2.503,8 m³/ha lo que significa un caudal continuo de 1,0 L/s/ha y 1,8 L/s/ha en turno de riego. En el Anexo 5.2, se presenta el detalle de las demandas de riego ponderadas para los Casos analizados.

En lo referente a cultivos, el olivo continúa siendo el de mayor importancia, concentrando sobre el 85% de la superficie total bajo riego y demandando el mismo porcentaje señalado de la demanda hídrica total (Cuadro N° 5.60).

Cuadro N° 5.53
Demanda Bruta de Agua de Riego por Caso (m³), Situación Con Proyecto

Cultivo/Caso	Sup. (ha)	Demanda Hídrica Bruta (m ³) - Situación Con Proyecto												Total
		ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	Sep	oct	nov	dic	
Caso 1														
Brócoli (1)	0,192		411,6	563,8	374,2	235,5								1.585,2
Coliflor (2)	0,192			368,9	374,2	259,8	139,8							1.142,6
Repollo (3)	0,192			447,9	374,2	259,8	176,1							1.258,0
Sandía (3)									270,1	378,8	528,2	461,2	577,4	2.215,6
Zapallo (2)		640,4							304,5	361,1	503,5	610,9	614,9	3.035,3
Melón (1)									270,1	378,8	528,2	461,2	577,4	2.215,6
Olivo mesa	0,576	1.499,8	1.216,2	941,6	624,9	433,9	324,4	374,4	508,5	679,8	948,0	1.150,1	1.440,0	10.141,6
Caso 2														
Lechuga (4)	0,126			259,5	234,2									493,6
Tomate (4)									199,9	271,9	379,2	361,8	452,9	1.665,7
Clavel	0,020	79,6	64,5	17,7	11,8	12,8	9,5	10,2	27,0	36,1	50,3	61,0	76,4	456,9
Ilusiones	0,020	79,6	64,5	17,7	11,8	12,8	9,5	10,2	27,0	36,1	50,3	61,0	76,4	456,9
Olivo mesa	2,252	5.868,7	4.758,8	3.684,6	2.445,1	1.697,7	1.269,5	1.465,2	1.989,9	2.659,9	3.709,3	4.500,4	5.634,6	39.683,8
Caso 3														
Clavel	0,107	422,4	342,5	94,0	62,4	67,7	50,6	54,4	143,2	191,5	267,0	323,9	405,6	2.425,2
Ilusiones	0,107	422,4	342,5	94,0	62,4	67,7	50,6	54,4	143,2	191,5	267,0	323,9	405,6	2.425,2
Higuera	0,357	921,9	747,5	622,0	110,1	76,4	57,1	61,4	250,1	473,5	660,4	801,2	1.003,1	5.784,6
Olivo aceite	3,804	9.442,9	7.657,0	5.928,6	3.934,3	2.731,6	2.042,7	2.357,5	3.201,8	4.279,8	5.968,4	7.241,3	9.066,3	63.852,3
Olivo cocktail	0,346	858,4	696,1	539,0	357,7	248,3	185,7	214,3	291,1	389,1	542,6	658,3	824,2	5.804,8
Olivo mesa	2,196	5.451,6	4.420,5	3.422,7	2.271,3	1.577,0	1.179,3	1.361,0	1.848,4	2.470,8	3.445,7	4.180,6	5.234,1	36.863,2
Caso 4														
Higuera	0,336	868,1	703,9	585,7	103,6	72,0	53,8	57,8	235,5	445,9	621,9	754,5	944,6	5.447,3
Membrillero	0,336	936,8	759,6	632,1	111,9	77,7	58,1	62,4	254,1	339,7	750,0	910,0	1.139,3	6.031,5
Olivo aceite	2,985	7.410,3	6.008,7	4.652,4	3.087,4	2.143,6	1.603,0	1.850,0	2.512,6	3.358,6	4.683,7	5.682,6	7.114,7	50.107,6
Olivo cocktail	0,271	673,7	546,2	422,9	280,7	194,9	145,7	168,2	228,4	305,3	425,8	516,6	646,8	4.555,2
Olivo mesa	1,500	3.722,5	3.018,5	2.337,1	1.550,9	1.076,8	805,2	929,3	1.262,2	1.687,2	2.352,8	2.854,6	3.574,0	25.171,2

Cuadro N° 5.53 (Continuación)
Demanda Bruta de Agua de Riego por Caso (m³), Situación Con Proyecto

Cultivo/Caso	Sup. (ha)	Demanda Hídrica Bruta (m3) - Situación Con Proyecto												Total	
		ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	Oct	nov	dic		
Caso 5															
Brócoli (5)	2,006		4.305,2	5.896,8	3.913,2	2.463,1									16.578,2
Pepino ensalada (5)								2.345,1	2.686,5	3.591,0	5.007,9	4.823,1			18.453,7
Aji (6)							2.183,6	2.080,0	2.825,0	2.850,6	3.975,3				13.914,6
Cebolla (7)	2,006		4.305,2	5.896,8	3.913,2	2.146,4									16.261,5
Pimiento (7)							2.183,6	2.080,0	2.825,0	2.850,6	3.975,3				13.914,6
Espárrago	2,006	7.923,2	6.424,7	1.763,5	1.170,3	1.269,6	949,4	1.019,6	2.686,5	3.591,0	5.007,9	6.075,9	7.607,1	45.488,7	
Tomate (8)									3.185,0	4.331,5	6.040,4	5.762,7	7.215,0	26.534,6	
Lechuga (8)	2,006			4.133,3	3.730,3									7.863,6	
Zanahoria (6)	2,006	5.922,0	7.087,0	5.896,8	3.913,2	2.146,4								24.965,3	
Caso 6															
Inv. Pepino dulce	0,240	554,9	452,8	507,2	336,6	233,7	174,8	187,7	218,5	292,0				2.958,2	
Inv. Tomate	0,240			374,4	250,0	233,7	174,8	187,7	254,9	340,7	407,3	494,1		2.717,6	
Damasco	2,398	5.235,9	4.245,6	3.532,6	721,3	500,8	374,5	402,2	546,2	2.008,0	4.582,2	5.559,4	6.960,5	34.669,3	
Membrillero	1,319	3.577,5	2.900,9	2.413,7	427,1	296,6	221,8	238,2	970,4	1.297,1	2.864,1	3.475,0	4.350,7	23.033,1	
Olivo aceite	11,463	27.722,9	22.479,6	17.405,4	11.550,4	8.019,6	5.997,0	6.921,2	9.399,8	12.564,9	17.522,2	21.259,3	26.617,0	187.459,4	
Olivo cocktail	1,151	2.783,9	2.257,4	1.747,8	1.159,9	805,3	602,2	695,0	943,9	1.261,7	1.759,6	2.134,8	2.672,8	18.824,4	
Olivo mesa	6,691	16.181,3	13.120,9	10.159,2	6.741,8	4.680,9	3.500,3	4.039,8	5.486,5	7.333,9	10.227,4	12.408,7	15.535,9	109.416,7	
Caso 7															
Damasco	3,194	6.973,2	5.654,3	4.704,7	960,6	667,0	498,8	535,7	727,5	2.674,2	6.102,6	7.404,1	9.270,0	46.172,8	
Olivo aceite	43,036	104.082,9	84.397,4	65.347,1	43.364,9	30.109,0	22.515,1	25.984,9	35.290,8	47.173,8	65.785,6	79.816,0	99.931,1	703.798,6	
Olivo cocktail	3,912	9.462,1	7.672,5	5.940,6	3.942,3	2.737,2	2.046,8	2.362,3	3.208,3	4.288,5	5.980,5	7.256,0	9.084,6	63.981,7	
Olivo mesa	28,105	67.972,5	55.116,7	42.675,7	28.319,9	19.663,0	14.703,7	16.969,8	23.047,1	30.807,4	42.962,0	52.124,7	65.261,1	459.623,6	
Caso 8															
Inv. Pepino dulce	0,290	670,6	547,3	613,0	406,8	282,4	211,2	226,8	264,0	353,0				3.575,1	
Inv. Tomate	0,290			452,4	302,2	282,4	211,2	226,8	308,1	411,8	492,2	597,2		3.284,3	
Damasco	1,739	3.796,7	3.078,6	2.561,6	523,0	363,2	271,6	291,7	396,1	1.456,0	3.322,6	4.031,3	5.047,2	25.139,6	
Olivo aceite	15,302	37.008,8	30.009,2	23.235,5	15.419,3	10.705,9	8.005,7	9.239,5	12.548,4	16.773,6	23.391,4	28.380,2	35.532,5	250.250,1	
Olivo cocktail	1,391	3.364,4	2.728,1	2.112,3	1.401,8	973,3	727,8	840,0	1.140,8	1.524,9	2.126,5	2.580,0	3.230,2	22.750,0	
Olivo mesa	9,390	22.710,0	18.414,7	14.258,2	9.461,8	6.569,5	4.912,6	5.669,7	7.700,1	10.292,9	14.353,8	17.415,1	21.804,1	153.562,5	

Fuente: Elaboración propia.

Nota: Números iguales indican cultivos en rotación ocupando la misma superficie que el antecesor.

Cuadro N° 5.54
Demanda Bruta de Agua de Riego (miles m³) Caso Proyectado Sector 1, Situación Con Proyecto

Cultivo/Caso	Sup. (ha)	Demanda Hídrica Bruta (miles m3) Caso Proyectado - Situación Con Proyecto												Total
		ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic	
Caso 1	36,68	68,21	51,88	74,01	55,69	37,89	20,41	11,93	43,13	57,31	79,93	85,52	102,29	688,20
Brócoli (1)	6,11		13,12	17,97	11,92	7,51								50,52
Coliflor (2)	6,11			11,76	11,92	8,28	4,46							36,41
Repollo (3)	6,11			14,27	11,92	8,28	5,61							40,09
Sandía (3)									8,61	12,07	16,83	14,70	18,40	70,61
Zapallo (2)		20,41							9,71	11,51	16,05	19,47	19,60	96,74
Melón (1)									8,61	12,07	16,83	14,70	18,40	70,61
Olivo mesa	18,34	47,80	38,76	30,01	19,91	13,83	10,34	11,93	16,21	21,66	30,21	36,65	45,89	323,21
Caso 2	81,12	202,20	163,96	133,49	90,67	57,80	43,23	49,84	75,27	100,77	140,52	167,20	209,33	1.434,27
Lechuga (4)	4,22			8,70	7,86									16,56
Tomate (4)									6,71	9,12	12,72	12,14	15,19	55,88
Clavel	0,68	2,67	2,16	0,59	0,39	0,43	0,32	0,34	0,91	1,21	1,69	2,05	2,56	15,33
Ilusiones	0,68	2,67	2,16	0,59	0,39	0,43	0,32	0,34	0,91	1,21	1,69	2,05	2,56	15,33
Olivo mesa	75,54	196,86	159,63	123,60	82,02	56,95	42,59	49,15	66,75	89,23	124,43	150,97	189,01	1.331,18
Caso 3	51,38	130,13	105,52	79,48	50,49	35,42	26,49	30,47	43,66	59,39	82,82	100,49	125,81	870,17
Clavel	0,79	3,14	2,54	0,70	0,46	0,50	0,38	0,40	1,06	1,42	1,98	2,41	3,01	18,01
Ilusiones	0,79	3,14	2,54	0,70	0,46	0,50	0,38	0,40	1,06	1,42	1,98	2,41	3,01	18,01
Higuera	2,65	6,85	5,55	4,62	0,82	0,57	0,42	0,46	1,86	3,52	4,90	5,95	7,45	42,97
Olivo aceite	28,26	70,14	56,87	44,03	29,22	20,29	15,17	17,51	23,78	31,79	44,33	53,78	67,34	474,26
Olivo cocktail	2,57	6,38	5,17	4,00	2,66	1,84	1,38	1,59	2,16	2,89	4,03	4,89	6,12	43,11
Olivo mesa	16,31	40,49	32,83	25,42	16,87	11,71	8,76	10,11	13,73	18,35	25,59	31,05	38,88	273,80
Caso 4	51,38	128,83	104,46	81,68	48,60	33,74	25,23	29,04	42,52	58,08	83,61	101,45	127,01	864,27
Higuera	3,18	8,22	6,66	5,54	0,98	0,68	0,51	0,55	2,23	4,22	5,89	7,14	8,94	51,56
Membrillero	3,18	8,87	7,19	5,98	1,06	0,74	0,55	0,59	2,41	3,21	7,10	8,61	10,78	57,09
Olivo aceite	28,26	70,14	56,87	44,03	29,22	20,29	15,17	17,51	23,78	31,79	44,33	53,78	67,34	474,26
Olivo cocktail	2,57	6,38	5,17	4,00	2,66	1,84	1,38	1,59	2,16	2,89	4,03	4,89	6,12	43,11
Olivo mesa	14,19	35,23	28,57	22,12	14,68	10,19	7,62	8,80	11,95	15,97	22,27	27,02	33,83	238,24

Cuadro N° 5.54 (Continuación)
Demanda Bruta de Agua de Riego (miles m³) Caso Proyectado Sector 1, Situación Con Proyecto

Cultivo/Caso	Sup. (ha)	Demanda Hídrica Bruta (miles m ³) Caso Proyectado - Situación Con Proyecto												Total
		ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic	
Caso 5	13,39	18,49	29,54	31,49	22,22	10,72	7,10	10,05	18,97	22,99	32,05	22,25	19,79	245,65
Brócoli	2,68		5,75	7,87	5,22	3,29								22,14
Pepino ensalada								3,13	3,59	4,79	6,69	6,44		24,64
Ají (6)						2,92	2,78	3,77	3,81	5,31				18,58
Cebolla (7)	2,68		5,75	7,87	5,22	2,87								21,71
Pimiento (7)						2,92	2,78	3,77	3,81	5,31				18,58
Espárrago	2,68	10,58	8,58	2,35	1,56	1,70	1,27	1,36	3,59	4,79	6,69	8,11	10,16	60,74
Tomate (8)									4,25	5,78	8,07	7,69	9,63	35,43
Lechuga (8)	2,68			5,52	4,98									10,50
Zanahoria (6)	2,68	7,91	9,46	7,87	5,22	2,87								33,33
Caso 6	54,64	130,32	105,68	84,02	49,25	34,34	25,68	29,46	41,43	58,35	86,86	105,38	130,50	881,27
Inv. Pepino dulce	0,56	1,29	1,05	1,18	0,78	0,54	0,41	0,44	0,51	0,68				6,88
Inv. Tomate	0,56			0,87	0,58	0,54	0,41	0,44	0,59	0,79	0,95	1,15		6,32
Damasco	5,58	12,17	9,87	8,21	1,68	1,16	0,87	0,94	1,27	4,67	10,65	12,92	16,18	80,60
Membrillero	3,07	8,32	6,74	5,61	0,99	0,69	0,52	0,55	2,26	3,02	6,66	8,08	10,11	53,55
Olivo aceite	26,65	64,45	52,26	40,46	26,85	18,64	13,94	16,09	21,85	29,21	40,73	49,42	61,88	435,80
Olivo cocktail	2,68	6,47	5,25	4,06	2,70	1,87	1,40	1,62	2,19	2,93	4,09	4,96	6,21	43,76
Olivo mesa	15,55	37,62	30,50	23,62	15,67	10,88	8,14	9,39	12,75	17,05	23,78	28,85	36,12	254,37
Caso 7	121,78	293,37	237,88	184,69	119,20	82,76	61,89	71,36	96,92	132,21	188,06	228,17	285,67	1.982,18
Damasco	4,97	10,85	8,80	7,32	1,50	1,04	0,78	0,83	1,13	4,16	9,50	11,52	14,43	71,86
Olivo aceite	66,98	161,99	131,36	101,71	67,49	46,86	35,04	40,44	54,93	73,42	102,39	124,22	155,53	1.095,39
Olivo cocktail	6,09	14,73	11,94	9,25	6,14	4,26	3,19	3,68	4,99	6,67	9,31	11,29	14,14	99,58
Olivo mesa	43,74	105,79	85,78	66,42	44,08	30,60	22,88	26,41	35,87	47,95	66,87	81,13	101,57	715,35
Total Sector 1	410,37	971,54	798,91	668,87	436,12	292,68	210,02	232,15	361,90	489,09	693,86	810,45	1.000,42	6.966,00

Fuente: Elaboración propia.

Nota: Números iguales indican cultivos en rotación ocupando la misma superficie que el antecesor.

Cuadro N° 5.55
Demanda Bruta de Agua de Riego (miles m³) Caso Proyectado Sector 2, Situación Con Proyecto

Cultivo/Caso	Sup. (ha)	Demanda Hídrica Bruta (miles m ³) Caso Proyectado - Situación Con Proyecto												Total
		Ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic	
Caso 1	8,59	15,98	12,15	17,34	13,04	8,88	4,78	2,80	10,10	13,43	18,72	20,03	23,96	161,21
Brócoli (1)	1,43		3,1	4,2	2,8	1,8								11,8
Coliflor (2)	1,43			2,8	2,8	1,9	1,0							8,5
Repollo (3)	1,43			3,3	2,8	1,9	1,3							9,4
Sandía (3)									2,0	2,8	3,9	3,4	4,3	16,5
Zapallo (2)		4,8							2,3	2,7	3,8	4,6	4,6	22,7
Melón (1)									2,0	2,8	3,9	3,4	4,3	16,5
Olivo mesa	4,30	11,2	9,1	7,0	4,7	3,2	2,4	2,8	3,8	5,1	7,1	8,6	10,8	75,7
Caso 2	12,27	30,58	24,80	20,19	13,71	8,74	6,54	7,54	11,38	15,24	21,25	25,29	31,66	216,94
Lechuga (4)	0,64			1,3	1,2									2,5
Tomate (4)									1,0	1,4	1,9	1,8	2,3	8,5
Clavel	0,10	0,4	0,3	0,1	0,1	0,1	0,0	0,1	0,1	0,2	0,3	0,3	0,4	2,3
Ilusiones	0,10	0,4	0,3	0,1	0,1	0,1	0,0	0,1	0,1	0,2	0,3	0,3	0,4	2,3
Olivo mesa	11,43	29,8	24,1	18,7	12,4	8,6	6,4	7,4	10,1	13,5	18,8	22,8	28,6	201,3
Caso 3	13,73	34,77	28,19	21,24	13,49	9,46	7,08	8,14	11,67	15,87	22,13	26,85	33,62	232,51
Clavel	0,21	0,8	0,7	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,3	0,4	0,5	0,6	0,8	4,8
Ilusiones	0,21	0,8	0,7	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,3	0,4	0,5	0,6	0,8	4,8
Higuera	0,71	1,8	1,5	1,2	0,2	0,2	0,1	0,1	0,5	0,9	1,3	1,6	2,0	11,5
Olivo aceite	7,55	18,7	15,2	11,8	7,8	5,4	4,1	4,7	6,4	8,5	11,8	14,4	18,0	126,7
Olivo cocktail	0,69	1,7	1,4	1,1	0,7	0,5	0,4	0,4	0,6	0,8	1,1	1,3	1,6	11,5
Olivo mesa	4,36	10,8	8,8	6,8	4,5	3,1	2,3	2,7	3,7	4,9	6,8	8,3	10,4	73,2
Caso 4	13,73	34,42	27,91	21,83	12,99	9,02	6,74	7,76	11,36	15,52	22,34	27,11	33,94	230,94
Higuera	0,85	2,2	1,8	1,5	0,3	0,2	0,1	0,1	0,6	1,1	1,6	1,9	2,4	13,8
Membrillero	0,85	2,4	1,9	1,6	0,3	0,2	0,1	0,2	0,6	0,9	1,9	2,3	2,9	15,3
Olivo aceite	7,55	18,7	15,2	11,8	7,8	5,4	4,1	4,7	6,4	8,5	11,8	14,4	18,0	126,7
Olivo cocktail	0,69	1,7	1,4	1,1	0,7	0,5	0,4	0,4	0,6	0,8	1,1	1,3	1,6	11,5
Olivo mesa	3,79	9,4	7,6	5,9	3,9	2,7	2,0	2,4	3,2	4,3	6,0	7,2	9,0	63,7

Cuadro N° 5.55 (Continuación)
Demanda Bruta de Agua de Riego (miles m³) Caso Projectado Sector 2, Situación Con Proyecto

Cultivo/Caso	Sup. (ha)	Demanda Hídrica Bruta (miles m3) Caso Projectado - Situación Con Proyecto												Total
		ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic	
Caso 5	6,26	8,64	13,81	14,73	10,39	5,01	3,32	4,70	8,87	10,75	14,99	10,40	9,25	114,87
Brócoli (5)	1,25		2,7	3,7	2,4	1,5								10,4
Pepino ensalada (5)								1,5	1,7	2,2	3,1	3,0		11,5
Ají (6)							1,4	1,3	1,8	1,8	2,5			8,7
Cebolla (7)	1,25		2,7	3,7	2,4	1,3								10,2
Pimiento (7)							1,4	1,3	1,8	1,8	2,5			8,7
Espárrago	1,25	4,9	4,0	1,1	0,7	0,8	0,6	0,6	1,7	2,2	3,1	3,8	4,7	28,4
Tomate (8)									2,0	2,7	3,8	3,6	4,5	16,6
Lechuga (8)	1,25			2,6	2,3									4,9
Zanahoria (6)	1,25	3,7	4,4	3,7	2,4	1,3								15,6
Caso 8	112,99	268,72	217,91	171,98	109,46	76,29	57,05	65,62	88,94	122,57	173,79	210,85	261,02	1.824,20
Inv. Pepino dulce	1,15	2,7	2,2	2,4	1,6	1,1	0,8	0,9	1,1	1,4				14,2
Inv. Tomate	1,15			1,8	1,2	1,1	0,8	0,9	1,2	1,6	2,0	2,4		13,1
Damasco	6,92	15,1	12,2	10,2	2,1	1,4	1,1	1,2	1,6	5,8	13,2	16,0	20,1	100,0
Olivo aceite	60,87	147,2	119,4	92,4	61,3	42,6	31,8	36,8	49,9	66,7	93,1	112,9	141,4	995,5
Olivo cocktail	5,53	13,4	10,9	8,4	5,6	3,9	2,9	3,3	4,5	6,1	8,5	10,3	12,9	90,5
Olivo mesa	37,35	90,3	73,3	56,7	37,6	26,1	19,5	22,6	30,6	40,9	57,1	69,3	86,7	610,9
Total Sector 2	167,57	393,12	324,78	267,30	173,08	117,40	85,50	96,55	142,33	193,38	273,23	320,54	393,45	2.780,66

Fuente. Elaboración propia.

Nota: Números iguales indican cultivos en rotación ocupando la misma superficie que el antecesor.

Cuadro Nº 5.56
Demanda Bruta de Agua de Riego (miles m³) Caso Proyectado Sector 3, Situación Con Proyecto

Cultivo/Caso	Sup. (ha)	Demanda Hídrica Bruta (miles m ³) Caso Proyectado - Situación Con Proyecto												Total
		ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic	
Caso 1	16,31	30,32	23,06	32,90	24,75	16,84	9,07	5,30	19,17	25,48	35,53	38,01	45,47	305,92
Brócoli (1)	2,72		5,8	8,0	5,3	3,3								22,5
Coliflor (2)	2,72			5,2	5,3	3,7	2,0							16,2
Repollo (3)	2,72			6,3	5,3	3,7	2,5							17,8
Sandía (3)									3,8	5,4	7,5	6,5	8,2	31,4
Zapallo (2)		9,1							4,3	5,1	7,1	8,7	8,7	43,0
Melón (1)									3,8	5,4	7,5	6,5	8,2	31,4
Olivo mesa	8,15	21,2	17,2	13,3	8,9	6,1	4,6	5,3	7,2	9,6	13,4	16,3	20,4	143,7
Caso 2	42,84	106,77	86,58	70,49	47,88	30,52	22,83	26,32	39,75	53,21	74,20	88,29	110,54	757,37
Lechuga (4)	2,23			4,6	4,1									8,7
Tomate (4)									3,5	4,8	6,7	6,4	8,0	29,5
Clavel	0,36	1,4	1,1	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,5	0,6	0,9	1,1	1,4	8,1
Ilusiones	0,36	1,4	1,1	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,5	0,6	0,9	1,1	1,4	8,1
Olivo mesa	39,89	104,0	84,3	65,3	43,3	30,1	22,5	26,0	35,2	47,1	65,7	79,7	99,8	702,9
Caso 3	20,08	50,86	41,24	31,06	19,73	13,84	10,35	11,91	17,06	23,21	32,37	39,27	49,17	340,09
Clavel	0,31	1,2	1,0	0,3	0,2	0,2	0,1	0,2	0,4	0,6	0,8	0,9	1,2	7,0
Ilusiones	0,31	1,2	1,0	0,3	0,2	0,2	0,1	0,2	0,4	0,6	0,8	0,9	1,2	7,0
Higuera	1,04	2,7	2,2	1,8	0,3	0,2	0,2	0,2	0,7	1,4	1,9	2,3	2,9	16,8
Olivo aceite	11,04	27,4	22,2	17,2	11,4	7,9	5,9	6,8	9,3	12,4	17,3	21,0	26,3	185,4
Olivo cocktail	1,00	2,5	2,0	1,6	1,0	0,7	0,5	0,6	0,8	1,1	1,6	1,9	2,4	16,9
Olivo mesa	6,38	15,8	12,8	9,9	6,6	4,6	3,4	4,0	5,4	7,2	10,0	12,1	15,2	107,0
Caso 4	20,08	50,35	40,83	31,93	18,99	13,19	9,86	11,35	16,62	22,70	32,68	39,65	49,64	337,79
Higuera	1,24	3,2	2,6	2,2	0,4	0,3	0,2	0,2	0,9	1,6	2,3	2,8	3,5	20,2
Membrillero	1,24	3,5	2,8	2,3	0,4	0,3	0,2	0,2	0,9	1,3	2,8	3,4	4,2	22,3
Olivo aceite	11,04	27,4	22,2	17,2	11,4	7,9	5,9	6,8	9,3	12,4	17,3	21,0	26,3	185,4
Olivo cocktail	1,00	2,5	2,0	1,6	1,0	0,7	0,5	0,6	0,8	1,1	1,6	1,9	2,4	16,9
Olivo mesa	5,55	13,8	11,2	8,6	5,7	4,0	3,0	3,4	4,7	6,2	8,7	10,6	13,2	93,1

Cuadro N° 5.56 (Continuación)
Demanda Bruta de Agua de Riego (miles m³) Caso Projectado Sector 3, Situación Con Proyecto

Cultivo/Caso	Sup. (ha)	Demanda Hídrica Bruta (miles m3) Caso Projectado - Situación Con Proyecto												Total
		ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic	
Caso 6	37,53	89,53	72,60	57,72	33,84	23,59	17,64	20,24	28,46	40,09	59,67	72,40	89,66	605,44
Inv. Pepino dulce	0,38	0,9	0,7	0,8	0,5	0,4	0,3	0,3	0,3	0,5				4,7
Inv. Tomate	0,38			0,6	0,4	0,4	0,3	0,3	0,4	0,5	0,7	0,8		4,3
Damasco	3,83	8,4	6,8	5,6	1,2	0,8	0,6	0,6	0,9	3,2	7,3	8,9	11,1	55,4
Membrillero	2,11	5,7	4,6	3,9	0,7	0,5	0,4	0,4	1,5	2,1	4,6	5,6	6,9	36,8
Olivo aceite	18,31	44,3	35,9	27,8	18,4	12,8	9,6	11,1	15,0	20,1	28,0	34,0	42,5	299,4
Olivo cocktail	1,84	4,4	3,6	2,8	1,9	1,3	1,0	1,1	1,5	2,0	2,8	3,4	4,3	30,1
Olivo mesa	10,69	25,8	21,0	16,2	10,8	7,5	5,6	6,5	8,8	11,7	16,3	19,8	24,8	174,8
Caso 7	67,85	161,38	130,86	103,28	65,73	45,81	34,26	39,41	53,41	73,61	104,37	126,63	156,75	1.095,50
Inv. Pepino dulce	0,69	1,6	1,3	1,5	1,0	0,7	0,5	0,5	0,6	0,8				8,5
Inv. Tomate	0,69			1,1	0,7	0,7	0,5	0,5	0,7	1,0	1,2	1,4		7,8
Damasco	4,15	9,1	7,4	6,1	1,2	0,9	0,6	0,7	0,9	3,5	7,9	9,6	12,1	60,1
Olivo aceite	36,56	88,4	71,7	55,5	36,8	25,6	19,1	22,1	30,0	40,1	55,9	67,8	84,9	597,8
Olivo cocktail	3,32	8,0	6,5	5,0	3,3	2,3	1,7	2,0	2,7	3,6	5,1	6,2	7,7	54,3
Olivo mesa	22,43	54,3	44,0	34,1	22,6	15,7	11,7	13,5	18,4	24,6	34,3	41,6	52,1	366,9
Total Sector 3	204,69	489,21	395,17	327,38	210,93	143,80	104,01	114,52	174,47	238,30	338,82	404,25	501,23	3.442,11

Fuente. Elaboración propia.

Nota: Números iguales indican cultivos en rotación ocupando la misma superficie que el antecesor.

Cuadro N° 5.57
Demanda de Agua de Riego en Situación Con Proyecto Superficies Proyectadas (m³)

Sector	Sup. Proy. (ha)	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total Anual	Distribución Porcentual
1	410,37	971.540,6	798.913,1	668.868,3	436.118,4	292.675,2	210.017,6	232.149,6	361.898,0	489.093,9	693.859,8	810.449,2	1.000.416,2	6.965.999,9	52,8%
2	167,57	393.123,3	324.783,4	267.302,4	173.082,0	117.396,9	85.503,6	96.549,0	142.326,2	193.378,4	273.228,0	320.536,7	393.453,5	2.780.663,6	21,1%
3	204,69	489.213,1	395.174,3	327.381,9	210.930,9	143.802,4	104.009,9	114.522,8	174.473,1	238.296,4	338.822,8	404.253,1	501.233,3	3.442.113,8	26,1%
Total	782,63	1.853.877,0	1.518.870,9	1.263.552,6	820.131,3	553.874,5	399.531,1	443.221,4	678.697,2	920.768,7	1.305.910,6	1.535.239,1	1.895.102,9	13.188.777,3	100,0%

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro N° 5.58
Demanda Mensual de Agua de Riego en Situación Con Proyecto por Sector (L/s)

Sector	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Sector 1	374,82	308,22	258,05	168,26	112,91	81,03	89,56	139,62	188,69	267,69	312,67	385,96
Sector 2	151,67	125,30	103,13	66,78	45,29	32,99	37,25	54,91	74,61	105,41	123,66	151,80
Sector 3	188,74	152,46	126,30	81,38	55,48	40,13	44,18	67,31	91,94	130,72	155,96	193,38
Total	715,23	585,98	487,48	316,41	213,69	154,14	171,00	261,84	355,23	503,82	592,30	731,14

Fuente: Elaboración propia.

*Nota: En todos los meses se consideran 30 días y 24 horas para el cálculo del caudal continuo.

Cuadro N° 5.59
Tasas de Riego Ponderada en Situación Con Proyecto

Sector	Unidad	Cond. Riego	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total
Sector 1	m ³ /ha		2.521,4	2.044,9	1.629,9	1.062,7	725,4	532,1	602,8	881,9	1.191,8	1.693,1	2.003,8	2.493,4	17.383,4
	L/s/ha	30 días/24 hr	1,0	0,8	0,6	0,4	0,3	0,2	0,2	0,3	0,5	0,7	0,8	1,0	
		24 días/16 hr	1,8	1,5	1,2	0,8	0,5	0,4	0,4	0,6	0,9	1,2	1,4	1,8	
Sector 2	m ³ /ha		2.470,1	2.009,0	1.595,2	1.032,9	708,6	524,6	598,3	855,8	1.162,7	1.654,3	1.970,6	2.455,2	17.037,2
	L/s/ha	30 días/24 hr	1,0	0,8	0,6	0,4	0,3	0,2	0,2	0,3	0,4	0,6	0,8	0,9	
		24 días/16 hr	1,8	1,5	1,2	0,7	0,5	0,4	0,4	0,6	0,8	1,2	1,4	1,8	
Sector 3	m ³ /ha		2.496,7	2.016,7	1.599,4	1.030,5	710,3	520,7	589,4	852,4	1.164,2	1.664,0	1.985,4	2.474,8	17.104,4
	L/s/ha	30 días/24 hr	1,0	0,8	0,6	0,4	0,3	0,2	0,2	0,3	0,4	0,6	0,8	1,0	
		24 días/16 hr	1,8	1,5	1,2	0,7	0,5	0,4	0,4	0,6	0,8	1,2	1,4	1,8	
Total	m ³ /ha		2.503,8	2.029,8	1.614,5	1.047,9	717,8	527,5	598,3	868,6	1.178,4	1.677,3	1.991,9	2.480,5	17.236,3
	L/s/ha	30 días/24 hr	1,0	0,8	0,6	0,4	0,3	0,2	0,2	0,3	0,5	0,6	0,8	1,0	
		24 días/16 hr	1,8	1,5	1,2	0,8	0,5	0,4	0,4	0,6	0,9	1,2	1,4	1,8	

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro N° 5.60
Superficies y Demanda Hídrica de Olivos
en la Situación Con Proyecto según Sector

Sector	Superficies de Olivos (ha)	Superficie Total (ha)	Fracción de la Superficie	Demanda Hídrica (m3/ año)	Fracción de la Demanda Hídrica
Sector 1	347,7	410,4	84,7%	5.845.440,6	52,2%
Sector 2	144,1	167,6	86,0%	2.387.276,5	21,3%
Sector 3	177,2	204,7	86,6%	2.974.429,8	26,5%
Total	669,1	782,6	85,5%	11.207.146,9	85,0%

Fuente: Elaboración propia.

5.4.8 Balance Disponibilidad Hídrica / Demandas de Riego

La disponibilidad de agua para el área de estudio, se basa en el análisis estadístico de caudales en la estación Río Huasco en Puente Atacama desarrollado por CONIC-BF¹ considerando los caudales mensuales para un 85% de probabilidad de excedencia, valor ampliamente utilizado en proyectos de riego de la D.O.H y C.N.R.

Los canales presentes en el área de estudio, poseen el 89,02% del total de las acciones de riego presentes aguas abajo del Puente Atacama, por lo que la disponibilidad hídrica para el área de estudio corresponde al caudal 85% presente en río Huasco en Puente Atacama multiplicado por el porcentaje de acciones de riego anteriormente señalado.

La demanda hídrica mensual, se evaluó bajo dos condiciones de riego, como caudal continuo para 30 días y 24 horas y como turno de riego considerando 24 días y 16 horas. Este ejercicio fue realizado para la Situación Actual y Con Proyecto.

La oferta hídrica, demandas de riego mensuales y balance oferta / demanda para las dos situaciones de riego evaluadas, se presentan en los Cuadros N° 5.61 y 5.62 para la Situación Actual y Con Proyecto, respectivamente.

¹ CONIC-BF, 1994. Análisis de la Oferta y Demanda de Recursos Hídricos en Cuencas Críticas Huasco y Elqui. Cuenca del Río Huasco, Informe Final.

Cuadro N° 5.61
Balance de Oferta de Agua (85% P exc) / Demandas de Riego en Situación Actual

Mes	Caudal 85% (m ³ /s)		Demanda (m ³ /s)		Demanda (m ³ /s)	
	Pte. Atacama	Área Estudio	30 días/24 hrs	Oferta-Dda.	24 días/16 hrs	Oferta-Dda.
Abr	3,642	3,242	0,267	2,975	0,500	2,742
May	2,992	2,663	0,182	2,481	0,342	2,321
Jun	4,045	3,601	0,134	3,467	0,250	3,350
Jul	3,199	2,848	0,149	2,699	0,279	2,569
Ago	3,614	3,217	0,206	3,011	0,387	2,830
Sep	3,571	3,179	0,285	2,894	0,534	2,645
Oct	3,433	3,056	0,400	2,656	0,751	2,305
Nov	2,583	2,299	0,484	1,816	0,907	1,392
Dic	1,834	1,633	0,607	1,025	1,139	0,494
Ene	1,823	1,623	0,618	1,004	1,160	0,463
Feb	1,980	1,763	0,507	1,255	0,951	0,812
Mar	2,128	1,894	0,394	1,501	0,738	1,156
Prom.	2,904	2,585	0,353	-	0,661	-

Fuente: Elaboración propia a partir de antecedentes de CONIC-BF (1994).

Cuadro N° 5.62
Balance de Oferta de Agua (85% P exc) / Demandas de Riego en Situación Con Proyecto

Mes	Caudal 85% (m ³ /s)		Demanda (m ³ /s)		Demanda (m ³ /s)	
	Pte. Atacama	Área Estudio	30 días/24 hrs	Oferta-Dda.	24 días/16 hrs	Oferta-Dda.
Abr	3,642	3,242	0,316	2,926	0,593	2,649
May	2,992	2,663	0,214	2,450	0,401	2,263
Jun	4,045	3,601	0,154	3,447	0,289	3,312
Jul	3,199	2,848	0,171	2,677	0,321	2,527
Ago	3,614	3,217	0,262	2,955	0,491	2,726
Sep	3,571	3,179	0,355	2,824	0,666	2,513
Oct	3,433	3,056	0,504	2,552	0,945	2,111
Nov	2,583	2,299	0,592	1,707	1,111	1,189
Dic	1,834	1,633	0,731	0,901	1,371	0,262
Ene	1,823	1,623	0,715	0,908	1,341	0,282
Feb	1,980	1,763	0,586	1,177	1,099	0,664
Mar	2,128	1,894	0,487	1,407	0,914	0,980
Prom.	2,904	2,585	0,424	-	0,795	-

Fuente: Elaboración propia a partir de antecedentes de CONIC-BF (1994).

Las demandas de riego en Situación Actual y Con Proyecto son cubiertas por los recursos hídricos del río Huasco generándose excedentes en ambas situaciones y en las dos condiciones de riego evaluadas.

Cabe señalar que de acuerdo a CONIC-BF² la operación del embalse Santa Juana permitiría en la cuarta sección del río Huasco, aumentar la dotación de agua en aproximadamente un 25% respecto a la situación sin embalse. De esta forma, es posible que el aumento de la superficie de *demanda hídrica* para la Situación Con Proyecto presente una seguridad de riego tal, que en el 85% de los años se satisfaga plenamente dicho requerimiento.

5.5 Fichas Técnicas

Las Fichas Técnicas de los diferentes rubros analizados en la Situación Actual y Con Proyecto fueron elaboradas en base a información de terreno y bibliografía consultada principalmente en Fundación Chile, FIA, Universidad de Chile y Católica. Las Fichas Técnicas para las situaciones de análisis, se presentan en el Anexo 5.3, donde además existe un cuadro resumen con los rendimientos, flujos de inversiones, costos, ingresos y márgenes, a precios privados y sociales.

Cada Ficha corresponde a una situación promedio en que se agruparon los Casos de acuerdo al tamaño predial, quedando una ficha para los Casos 1 y 2, Casos 3, 4 y 5 y Casos 6, 7 y 8 como una forma de agrupar agricultores con similar manejo tecnológico. Por otra parte, es necesario señalar que los pesticidas, fertilizantes y maquinaria utilizada en cada Ficha, constituyen sólo una referencia y no una recomendación de manejo particular.

En cada Ficha Técnica se estableció el costo de inversión y manejo por unidad de superficie (ha), valoradas a precios privados y sociales a diciembre del 2001. Para cada rubro se entregan las Fichas Técnicas de Inversión y costos operacionales por año para especies de producción anual y para todo el ciclo productivo en el caso de especies que presenten más de un año como ciclo productivo (frutales y algunas hortalizas).

Para la determinación de los costos de operación de un determinado cultivo o frutal, en cada Ficha Técnica se consideraron tres ítemes:

- Mano de Obra. Se valoran las labores realizadas en número de jornadas-hombre (JH), que considera 1 JH equivalente a 8 horas de trabajo diario. El costo unitario por JH corresponde al valor de la mano de obra definido en el Capítulo 4.4 y depende si es del tipo no calificada, semi-calificada o calificada.
- Maquinaria. Las labores donde se emplea maquinaria están valoradas en jornadas máquina (JM) las que equivalen al trabajo realizado por la maquinaria incluido el operario en el mismo período de tiempo diario indicado anteriormente. El costo unitario

² CONIC-BF, 1997. Manejo Integral del Recurso Hídrico a Nivel de Cuencas, Cuenca del Río Huasco III Región.

para cada tipo de maquinaria empleada en las labores agrícolas, se encuentra detallado en el Capítulo 4.4.

- Insumos. El ítem insumos considera cantidad y valor de semillas, plantas, fertilizantes y pesticidas utilizados en el proceso productivo.
- Otros. En este ítem se incluyen algunos accesorios de cosecha y materiales varios, así como también un cálculo de imprevistos que alcanza al 5% de los costos totales.

El costo unitario de cada uno de los insumos y accesorios mencionados se encuentra detallado en el Capítulo 4.4.

Las Fichas Técnicas para frutales, se han elaborado de acuerdo al método de riego que presenta una determinada especie, ya sea gravitacional o tecnificado. En Situación Actual, no existe el riego tecnificado en el patrón productivo, mientras que en la Situación Con Proyecto el grado de adopción de estos sistemas es variable dependiendo de los Casos analizados.

Por otra parte, respecto del riego californiano, en cada Ficha Técnica de frutales con riego gravitacional, se incorporó su costo por hectárea multiplicado por el porcentaje de adopción de este sistema de riego, que también es variable dependiendo del Caso considerado.

De igual forma se procedió con los valores de inversión del sistema de drenaje, incorporando en la Situación Con Proyecto, valor que se diferenció para cada uno de los grupos de Casos considerados en la presente evaluación.

En la situación particular de los rendimientos de olivo, se consideraron en las dos situaciones de análisis valores promedio entre temporadas de alta y baja producción, debido al añerismo característico de esta especie.

5.5.1 Situación Actual

En las Fichas Técnicas de la Situación Actual se consideró un manejo tecnológico, según los datos recogidos en el estudio de Casos. Conocido el nivel tecnológico de cada encuestado, se normalizó la información relacionada con rendimiento, dosis de fertilizantes, agroquímicos y riegos realizados. Además se normalizó el tiempo que demora cada labor y su costo, expresada en JH y \$/JH respectivamente.

De acuerdo a información recogida en terreno se estima que los huertos de olivos se encuentran en el año 20 de producción. De allí que éste, se constituyó en el año cero del proyecto, para la Situación Actual, estimándose un período productivo promedio de 50 años, se proyecta a futuro 30 años de producción sostenida.

Para el caso particular de la producción olivícola, se tiene que una parte de las aceitunas se destina a venta para mesa y el restante se vende a productoras de aceite de oliva ubicadas al interior del área

de estudio o cercana a ella. La venta de aceitunas para la producción de aceite de oliva se estimó considerando la capacidad de procesamiento actual que existe en el área y resultó ser variable dependiendo de los Casos analizados.

La venta de aceitunas para aceite se realiza por medio del sistema de maquila, que consiste en que el agricultor recibe el 40% de los ingresos por venta de aceite de oliva efectuadas por la planta procesadora. Además, se estimó un contenido de aceite promedio de 15%.

En el Cuadro N° 5.63 se presentan los porcentajes de venta de aceitunas destinadas para mesa y aceite, por grupo de Casos.

Cuadro N° 5.63
Porcentaje de la Producción de Aceitunas destinadas a
Mesa y Aceite de Oliva - Situación Actual

Producto	Casos 1 y 2	Casos 3 y 4	Casos 6, 7 y 8
Aceituna de mesa	88,60%	87,00%	94,40%
Aceite de oliva	11,40%	13,00%	5,60%

Fuente: Elaboración propia

Nota: El Caso 5 es un predio dedicado a la producción de hortalizas.

En las Fichas Técnicas, se consideró la inversión y flujo de costos para la producción total de aceitunas. El ingreso se calculó multiplicando el precio de venta del producto por el rendimiento por hectárea, ponderado según destino de la producción, Cuadro N° 5.63. No se incluyó costo de producción para aceite de oliva porque los productores procesan con un sistema de maquila. La planta procesadora entrega al productor sólo el 40% de los ingresos por venta de aceite cargando de esta forma el costo de producción.

La producción de aceitunas, aceite de oliva y el ingreso respectivo por este concepto, así como también el ingreso total por hectárea para cada grupo de Casos, se calculó de acuerdo a lo expresado en el Cuadro N° 5.64.

Cuadro N° 5.64
Cálculo de la Producción e Ingreso de Aceitunas y Aceite de Oliva

Ítem	Aceituna de Mesa	Aceite de Oliva
Producción	$Pa = R * Vam$	$Pac = R * Vac * A$
Ingreso	$Ia = Pa * Pxa$	$Iac = Pac * Pxac * M$
Ingreso Total	$Ia + Iac$	

Fuente: Elaboración propia.

Nota:

Pa: Producción de aceitunas de mesa.

R: Rendimiento de aceitunas.

Vam: Porcentaje de venta para aceituna de mesa.

Pac: Producción de aceite de oliva.

Vac: Porcentaje de venta para aceite de oliva.

A: Contenido promedio de aceite en la aceituna (15%).

Ia: Ingreso por venta de aceitunas de mesa.

Pxa: Precio de venta de aceituna de mesa.

Iac: Ingreso por venta de aceite de oliva.

Pxac: Precio de venta del aceite de oliva.

M: Porcentaje de maquila (40%).

Como se señaló, en la ficha técnica de olivo por grupo de Casos, se presenta un resumen de los rendimientos, inversiones, costos, ingresos y márgenes valorados a precios privados y sociales.

Luego de expuestas las consideraciones generales para la Situación Actual, se presentan en el Anexo 5.3 las siguientes Fichas Técnicas:

- Casos 1 y 2

Frutales

Olivo para aceituna de mesa 10m x 10m

- Casos 3, 4 y 5

Hortalizas

Acelga, Chacra (representada por tomate), Coliflor y Zanahoria

Frutales

Olivo para aceituna de mesa 10m x 10m

- Casos 6, 7 y 8

Frutales

Olivo para aceituna de mesa 10m x 10m

Forestales

Eucalipto

5.5.2 Situación Con Proyecto

La Situación Con Proyecto supone la puesta en marcha del proyecto de drenaje y de desarrollo agrícola que mejorará la rentabilidad del sistema y pague la inversión realizada.

Por este motivo se espera un aumento de los rendimientos, unido a un mejoramiento tecnológico, cambio en la estructura de cultivos de las explotaciones y en los volúmenes destinados a consumo de aceituna y aceite.

Se agrega cultivo de hortalizas al aire libre y en invernadero, se mejora la agroindustrialización de aceituna para aceite y cocktail, se introduce la producción de damascos para deshidratado y dulce de membrillo.

En las fichas técnicas de frutales en Situación Con Proyecto se diferenció según el sistema de riego utilizado. Esto obedece a las labores de riego propiamente tal y a que las técnicas de fertilización difieren en ambos tipos de riego, así como los costos de inversión intrapredial para cada uno de ellos.

En la Situación Actual, el 100% de los predios emplea riego gravitacional de muy bajo costo en infraestructura. En la Situación Con Proyecto el riego tecnificado se incorporaría, en la medida que se demuestren las ventajas para la zona, y que se realicen las inversiones correspondientes.

Los porcentajes de adopción para los sistemas de riego gravitacional y tecnificado, dependen del Caso y se presentan el Cuadro N° 5.65.

Cuadro N° 5.65
Porcentajes de Adopción Supuestos de los Sistemas de Riego por
Casos – Situación Con Proyecto

Caso	Riego Gravitacional	Riego Tecnificado
1 y 2	85,00%	15,00%
3, 4 y 5	75,00%	25,00%
6, 7 y 8	66,64%	34,36%

Fuente: Elaboración propia.

Los predios representados por los Casos 6, 7 y 8 poseen una mayor capacidad de gestión y de inversión, por lo que el porcentaje de la superficie con riego tecnificado es mayor que en el resto.

Los frutales regados con sistemas localizados presentan un mayor rendimiento comparado con otros sistemas de riego. En cada Caso se calculó la inversión, costos e ingreso de acuerdo al porcentaje supuesto de adopción de riego tecnificado.

En el caso de riego californiano, se estableció en el ítem inversiones, de cada ficha técnica de frutales con riego gravitacional, el valor por hectárea de éste multiplicado por el porcentaje de adopción que también es variable dependiendo del Caso analizado, de acuerdo a la distribución del Cuadro N° 5.66. El valor de inversiones por riego californiano se presenta en el Cuadro N° 5.9.

Cuadro N° 5.66
Porcentajes de Adopción Supuestos de Riego Gravitacional con Conducción Californiana

Caso	Riego Gravitacional Con Conducción Californiana
1 y 2	35,00%
3, 4 y 5	25,00%
6, 7 y 8	33,00%

Fuente: Elaboración propia.

Además, como se señaló anteriormente el costo de la implementación del sistema de drenaje intrapredial, se incorporó en las inversiones como valor global por hectárea.

Se establecieron los siguientes supuestos para la Situación Con Proyecto:

- En olivo se propone una densidad de plantación de 417 plantas/ha, a una distancia de 6 m x 4 m. Según estudios realizados en España con distintas densidades de plantación³, en huertos con 400 plantas/ha se consiguen aumentos significativos de rendimientos, densidades aún mayores causan el envejecimiento prematuro de la plantación.
- En aceitunas para cocktail, se usó la misma ficha técnica que para aceituna de mesa, pero se excluyó de la inversión el ítem estanques de polietileno para el tratamiento y almacenaje que es función de la agroindustria.

Las Fichas Técnicas para la Situación Con Proyecto son las siguientes:

- Casos 1 y 2

Hortalizas

Brócoli, Coliflor, Lechuga, Melón, Repollo, Sandía, Tomate, Zapallo Guarda

Flores

Clavel, Ilusiones

Frutales

Olivo para aceituna de mesa

- Caso 3, 4 y 5

Hortalizas

Ají, Brócoli, Cebolla, Espárrago, Lechuga, Pepino ensalada, Pimiento, Tomate y Zanahoria

Flores

Clavel, Ilusiones

Frutales

Higuera

Membrillero

Olivo para aceituna de mesa

Olivo para aceituna de cocktail

Olivo para aceite de oliva

³ Pastor *et al.*, 1993. En "El Cultivo del Olivo", 1998.

- Caso 6, 7 y 8

Hortalizas

Pepino dulce en invernadero, Tomate en Invernadero

Frutales

Damasco

Membrillero

Olivo para aceituna de mesa

Olivo para aceituna de cocktail

Olivo para aceite de oliva

5.6 Capacitación, Transferencia y Asesoría Tecnológica Permanente

A partir de los antecedentes obtenidos en la encuesta simple, se puede caracterizar el grado de conocimiento técnico y nivel de asesoramiento que reciben los agricultores.

A partir de esto, se evaluó el costo que significaría asesorar el cambio de estructura productiva, e identificar, en líneas gruesas, las técnicas más adecuadas para su implementación.

5.6.1 Etapa de Transferencia Tecnológica

Estimando que es posible, mediante un programa de capacitación integral, lograr un incremento sustantivo en los índices de integración y adopción de tecnología, se espera que la mayor parte de los agricultores serán capaces de desarrollar el programa agropecuario propuesto, en un período que no excederá de 18 años de realizada la plena habilitación de los suelos para la Situación Con Proyecto, de acuerdo a los tiempos de integración que a continuación se indican.

Situación de Análisis	Caso		
	1 – 2	3 – 4 – 5	6 – 7 – 8
Con Proyecto	18 años	15 años	12 años

Se ha reconocido también, que existe un gran interés por participar en proyectos de desarrollo tecnológico, según antecedentes captados en la encuesta simple y que se presentan a continuación (interés por participar en proyectos de desarrollo tecnológico).

Caso			
1	2	3, 4 y 5	6, 7 y 8
50 %	83,33 %	84,62%	66,67 %

Se estima que un programa de integración tecnológica destinado a introducir cambios en los patrones productivos y manejo agropecuario del sistema, deberá contar como mínimo, con los siguientes elementos de integración:

- Mostrar que es posible un incremento sustantivo en los rendimientos unitarios, de las especies conocidas por los agricultores.
- Mostrar que es posible incrementar aún más la producción de los suelos, si junto a lo anterior, se desarrollan planes de manejo agronómico, que técnica y económicamente sean sustentables.

Lo anterior es posible exteriorizarlo, en una primera etapa, a través del desarrollo de un módulo demostrativo que opere al interior de la zona de interés, donde se muestre a los potenciales beneficiarios las técnicas de manejo adecuadas, y que a futuro sirva como centro experimental en la búsqueda de nuevos escenarios productivos.

Afianzados los principales parámetros de confianza, entre la entidad técnica y los agricultores, se deberá proceder a incorporar nuevos elementos de gestión, entre los cuales cabe señalar:

- Se deberá proyectar un plan de desarrollo, en varias etapas de trabajo, que considere el desarrollo primario del actual patrón de cultivos, ya que responde a la satisfacción de sus necesidades básicas.
- Se deberá entregar prioridad en el apoyo técnico y crediticio, a aquellos agricultores más receptivos, que puedan servir de modelo de proyección de las tecnologías propuestas.
- Se deberán incorporar, tempranamente, los criterios técnicos que permitan reconocer los beneficios que significa el uso regular de fertilizantes y pesticidas en el rubro agrícola, sobre los niveles de producción.
- Entre las prioridades, se deberán enfocar el manejo técnico agronómico, desde el punto de vista preventivo y curativo, en caso de ser necesario, considerando la adecuada protección de los recursos naturales de suelo y agua.
- Se deberán entregar las herramientas técnicas que permitan establecer la dosis y épocas de aplicación necesarias de fertilizantes, que determinen un aumento significativo de los rendimientos, y de pesticidas alternativos para el control de plagas.
- Se deberá introducir el uso generalizado de la tracción mecánica a las labores culturales, en atención a que se obtiene una mejora en la calidad de la labor, se mejora la oportunidad de ejecución y se realiza con mayor rapidez, entre otras.
- Se deberá entregar los elementos de juicio para que desarrollen nuevos rubros productivos, en que se exploren simultáneamente nuevos mercados de comercialización, los que deberán servir de modelo para el resto del área en estudio.
- Se deberán establecer los enlaces operativos con las instituciones que actualmente están desarrollando acciones de transferencia tecnológica en la zona.

- Se deberá optimizar la entrega de tecnología, en función de superar gradualmente las limitaciones culturales que posee el sector.
- El cuerpo técnico deberá promover dentro de los agricultores del sector, un manejo empresarial del predio, fomentando la mantención de registros, tanto técnicos como económicos, contabilidad, proporcionar criterios de comercialización, etc.
- Se deberá entregar los criterios y herramientas para que puedan acceder a nuevos canales de comercialización, o en el caso de las hortalizas, la llegada directa a los mercados mayoristas o minoristas compradores.
- Se deberá entregar y promover entre los potenciales usuarios, el acceso a los diferentes mecanismos de subsidios y bonificaciones que actualmente existen, así como también establecer los créditos de enlace pertinentes que garanticen la ejecución del plan.

El programa de transferencia tecnológica y asistencia técnica se desarrollará con los agricultores que informaron interés respecto al desarrollo del proyecto. De acuerdo al porcentaje de interés, mencionado anteriormente, la superficie total que ocupan estos agricultores es de 584,7 ha.

En base a lo anterior, se elaboró un programa de asistencia, que considera un real apoyo técnico a los agricultores. Sobre esta zona, se ejemplifican a continuación las bases que permitirán determinar los requerimientos técnicos de apoyo, y los costos asociados al programa.

- Se deberá destinar un equipo profesional de técnicos agrícolas e ingenieros agrónomos de carácter permanente, que abarquen las áreas de los frutales y cultivos anuales. En forma paralela se contará con la asistencia periódica de ingenieros agrónomos especialistas que supervisan el trabajo de los técnicos.
- Se estima que los predios que incorporen rubros de carácter anual, se favorecerán con visitas semana por medio.
- Se determina que cada profesional deberá destinar el tiempo suficiente a la educación y capacitación de los usuarios del sistema. Se ha considerado un tiempo de visita de 3 horas/visita.
- Se determina que cada técnico deberá destinar un día a la semana en programar reuniones con los organismos técnicos residentes al interior del área de estudio y la generación de actividades de investigación y difusión entre los agricultores adscritos a los programas.
- Cada agrónomo especialista recorrerá junto con el técnico correspondiente a su especialidad, a los predios que requieran de mayor atención.

Basado en los criterios mencionados anteriormente, se ha determinado la necesidad técnica profesional de apoyo al sector, en su período de integración, así como también los costos que requerirá su implementación. Estos antecedentes se muestran detalladamente en el Cuadro N° 5.67 para la Situación Con Proyecto.

De acuerdo a los criterios de integración de tecnología adoptados, se postula que el apoyo técnico prestado a esta etapa, será máximo en los primeros años del proyecto, decayendo regularmente hasta el año de estabilización final (año 18), según sean los rubros productivos a asesorar.

En ambas situaciones, para efectos de la evaluación, se considerará que todo el sistema requiere del apoyo de transferencia, independiente de la capacidad de pago actual.

También se ha considerado como indispensable, la instalación de una oficina de apoyo, donde se puedan realizar reuniones de coordinación y los profesionales puedan programar sus campañas semanales o mensuales.

En forma paralela al programa de transferencia tecnológica, el equipo propuesto promoverá, especialmente al nivel de pequeños y medianos agricultores, la formación de asociaciones, las que tendrán como objetivo facilitar la ejecución de diversas acciones, especialmente en este tipo de agricultores que poseen una capacidad empresarial deficiente, o simplemente, su superficie es tan pequeña que no son sujeto de negociaciones.

Las asociaciones propuestas abarcan:

- Comercialización en conjunto de la producción con el fin de ofrecer un volumen mayor y poder optar a mejores precios.
- Agruparse en función de los requerimientos de insumos para comprar volúmenes mayores a menor precio.
- Formar asociaciones para comprar maquinaria agrícola, satisfacer sus propias necesidades y ofrecer servicios a otros agricultores de la zona.

En atención a que el progreso y el crecimiento del sistema requiere de asociaciones entre los pequeños agricultores, se recomienda que a futuro se realicen los estudios pertinentes en el sistema, a modo de entregar las herramientas o generar asociaciones de multipropósito, como parte el Programa Tecnológico a implementar.

5.6.2 Etapa de Asistencia Técnica Continua

La asistencia técnica para la Situación Con Proyecto será posterior a la etapa de integración, comenzando paulatinamente para algunos predios algunos años antes de llegar al año de estabilización, determinado para el año 18 para los predios más pequeños.

La etapa de asesoría regular deberá sostenerse en el apoyo técnico y crediticio permanente del sistema, como así en una participación activa en la búsqueda de nuevas alternativas de producción, mercados, manejo y control de la infraestructura. Todo esto, basado en la etapa de transferencia tecnológica realizada en los primeros años la que considera que el total de la

superficie ha sido incorporada al proyecto, y por ende, se asume la adopción total de los aspectos tecnológicos desagregados en la etapa de capacitación.

En detalle, la incorporación a la etapa de asistencia técnica será al año 13 para los Casos 6, 7 y 8; al año 16 para los Casos 3, 4 y 5; y al año 19 para los Casos 1 y 2, todos posterior al año de estabilización. Finalizada la etapa de aprendizaje e incorporación técnica, que asume cada Caso, termina la necesidad de profesionales que proporcionen asistencia técnica integral, pero se agudiza la demanda por asesoría permanente. A continuación se presentan las Bases del Programa que suplirá las necesidades del sector en la segunda etapa de apoyo:

- Disminuye el número de técnicos agrícolas permanentes, manteniendo cubiertas todas las áreas productivas.
- Se mantiene la asesoría periódica del Ingeniero Agrónomo.
- Se mantendrá un día semanal destinado a la elaboración de informes, reuniones técnicas, días de campo, etc.

Basado en los criterios recién mencionados, se ha determinado la necesidad técnica profesional de apoyo al sector, así como también los costos que requerirá su implementación.

De acuerdo a los criterios de integración de tecnología adoptados, se postula que el apoyo técnico que será prestado en este período, será máximo en el momento en que acabe la introducción de tecnología, y por todo el horizonte de evaluación.

No se ha considerado, para efectos de la presente evaluación, la asistencia técnica particular, a la que pueden acceder los predios de mayor tamaño.

El desarrollo del programa de asesoría técnica permanente se presenta en el Cuadro N° 5.67.

Cuadro N° 5.67
Capacitación y Transferencia en Situación Con Proyecto

	Item	Caso								Total
		1	2	3	4	5	6	7	8	
Años 1 al 3	Charlas	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000	160.000
	Día de Campo	40.000	40.000	40.000	40.000	40.000	40.000	40.000	40.000	320.000
	Asesoría Directa	105.817	370.505	1.065.095	835.826	1.544.695	2.822.038	9.396.005	3.410.546	19.550.526
	Cuadernillos	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	80.000
	Folletos	36.000	36.000	36.000	36.000	36.000	36.000	36.000	36.000	288.000
	Total Caso	211.817	476.505	1.171.095	941.826	1.650.695	2.928.038	9.502.005	3.516.546	20.398.526
Años 4 al 6	Charlas	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	80.000
	Día de Campo	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000	160.000
	Asesoría Directa	105.817	370.505	1.065.095	835.826	1.544.695	2.822.038	9.396.005	3.410.546	19.550.526
	Cuadernillos	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	40.000
	Folletos	18.000	18.000	18.000	18.000	18.000	18.000	18.000	18.000	144.000
	Total Caso	158.817	423.505	1.118.095	888.826	1.597.695	2.875.038	9.449.005	3.463.546	19.974.526
Años 7 al 8	Charlas	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Día de Campo	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Asesoría Directa	111.235	389.477	1.119.633	878.624	1.623.789	0	0	0	4.122.757
	Cuadernillos	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Folletos	12.000	12.000	12.000	12.000	12.000	0	0	0	60.000
	Total Caso	123.235	401.477	1.131.633	890.624	1.635.789	0	0	0	4.182.757
Años 9 al 10	Charlas	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Día de Campo	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Asesoría Directa	125.627	439.870	0	0	0	0	0	0	565.497
	Cuadernillos	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Folletos	9.000	9.000	0	0	0	0	0	0	18.000
	Total Caso	134.627	448.870	0	0	0	0	0	0	583.497

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro N° 5.67 (Continuación)
Cálculo de Costos, Programa de Capacitación y Transferencia en Situación Con Proyecto

	Item	Caso								Total
		1	2	3	4	5	6	7	8	
Años 1 al 6	Sup. Caso (ha)	1,199	2,519	7,131	5,596	10,342	23,981	79,845	28,982	
	Sup. Sistema Agrícola (ha)	64,149	141,900	87,819	87,819	20,266	94,051	124,270	184,531	804,81
	Interés en el Proyecto (%)	50,00 %	83,33 %	84,62 %	84,62 %	84,62 %	66,67 %	66,67 %	66,67 %	
	Sup. Afecta al Programa (ha)	32,07	118,25	74,31	74,31	17,15	62,70	82,85	123,03	584,68
	Cuota del Programa (\$)	105.817	370.505	1.065.095	835.826	1.544.695	2.822.038	9.396.005	3.410.546	
Años 7 al 8	Sup. Caso (ha)	1,199	2,519	7,131	5,596	10,342	23,981	79,845	28,982	
	Sup. Sistema Agrícola (ha)	64,149	141,900	87,819	87,819	20,266	94,051	124,270	184,531	804,81
	Interés en el Proyecto (%)	50,00 %	83,33 %	84,62 %	84,62 %	84,62 %	66,67 %	66,67 %	66,67 %	
	Sup. Afecta al Programa (ha)	32,07	118,25	74,31	74,31	17,15	62,70	82,85	123,03	584,68
	Cuota del Programa (\$)	111.235	389.477	1.119.633	878.624	1.623.789				
Años 9 al 10	Sup. Caso (ha)	1,199	2,519	7,131	5,596	10,342	23,981	79,845	28,982	
	Sup. Sistema Agrícola (ha)	64,149	141,900	87,819	87,819	20,266	94,051	124,270	184,531	804,81
	Interés en el Proyecto (%)	50,00 %	83,33 %	84,62 %	84,62 %	84,62 %	66,67 %	66,67 %	66,67 %	
	Sup. Afecta al Programa (ha)	32,07	118,25	74,31	74,31	17,15	62,70	82,85	123,03	584,68
	Cuota del Programa (\$)	125.627	439.870							

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro N° 5.67 (Continuación)
Valores Bases. Situación Con Proyecto

Valores Base	Costo (\$)	Unidad
Charlas	10.000	c/una/persona
Día de Campo	20.000	c/una/persona
Cuadernillos	5.000	c/una/persona
Folletos	3.000	c/una/persona
Ingeniero Agrónomo	850.000	c/mes
Técnico Agrícola	350.000	c/mes
Movilización Asesor	400.000	c/mes
Alojamiento Asesor	200.000	c/mes

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro N° 5.67 (Continuación)
Datos Desglosados por Periodo de Años. Situación Con Proyecto

Desglose	Unidad	Años 1 al 6	Años 7 al 8	Años 9 al 10
Costo Ingeniero Agrónomo	\$/mes	1.450.000	1.450.000	1.450.000
Profesionales Requeridos	N°	2	1	1
Costo Técnico Agrícola	\$/mes	950.000	950.000	950.000
Técnicos Requeridos	N°	6	4	2
Meses/Año/Ing. Agrónomo	N°	12	9	6
Meses/Año/Técnico Agrícola	N°	12	12	12
Costo Total Anual Sistema	\$/mes	103.200.000	58.650.000	31.500.000
Costo Total Mensual Sistema	\$/año	8.600.000	4.887.500	2.625.000
Costo Técnico por Hectárea Arable	\$/ha/año	176.508	185.546	209.553

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro N° 5.67 (Continuación)
Asesoría Técnica Permanente en Situación Con Proyecto

Item	Caso								Total
	1	2	3	4	5	6	7	8	
Sup. Caso (ha)	1,199	2,519	7,131	5,596	10,342	23,981	79,845	28,982	
Sup. Sistema Agrícola (ha)	64,149	141,900	87,819	87,819	20,266	94,051	124,270	184,531	804,81
Interés en el Proyecto (%)	50,00 %	83,33 %	84,62 %	84,62 %	84,62 %	66,67 %	66,67 %	66,67 %	
Sup. Afecta al Programa (ha)	32,07	118,25	74,31	74,31	17,15	62,70	82,85	123,03	584,68
Asesoría Diferencial – Año 13 al 15	0	0	0	0	0	1.875.134	6.243.279	2.266.175	\$/año
Asesoría Diferencial – Año 16 al 18	0	0	814.791	639.401	1.181.681	2.158.840	7.187.883	2.609.045	\$/año
Asesoría Diferencial – Año 19 al 30	105.817	370.505	1.065.095	835.826	1.544.695	2.822.038	9.396.005	3.410.546	\$/año

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro N° 5.67 (Continuación)
Valores Bases para Asesoría Técnica Permanente. Situación Con Proyecto

Valores Base	Costo (\$)	Unidad
Ingeniero Agrónomo	850.000	c/mes
Técnico Agrícola	350.000	c/mes
Movilización Asesor	400.000	c/mes
Alojamiento Asesor	200.000	c/mes

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro N° 5.67 (Continuación)
Datos Desglosados por Periodo de Años para Asesoría Técnica Permanente. Situación Con Proyecto

Desglose	Unidad	Años 1 al 6	Años 7 al 8	Años 9 al 10
Costo Ingeniero Agrónomo	\$/mes	1.450.000	1.450.000	1.450.000
Profesionales Requeridos	N°	1	1	2
Costo Técnico Agrícola	\$/mes	950.000	950.000	950.000
Técnicos Requeridos	N°	2	4	6
Meses/Año/Ing. Agrónomo	N°	6	9	12
Meses/Año/Técnico Agrícola	N°	12	12	12
Costo Total Anual Sistema	\$/mes	31.500.000	58.650.000	103.200.000
Costo Total Mensual Sistema	\$/año	2.625.000	4.887.500	8.600.000
Costo Técnico por Hectárea Arable	\$/ha/año	117.283	135.028	176.508

Fuente: Elaboración propia.

CAPÍTULO 6

DISEÑO DE DRENAJE

CAPÍTULO 6

DISEÑO DE DRENAJE

6.1 Estudio de Niveles Freáticos

Con el objeto de diseñar sistemas de drenaje en las áreas seleccionadas, se realizó una serie de estudios básicos, como la medición de la profundidad y fluctuaciones en el tiempo del nivel freático y mediciones de conductividad hidráulica del suelo. Con estos antecedentes fue posible realizar el trazado en un plano de las equipotenciales y conocer la dirección del movimiento de las aguas subterráneas de acuerdo a la metodología que se expone a continuación.

6.1.1 Profundidad del Nivel Freático y Fluctuaciones en el Tiempo

Para la determinación de la profundidad del nivel freático y su fluctuación en el tiempo, se utilizó una red de pozos de observación. Se dispusieron 38 pozos de observación distribuidos en el área de estudio seleccionada, con una densidad de aproximadamente 5 pozos por cada 100 ha a una profundidad de 2 m.

La distribución de los pozos de observación en las áreas seleccionadas para ser drenadas, corresponde a un reticulado (cuadrado o rectangular) conforme a la forma del área de trabajo y cuidando que estuviesen dispuestos en forma paralela y perpendicular a la dirección del flujo esperado o con respecto a cauces naturales o artificiales que se identificaron en las visitas a terreno. La distribución espacial de los pozos de observación en el área de estudio se presenta en el Plano N° C-01.

De esta forma se realizaron cuatro mediciones de profundidad del nivel freático en los pozos de observación, separadas por un lapso de tiempo de aproximadamente 25 a 30 días. Al no existir la influencia de precipitaciones en la recarga de la napa, fue posible espaciar las mediciones al tiempo señalado.

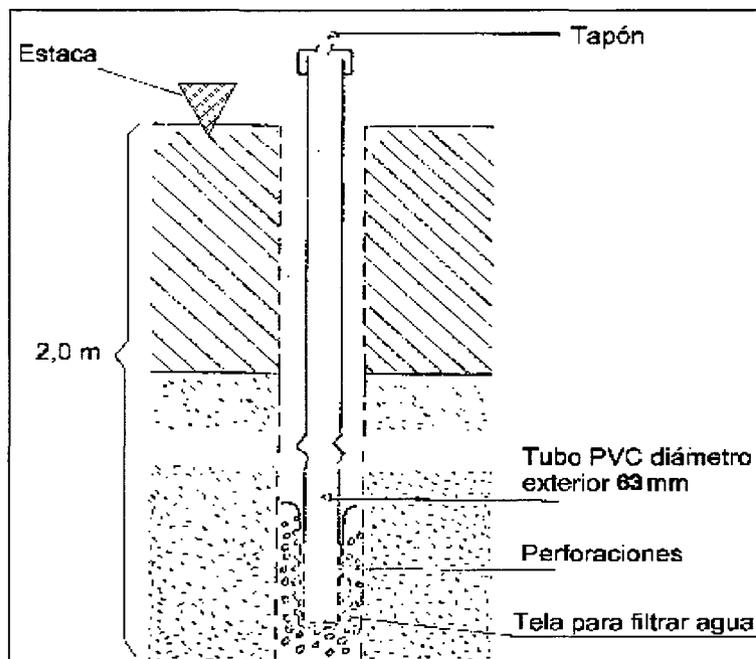
Luego de perforar el suelo con un barreno agrológico hasta la profundidad señalada, se introdujo un tubo de PVC de 63 mm C-6 perforado y recubierto por una tela filtrante para evitar el ingreso de material sólido al interior del tubo. En superficie quedó una diferencia de 1 a 2 cm entre el suelo y el extremo superior del tubo, el cual se cerró con una tapa atornillada para evitar el ingreso de material sólido o aguas superficiales al interior del tubo y tener libre acceso para medir la profundidad de la napa, durante el desarrollo del estudio.

Una estaca, inmediatamente al lado de cada pozo le asignó una cota en el plano topográfico del área y marcó las coordenadas del mismo. Además, se relacionó la profundidad del espejo de agua subterránea, en todos estos puntos, con las cotas de superficie, resultando planos del espejo de agua de la napa freática.

Antes de iniciar las lecturas en los pozos de observación, se eliminó el barro acumulado en su interior por efecto de la construcción de éste, utilizando una bomba manual de PVC.

En la siguiente figura se esquematiza la disposición de los pozos de observación.

Figura N° 6.1
Esquema de un Pozo de Observación



Fuente: Elaboración propia.

Las lecturas del nivel freático se realizaron por medio de una sonda eléctrica. Cada pozo presenta su propio registro de información entre los cuales se establece el número de pozo, la fecha de observación, el número de medición, las coordenadas UTM, la profundidad del agua hasta el nivel de referencia y la cota del nivel del agua con respecto al punto de referencia del levantamiento topográfico, además se incluye el número de ROL del SII. La información anteriormente señalada, se presenta en detalle en el Cuadro N° 6.1.

En la mayor parte de los pozos de observación, no se presentan fuertes variaciones del nivel freático, a excepción de aquellos en que las mediciones fueron realizadas entre 1 a 2 días posteriores al riego, como ocurre por ejemplo en los Pozos N°6 y N°26. Los mayores niveles de agua se presentan en terrenos de vega, lo que se refleja al observar la profundidad en que se encuentra el nivel freático en los Pozos N°28 (Vega Castillo) y N°37 (Vega en Club de Campo Las Tablas).

En general, de acuerdo con las mediciones realizadas, se puede establecer que en promedio para los sectores de La Cachina, La Arena, La Camelia y El Pino (Pozos N°1 al N°22) el nivel freático se

encuentra a los 1,26 m de profundidad, para el sector de Los Loros (Pozos N°23 al N°29), en promedio se tiene un nivel freático a 0,86 m y finalmente para los sectores de Las Tablas y Freirina (Pozos N°30 al N°38), localidades ubicadas en la ribera sur del río Huasco, el promedio de profundidad del nivel freático es de 0,87 m.

Cuadro N° 6.1
Nivel Freático en Pozos de Observación

N° Punto	Fecha	N°	Nivel	Ubic. Norte	Ubic. Sur	Cota	Cota NF
		Medición	Agua (m)	(U.T.M.)	(U.T.M.)	Topog. (m)	(m)
1 Ribera Norte 141-2	10-Dic-01	1	0,60	286.480,31	6.850.265,78	9,33	8,73
	11-Ene-02	2	1,20				8,13
	20-Feb-02	3	1,25				8,08
	25-Mar-02	4	0,90				8,43
2 Ribera Norte 141-6	10-Dic-01	1	1,40	286.436,74	6.849.940,26	10,76	9,36
	11-Ene-02	2	1,42				9,34
	20-Feb-02	3	1,35				9,41
	25-Mar-02	4	0,97				9,79
3 Ribera Norte 141-11	10-Dic-01	1	0,52	286.343,11	6.849.733,02	10,00	9,48
	11-Ene-02	2	0,75				9,25
	20-Feb-02	3	0,76				9,24
	25-Mar-02	4	0,50				9,50
4 Ribera Norte 141-2	10-Dic-01	1	1,02	286.731,16	6.850.226,10	9,88	8,86
	11-Ene-02	2	1,13				8,75
	20-Feb-02	3	1,26				8,62
	25-Mar-02	4	0,97				8,91
5 Ribera Norte 142-20	10-Dic-01	1	0,70	286.763,87	6.849.744,57	12,27	11,58
	11-Ene-02	2	0,89				11,38
	20-Feb-02	3	0,61				11,66
	25-Mar-02	4	0,69				11,58
6 Ribera Norte 142-4	10-Dic-01	1	0,83	287.486,76	6.849.784,50	14,64	13,81
	11-Ene-02	2	0,92				13,72
	20-Feb-02	3	0,05				14,59
	25-Mar-02	4	1,10				13,54
7 Ribera Norte 142-12	10-Dic-01	1	1,21	287.299,40	6.849.349,72	15,07	13,86
	11-Ene-02	2	0,62				14,45
	20-Feb-02	3	0,82				14,26
	25-Mar-02	4	1,00				14,07
8 Ribera Norte 142-7	10-Dic-01	1	1,22	287.718,97	6.849.612,25	15,81	14,59
	11-Ene-02	2	1,26				14,55
	20-Feb-02	3	1,19				14,62
	25-Mar-02	4	1,23				14,58
9 Ribera Norte 143-20	10-Dic-01	1	0,70	287.629,08	6.849.187,11	16,36	15,66
	11-Ene-02	2	1,38				14,98
	20-Feb-02	3	1,33				15,04
	25-Mar-02	4	1,23				15,13
10 Ribera Norte 143-24	10-Dic-01	1	2,00	287.802,82	6.848.797,57	15,91	13,91
	11-Ene-02	2	1,72				14,19
	20-Feb-02	3	1,72				14,19
	25-Mar-02	4	1,52				14,39

Continuación Cuadro N° 6.1

N° Punto	Fecha	N° Medición	Nivel Agua (m)	Ubic. Norte (U.T.M.)	Ubic. Sur (U.T.M.)	Cota Topog. (m)	Cota NF (m)
11 Ribera Norte 143-6	10-Dic-01	1	1,39	288.293,06	6.849.211,70	18,37	16,98
	11-Ene-02	2	1,33				17,04
	20-Feb-02	3	1,22				17,15
	25-Mar-02	4	1,19				17,18
12 Ribera Norte 143-8	10-Dic-01	1	1,36	288.217,44	6.848.756,44	18,21	16,85
	11-Ene-02	2	1,49				16,72
	20-Feb-02	3	1,40				16,82
	26-Mar-02	4	1,41				16,80
13 Ribera Norte 143-10	10-Dic-01	1	1,21	288.852,79	6.848.920,28	21,06	19,85
	11-Ene-02	2	1,26				19,80
	20-Feb-02	3	1,34				19,73
	26-Mar-02	4	1,31				19,75
14 Ribera Norte 143-10	10-Dic-01	1	1,21	289.333,95	6.848.594,04	23,59	22,38
	11-Ene-02	2	1,20				22,39
	20-Feb-02	3	1,66				21,93
	26-Mar-02	4	1,46				22,13
15 Ribera Norte 143-10	10-Dic-01	1	2,00	289.314,91	6.848.360,76	24,35	22,35
	11-Ene-02	2	2,00				22,35
	20-Feb-02	3	Seco				
	26-Mar-02	4	Seco				
16 Ribera Norte 143-10	10-Dic-01	1	2,00	289.219,11	6.848.259,14	24,23	22,23
	11-Ene-02	2	2,00				22,23
	20-Feb-02	3	Seco				
	26-Mar-02	4	Seco				
17 Ribera Norte 143-11	10-Dic-01	1	0,74	289.806,46	6.848.142,50	27,23	26,49
	11-Ene-02	2	0,77				26,46
	20-Feb-02	3	1,24				25,99
	26-Mar-02	4	0,74				26,49
18 Ribera Norte 143-23	10-Dic-01	1	1,10	290.100,82	6.847.901,98	29,86	28,76
	11-Ene-02	2	1,15				28,71
	20-Feb-02	3	1,68				28,18
	26-Mar-02	4	1,01				28,85
19 Ribera Norte 143-16	10-Dic-01	1	2,00	290.057,58	6.847.448,13	30,31	28,31
	11-Ene-02	2	2,00				28,31
	20-Feb-02	3	Seco				
	26-Mar-02	4	Seco				
20 Ribera Norte 145-8	10-Dic-01	1	1,65	290.611,18	6.847.510,88	34,62	32,97
	11-Ene-02	2	1,66				32,96
	20-Feb-02	3	1,74				32,88
	26-Mar-02	4	1,77				32,85

Continuación Cuadro N° 6.1

N° Punto	Fecha	N° Medición	Nivel Agua (m)	Ubic. Norte (U.T.M.)	Ubic. Sur (U.T.M.)	Cota Topog. (m)	Cota NF (m)
21 Ribera Norte 145-9	10-Dic-01	1	1,37	290.486,46	6.847.461,05	36,53	35,16
	11-Ene-02	2	1,50				35,03
	20-Feb-02	3	1,46				35,07
	26-Mar-02	4					
22 Ribera Norte 145-14	10-Dic-01	1	0,94	291.333,17	6.847.236,21	41,70	40,76
	11-Ene-02	2	1,56				40,14
	20-Feb-02	3	0,93				40,77
	26-Mar-02	4	1,22				40,48
23 Ribera Norte 102-6	10-Dic-01	1	1,32	294.904,92	6.846.030,17	66,40	65,08
	11-Ene-02	2	1,20				65,20
	20-Feb-02	3	1,20				65,20
	28-Mar-02	4	1,04				65,36
24 Ribera Norte 102-5	10-Dic-01	1	2,00	294.922,47	6.845.847,46	67,73	65,73
	11-Ene-02	2	1,46				66,27
	20-Feb-02	3	1,62				66,11
	28-Mar-02	4	1,47				66,26
25 Ribera Norte 102-25	10-Dic-01	1	0,61	295.221,70	6.846.224,95	70,88	70,27
	11-Ene-02	2	0,86				70,02
	20-Feb-02	3	0,93				69,95
	28-Mar-02	4	0,78				70,10
26 Ribera Norte 102-4	10-Dic-01	1	0,86	295.217,70	6.845.846,57	70,25	69,39
	11-Ene-02	2	0,12				70,13
	20-Feb-02	3	1,28				68,98
	28-Mar-02	4	0,78				69,47
27 Ribera Norte 102-14	10-Dic-01	1	0,74	295.760,06	6.846.252,82	74,64	73,90
	11-Ene-02	2	0,63				74,01
	20-Feb-02	3	0,82				73,82
	28-Mar-02	4	0,80				73,84
28 Ribera Norte SR-12	10-Dic-01	1	0,21	296.175,46	6.846.190,23	77,13	76,92
	11-Ene-02	2	0,18				76,95
	20-Feb-02	3	0,26				76,88
	28-Mar-02	4	0,00				77,13
29 Ribera Norte 102-21	10-Dic-01	1	0,57	297.400,15	6.845.490,65	87,87	87,30
	11-Ene-02	2	0,70				87,17
	20-Feb-02	3	0,56				87,32
	28-Mar-02	4	0,45				87,42
30 Ribera Sur 146-12	10-Dic-01	1	1,08	290.804,18	6.846.772,45	37,84	36,76
	11-Ene-02	2	1,05				36,79
	20-Feb-02	3	1,09				36,75
	27-Mar-02	4	0,89				36,95

Continuación Cuadro N° 6.1

N° Punto	Fecha	N° Medición	Nivel Agua (m)	Ubic. Norte (U.T.M.)	Ubic. Sur (U.T.M.)	Cota Topog. (m)	Cota NF (m)
31 Ribera Sur 146-11	10-Dic-01	1	0,70	291.338,29	6.846.328,62	41,70	41,00
	11-Ene-02	2	1,00				40,70
	20-Feb-02	3	0,90				40,80
	27-Mar-02	4	0,88				40,82
32 Ribera Sur 147-12	10-Dic-01	1	0,90	291.007,02	6.846.267,66	40,86	39,96
	11-Ene-02	2	1,08				39,78
	20-Feb-02	3	0,96				39,90
	27-Mar-02	4	0,68				40,18
33 Ribera Sur 107-2	10-Dic-01	1	0,50	291.901,99	6.846.305,79	44,71	44,21
	11-Ene-02	2	0,90				43,81
	20-Feb-02	3	1,28				43,43
	27-Mar-02	4	1,24				43,47
34 Ribera Sur 104-8	10-Dic-01	1	0,81	291.656,64	6.845.746,76	44,57	43,76
	11-Ene-02	2	0,87				43,70
	20-Feb-02	3	1,00				43,57
	27-Mar-02	4	0,82				43,75
35 Ribera Sur 106-8	10-Dic-01	1	1,10	292.055,53	6.845.663,02	47,01	45,91
	11-Ene-02	2	1,02				45,99
	20-Feb-02	3	1,08				45,93
	27-Mar-02	4	0,97				46,04
36 Ribera Sur 107-35	10-Dic-01	1	0,82	292.384,18	6.846.118,81	50,16	49,34
	11-Ene-02	2	0,89				49,27
	20-Feb-02	3	0,95				49,22
	28-Mar-02	4	0,84				49,32
37 Ribera Sur 107-15	10-Dic-01	1	0,38	292.491,62	6.845.582,28	50,14	49,76
	11-Ene-02	2	0,36				49,79
	20-Feb-02	3	0,40				49,74
	27-Mar-02	4	0,27				49,87
38 Ribera Sur SR	10-Dic-01	1	0,82	293.616,22	6.845.737,67	57,40	56,58
	11-Ene-02	2	0,61				56,79
	20-Feb-02	3	0,83				56,58
	27-Mar-02	4	0,65				56,75

Fuente: Elaboración propia.

6.1.2 Hidrogramas

Un hidrograma es un gráfico que muestra las variaciones del almacenamiento de agua en el suelo, relacionando la profundidad (o altura) del nivel freático o piezométrico, con el tiempo. La representación de ésta relación en un sistema de ejes cartesianos permiten estudiar el posible origen y efecto de la recarga sobre el nivel freático en cada estación de observación. La representación gráfica de la variación del nivel freático se presentan en el Anexo 6.1.

6.1.3 Plano de Equipotenciales o Isohypsas

La configuración de los niveles freáticos se representa en los planos de curvas de nivel de la napa freática. Las lecturas de profundidad de la napa obtenidas en los pozos de observación, fueron convertidas a elevaciones o cotas quedando ligadas al levantamiento topográfico realizado como se señala en el Cuadro N° 6.1. Cada punto de observación presenta su respectiva cota, las que fueron utilizadas para la confección de curvas de nivel de la napa, generando de esta forma los planos de isohypsas que proveen de información suficiente para derivar datos sobre gradientes hidráulicos, dirección de flujo, cantidad de agua subterránea en movimiento y áreas de recarga y descarga.

Los planos de isohypsas se confeccionaron para cada una de las mediciones realizadas, presentando en los Planos N° C-02, C-03, C-04, C-05 las isohypsas de diciembre de 2001, enero, febrero y marzo de 2002; y además en el Plano C-06 se presenta uno común que traslapa las cuatro anteriores de manera de poder observar en forma más clara el movimiento que presenta la napa freática en cada uno de los sectores levantados. Todos los planos de isohypsas generados, presentan una equidistancia entre curvas de 0,25 m.

De acuerdo a la forma del área de estudio, se definieron tres sectores:

<i>Ribera Norte río Huasco</i>	Sector 1	La Cachina
		La Arena
	Sector 2	El Pino
		La Camelia
		Los Loros
<i>Ribera Sur río Huasco</i>	Sector 3	Las Tablas
		Freirina

Cabe señalar, que el análisis de los planos de isohypsas no permitió aislar e identificar la influencia en la recarga de la napa freática del río Huasco por un lado, y la de los canales de riego por otro. No obstante, para definir el caudal de recarga que se debe evacuar, este Consultor asumió que la causa principal del problema de avenamiento de los suelos es la baja eficiencia de aplicación del agua de riego derivada del método de riego empleado, el gran volumen de agua y la frecuencia de aplicación.

El sentido observado del flujo, sigue una tendencia general de este a oeste, con un gradiente hidráulico promedio de 0,6 %, tendencia similar a la pendiente del terreno y paralela al sentido del flujo del río Huasco.

6.1.4 Plano de Isoprofundidad

Se confeccionaron planos de igual profundidad del nivel freático o isoprofundidad, los que muestran la distribución espacial de la profundidad del nivel freático bajo la superficie del suelo (Planos C-07, C-08, C-09 y C-10). Estos planos resultan del trazado de líneas que unen puntos de observación que tienen igual profundidad al nivel freático. De esta forma las áreas comprendidas entre dos líneas de isoprofundidad indican que el nivel freático se encuentra dentro de los rangos que cada línea expresa. Investigaciones recientes, demuestran que en una representación tridimensional la superficie del agua del nivel freático sigue la forma de la superficie del suelo (SCCS, 2001).

La confección de estos planos permite conocer en mayor detalle las áreas afectadas por problemas de mal drenaje, y la profundidad del nivel freático en la época de crecimiento de cultivos, entre otros aspectos.

Al igual que en el caso de los planos de isohypsas, se confeccionaron planos de isoprofundidad para cada uno de los sectores señalados y para cada una de las mediciones realizadas a la fecha de acuerdo a lo señalado en el Cuadro N° 6.1.

De acuerdo a los planos anteriormente señalados en el Sector 1 la profundidad del nivel freático disminuye de oriente a poniente y de sur a norte. La menor profundidad del nivel freático se puede asociar a la influencia de la red de canales existentes en el sector superior y medio de este sector, sin embargo, no se dispuso de una red de puntos de observación que permitiera confirmar fehacientemente esta idea, situación que debe ser estudiada en una etapa de detalle, con una mayor densidad de puntos.

En general, no existe una variación significativa en las curvas de isoprofundidad, manteniéndose una tendencia similar al comparar las cuatro mediciones realizadas.

En el Sector 3, existe en los sectores medio y poniente una tendencia de la napa a descender de oriente a poniente al comparar las cuatro mediciones. Lo anterior se puede explicar por la merma en el caudal del río Huasco con la consecuente disminución en la recarga del acuífero.

Las curvas de isoprofundidad presentan en el Sector 2, una tendencia similar. La napa está próxima a la superficie en áreas vecinas a canales de riego y se ahonda en dirección sur poniente.

En la segunda medición, aparece la napa cercana a la superficie del suelo debido a la aplicación de riego reciente, que evidentemente recarga el sistema.

6.2 Medición de la Conductividad Hidráulica (K)

La determinación de la conductividad hidráulica es fundamental para el diseño y funcionamiento de los drenes subsuperficiales. Todas las ecuaciones para definir el espaciamiento de los drenes, incorporan este parámetro.

La conductividad hidráulica del suelo se determinó al momento de la instalación de los pozos de observación, (con agua libre suficiente para realizar las mediciones), mediante el método del barreno o método de Hooghoudt, que consiste en tomar el tiempo de recuperación del nivel freático original, en el orificio del barreno, después de extraer el agua rápidamente mediante un sistema de bombeo.

En los casos en que el nivel del agua no permitía un número adecuado de mediciones por pozo, se realizó una repetición más utilizando como valor final el promedio de ambas mediciones.

El método se resuelve utilizando la ecuación de Glover y Dumm, considerando que la estrata impermeable se ubica más profundo que la línea de drenes:

$$K = 454737 \frac{a^2 d}{(a + 2d)t} \ln \frac{y_0}{y_1}$$

Donde:

K = conductividad hidráulica (m día⁻¹)

a = radio del orificio del barreno (m)

d = distancia desde el fondo del orificio de barreno hasta el nivel freático (m)

t = tiempo de recuperación del nivel freático (s)

y₀ = altura del nivel freático inmediatamente después de la extracción (m)

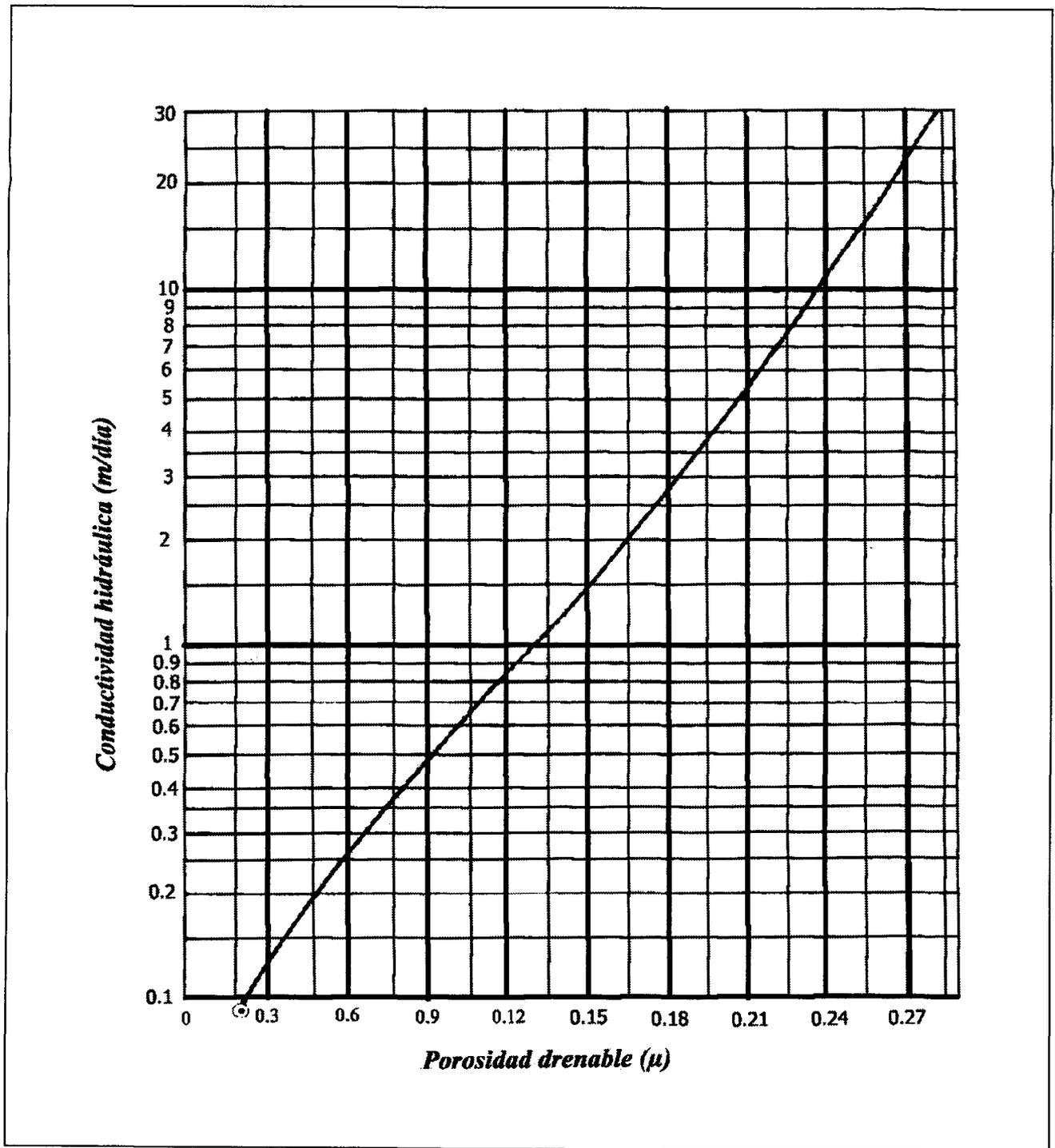
y₁ = altura del nivel freático una vez transcurrido el tiempo t (m)

Dado que las perforaciones de barreno no permitieron identificar el hidroapoyo, o estrata impermeable, ésta se consideró sobre la base de los antecedentes señalados por el Catastro de Pozos, DGA 1999, que la ubican en el caso más restrictivo, a 11 m de profundidad desde la superficie. En consecuencia se consideró una profundidad de la estrata de 10 m (valor d, en la ecuación de Glover y Dumm).

El detalle de las mediciones realizadas en los diferentes puntos de muestreo, se presenta en el Anexo 6.2 y en el Cuadro N° 6.2 se presenta el promedio ponderado de la conductividad hidráulica por pozo.

Otro parámetro considerado la porosidad drenable que es una parte del espacio poroso total y que corresponde al volumen de agua que pierde un acuífero no confinado al bajar el nivel freático desde una posición inicial a un nivel final más profundo. Para efectos del presente estudio, la porosidad drenable se determinó de acuerdo a la correlación con la conductividad hidráulica mediante el nomograma de Dumm (Figura N° 6.2).

Figura N° 6.2
Nomograma de Dumm



Fuente: Luque et al, 1991.

Una vez determinada la conductividad hidráulica en cada uno de los puntos de observación, se confeccionó un plano de igual conductividad hidráulica con el objeto de observar su magnitud y variación espacial. Este plano involucra rangos de valores de conductividad hidráulica atendiendo a la alta variabilidad que presenta este parámetro (Plano C-11).

Al analizar los planos de conductividad hidráulica se observó una amplia variación de los valores de conductividad hidráulica para cada uno de los pozos de observación (Cuadro N° 6.2) y por consiguiente dentro de cada sector definido anteriormente.

En el Sector 1 se presenta el rango de variación de conductividad hidráulica más alto del total del área de estudio, con un mínimo de $0,082 \text{ m día}^{-1}$ y un máximo de $7,56 \text{ m día}^{-1}$. El valor promedio de conductividad hidráulica para este sector, es de $2,15 \text{ m día}^{-1}$.

Para el Sector 2 presentan un mínimo de $0,308 \text{ m día}^{-1}$ y un máximo de $6,692 \text{ m día}^{-1}$ con un valor promedio de $1,958 \text{ m día}^{-1}$.

Finalmente, los valores de conductividad hidráulica para el Sector 3 se presenta la menor variación, ya que los valores de conductividad hidráulica varían desde $0,603$ a $2,709 \text{ m día}^{-1}$, con un promedio general para el área de $1,167 \text{ m día}^{-1}$.

Cuadro N° 6.2
Conductividad Hidráulica y Porosidad Drenable

N° Pozo	K m día ⁻¹	K cm día ⁻¹	Porosidad Drenable %
1	0,082	8,192	1,70
2	7,558	755,804	22,50
4	1,534	153,426	15,20
5	3,695	369,475	19,20
6	1,463	146,290	15,00
7	1,696	169,631	15,50
8	0,112	11,165	1,80
9	0,721	72,099	10,70
11	0,108	10,753	1,80
12	2,618	261,814	17,65
13	2,026	202,607	16,50
14	0,402	40,227	8,00
17	3,483	348,310	19,00
18	0,469	46,940	9,10
20	4,994	499,365	20,65
21	0,906	90,631	12,40
22	4,681	468,096	20,40
23	2,303	230,323	17,10
25	0,308	30,829	6,50
26	0,644	64,358	10,50
27	6,692	669,214	21,90
28	1,399	139,916	14,65
29	0,399	39,934	8,00
30	2,709	270,885	17,80
31	0,629	62,860	10,20
32	0,674	67,355	10,60
33	2,066	206,571	16,60
34	0,603	60,348	10,00
35	1,261	126,062	14,00
36	0,852	85,235	12,00
37	0,721	72,073	10,70
38	0,986	98,570	12,75

Fuente: Elaboración propia. Porosidad Drenable de acuerdo a Nomograma de Dumm.

6.3 Determinación del Eje Hidráulico Río Huasco 4ª Sección

El Eje hidráulico se define como la altura de escurrimiento en función de la distancia medida a lo largo de un cauce, en este caso el Río Huasco. Su conocimiento es indispensable para el diseño de obras hidráulicas. La determinación del eje hidráulico en cauces naturales es un procedimiento largo y a veces complicado. Por este motivo se han desarrollado modelos computacionales que ayudan a determinarlo.

La determinación del eje hidráulico en este proyecto se basa exclusivamente en identificar el o los puntos en que la descarga de los drenes colectores en el Río Huasco se produzca sobre este eje.

6.3.1 Metodología de Trabajo

La metodología utilizada para determinación del eje hidráulico comienza con el levantamiento topográfico el cual abarcó todo el eje del Río Huasco dentro del área de proyecto. Sobre este eje longitudinal se trazaron 23 perfiles transversales.

Posteriormente, se procedió a sectorizar el eje del río de acuerdo con los sectores determinados individualmente a ser drenados. Dentro de cada uno de estos sectores se separaron los perfiles transversales que incluían, de los cuales solamente se seleccionaron para el análisis, aquellos que se ubicaron dentro de la posible zona de descarga de los colectores.

Para la determinación del eje hidráulico en diferentes tramos del Río Huasco, según la ubicación de los sectores a drenar, se recurrió a un programa computacional llamado HEC-RAS (River Análisis System).

HEC-RAS es un programa creado en Estados Unidos, desarrollado originalmente por el U.S Army Corps of Engineers como HEC, al cual posteriormente le fue agregado una interfase amigable con el usuario generando HEC-RAS, trabajando en ambiente Windows y entregando facilidades para el manejo de datos.

En nuestro país, este programa es una herramienta comúnmente usada en diseños hidráulicos, siendo empleado por el Ministerio de Obras Públicas en sus propios diseños o para revisar a los de sus consultores.

El ingreso de los datos para el perfil longitudinal incluye el ingreso de distancias acumuladas a partir del perfil transversal N° 1 con respecto a cada uno de perfiles transversales restantes que están sobre dicho eje. Este recorrido se realizó de este a oeste.

En el caso de los perfiles transversales, los datos que se ingresan son la distancia acumulada desde el primer punto del perfil, tomado en la ribera norte, hacia los sucesivos puntos registrados en el perfil. Además en cada punto de debe incluir su cota (m.s.n.m).

Para la determinación del eje hidráulico el programa requiere en ingreso de valores de coeficientes de rugosidad de Manning, los cuales se obtuvieron del manual de carreteras del Ministerio de Obras Públicas, 1981. Estos fueron de 0,050 (sinuoso, vegetación y bastante pedregoso) para los bordes del río y 0,045 (sinuoso, vegetación y piedras) para el lecho.

En el caso del caudal asumido en los cálculos, se recurrió a la información proporcionada por la Dirección General de Aguas, la cual para la zona de proyecto tiene sólo una estación de muestreo, Huasco Bajo, que presenta datos desde Agosto de 1987 hasta Diciembre de 1995, pero completos desde 1989 a 1995. Con estos datos procesados se plantearon dos escenarios posibles, uno para el caudal medio anual y otro para el mes de mayor caudal del año con probabilidad de excedencia de 50%, con los cuales se determinó el Eje Hidráulico.

Una vez obtenido el Eje Hidráulico en cada una de las condiciones de caudal para los tres sectores a drenar, se procedió a analizar los puntos donde se ubicarán las descargas, con la finalidad de comprobar si la cota que trae el espejo de agua del dren se encontraba sobre la cota del eje hidráulico o bajo éste.

6.3.2 Análisis de los resultados

Una vez analizados los resultados del eje hidráulico, observando los gráficos obtenidos, se puede concluir que para cada uno de los sectores de drenaje analizando los escenarios N° 1 y 2, con caudales de 1,8 y 8,3 m³/s respectivamente, se observa que el eje hidráulico se encuentra sobre el eje crítico con lo cual queda demostrado que el Río Huasco posee un régimen de río (de baja velocidad).

Analizando cada uno de los escenarios para cada sector de drenaje, se observa que para el caudal máximo para un año con probabilidad de excedencia de un 50% entre los sectores 2 y 3, se produciría en ciertos lugares específicos del valle inundación de sectores bajos, los cuales corresponden a zonas de vegas, que según el proyecto no serán drenadas, por cuanto se encuentran dentro del área de protección.

Los puntos de salida diseñados para cada uno de los sectores al Río Huasco se ubican por sobre la cota del eje hidráulico en ambos escenarios, de modo que el agua desagüe en forma libre y sin inconvenientes.

El total de los perfiles tanto longitudinales como Transversales del río Huasco, al igual que las tablas de resultados entregados por el programa, se entregan en el Anexo 6.3.

6.4 Diseño del Sistema de Drenaje Intrapredial

En el siguiente capítulo se analiza el diseño del sistema de drenaje intrapredial, sistema que de acuerdo a los términos de referencia se encuentra fuera de los alcances de la presente Consultoría.

Este análisis se realiza con el objeto de calcular los caudales de recarga de la red de colectores, profundidad de salida de los drenes y cuantificar las inversiones intraprediales para la evaluación económica y financiera.

6.4.1 Metodología

En forma secuenciada, el diseño de la red de drenaje comienza con el cálculo de la recarga o coeficiente de drenaje y sigue con la definición de la profundidad de suelo libre de la influencia del nivel freático según requerimientos del cultivo, medida en el punto medio entre dos drenes. Para olivos es de 1,55 m, profundidad que permite minimizar el riesgo de daños por sales (FAO, 1980; Salgado, 2000).

Se fijó como criterio, que el cultivo representativo de la zona a drenar es el olivo, con aproximadamente el 85 % de la superficie de cultivo para la Situación Con Proyecto. De acuerdo al análisis de las mediciones, se asumió que la recarga estaría dada por los requerimientos de lixiviación del cultivo en el mes de mayor demanda de riego, enero con 753,7 m³/ ha. En el establecimiento de los criterios para la definición del coeficiente de drenaje, se consideró una frecuencia de recarga, equivalente a cuatro riegos al mes, lo que da como resultado una recarga por riego de 18,8 mm/día. Cultivos como zanahoria y cebolla tienen mayores requerimientos de lavado por ser más sensibles a las sales, por lo cual, para que el diseño cubriera completamente las necesidades de los cultivos, se introdujo un factor de ajuste que permitiera drenar con una seguridad de 100 % la superficie bajo cultivo. Esto se realizó aumentando la frecuencia de riego a 5 días, en lugar de 7 días, al desarrollar el cálculo de distanciamiento de drenes.

El paso siguiente fue establecer criterios de diseño para los drenes laterales y colectores. La red de laterales entubados (intraprediales) descargarán a colectores (extraprediales). Los colectores extraprediales tendrán la doble función de: a) Permitir el desagüe de los laterales y b) abatir el nivel freático en el área de influencia. Los colectores fueron trazados por los deslindes de las propiedades. En ambos casos el diseño tiende a restar el mínimo de superficie al cultivo.

Para los objetivos perseguidos con el diseño de drenaje intrapredial, se realizó el dimensionamiento de la red en tres predios representativos de cada uno de los sectores de riego definidos en el Capítulo 6.1.3. Para cada predio se tomaron valores de conductividad hidráulica y porosidad drenable característicos del sector de riego.

La profundidad de la estrata impermeable se determinó sobre la base de los antecedentes existentes en el estudio de CEDEC (1985), donde se presenta un perfil transversal del terreno en profundidad, a la altura de la localidad de Las Tablas, el cual se presenta en la figura N° 4.5 del capítulo 4. Según

estos antecedentes, la profundidad mínima que se ubicó la estrata impermeable es de 10 m desde la superficie del suelo, utilizando con fines de diseño esta profundidad por corresponder al caso más restrictivo. La estrata impermeable está compuesta de arcilla y fósiles.

En el cálculo de la distancia entre drenes laterales (m), se empleó la Ecuación de distancia de Glover y Dumm, definida para un suelo homogéneo y drenes ubicados por encima de la estrata impermeable. En esta ecuación se asume que la “región de flujo (D)” se sustituye por el concepto de “estrato equivalente” (d) definido como: “el espesor que tendría la región de flujo si este fuera eminentemente horizontal”. La ecuación es la siguiente:

$$L^2 = \frac{\pi^2 \cdot K \cdot D \cdot t}{p \cdot \ln \left(1,16 \frac{h_0}{h_t} \right)}$$

Donde:

L = distancia entre drenes (m)

K = conductividad hidráulica (m día⁻¹)

$D = d + \frac{h_0}{2}$ = espesor de la región de flujo (m)

d = estrata equivalente, distancia desde el fondo de los drenes a la estrata impermeable (m)

t = intervalo entre recargas (día)

$h_0 = \frac{Ri}{p}$ = altura del nivel freático sobre los drenes al inicio del periodo de drenaje (m)

h_t = altura del nivel freático sobre los drenes al final del período de drenaje (m)

p = porosidad drenable (%)

Ri = recarga instantánea (m día⁻¹)

El dato de la porosidad drenable se obtuvo del nomograma de Dumm, que relaciona gráficamente la conductividad hidráulica con la porosidad drenable.

Al modelar la profundidad del nivel freático se conoce la magnitud de su ascenso con cada evento de recarga, que están dados por los riegos. Los datos de la magnitud de la percolación profunda se consigue despejando h_t de la ecuación de Glover y Dumm que queda como:

$$h_t = e^{\left(\ln(1,16h_0) - \frac{\pi^2 KDt}{pL^2} \right)}$$

donde los términos son los mismos que la ecuación anterior.

La aplicación de esta ecuación implica asumir inicialmente una distancia entre drenes para luego, mediante iteración, obtener la distancia verdadera.

Para la situación con proyecto, según se señala en el Capítulo 5.4 Balance Hídrico, se establecieron mejoras en los sistemas de riego con respecto a la Situación Actual, sin embargo al considerar las necesidades de lixiviación, se origina un caudal que debe ser evacuado, para evitar el ascenso del nivel freático, la anoxia radicular y el daño a los cultivos por efectos de la salinidad.

La recarga que define el diámetro de la tubería, se estimó mediante ecuación de carga instantánea, señalada por Pizarro (1985):

$$Q = 0,000073 \frac{K \cdot D}{L} \cdot h_0 \cdot l$$

Donde:

Q = recarga (m³/s)

K = conductividad hidráulica (m/día)

L = espaciamiento entre drenes (m)

l = longitud de un dren (m)

D = espesor del acuífero una vez drenado, distancia entre los drenes y estrata impermeable (m)

h_0 = recarga del acuífero (m)

Para el cálculo del diámetro de tuberías se utilizó la fórmula señalada por Pizarro (1985) para drenes corrugados (en la cual se dejó como variable dependiente el diámetro interno):

$$D_i = 0,2557 Q^{0,375} i^{-0,187}$$

Donde:

D_i = diámetro interior del dren (m)

Q = caudal a eliminar (m³/s)

i = gradiente hidráulico (adimensional)

Pizarro (1985), recomienda aumentar el diámetro calculado en un 10%, con el objeto de tener un margen de garantía frente a defectos de alineación de los drenes y disminución del diámetro efectivo por colmatación del dren.

El caudal utilizado para diseño de drenes colectores corresponde a la recarga del acuífero máxima (h_0 máximo), en tanto, que el gradiente hidráulico (i) depende de las condiciones topográficas del terreno.

6.4.2 Resultados

En el Cuadro N° 6.3 se presentan los resultados de longitud, espaciamiento, diámetro y caudal drenado según predio estudiado.

Cuadro N° 6.3
Resultados sistema de drenaje intrapredial según predio estudiado.

Ítem	Unidad	Predio 145 - 8	Predio 141 - 6	Predio 107 - 2
Conductividad Hidráulica	(m/día)	4,0	6,0	2,0
Porosidad Drenable	(%)	19,7	21,75	16,5
h_0 máximo	(m)	0,20	0,19	0,25
Longitud	(m)	188	200	650
Distancia entre drenes	(m)	101	122	81
Pendiente	(m/ m)	0,001	0,001	0,001
Superficie drenada por dren	(m ²)	18.938	24.400	52.650
Caudal drenado	(m ³ /s)	0,001	0,001	0,004
Caudal drenado unitario por hectárea	(L/ s/ ha)	0,462	0,458	0,454
Velocidad del flujo	(m/ s)	0,12	0,13	0,18
Diámetro interno	(cm)	7,3	8,0	13,3
Profundidad de drenes	(m)	1,75	1,74	1,80

Fuente: Elaboración propia.

La distancia entre los drenes laterales, varía entre 81 y 122 m, según predio, obteniendo un valor de caudal drenado por hectárea que varía entre 0,454 y 0,462 L/ s/ ha. Este valor de caudal drenado por ha, es la base sobre la cual se calculó la capacidad de los drenes colectores, tal como se señala en el Capítulo 6.5.

La profundidad de los drenes resultó ser de 1,74 a 1,80 m desde la superficie, con el objeto de que la altura de agua al interior de los drenes fuera de 0,10 m.

En el Anexo 6.4.1 se presenta la memoria de calculo del espaciamiento y diámetro de drenes.

6.4.3 Costos Drenaje Intrapredial en Predios Reales

En la estimación de los costos de instalación y mantención de un sistema de drenaje intrapredial se tomaron tres predios representativos según estrato, Roles 145-8 (Estrato 2), 141-6 (Estrato 3) y 107-2 (Estrato 4), cuyo cultivo es el olivo, debido a que en la Situación Con Proyecto, éste representa aproximadamente el 85 % de la superficie bajo riego. En consecuencia las recargas a drenar, corresponden a las originadas por el riego, específicamente a la fracción de percolación profunda requerida para la lixiviación de las sales fuera de la zona radicular. Como criterio de diseño, se asumió una profundidad de la napa freática de 1,55 m, de tal manera de no afectar el desarrollo de los cultivos.

El diseño contempla drenes entubados, con una pendiente de 1 por mil, con una cámara de inspección por dren, y una obra de albañilería en la boca de salida hacia el colector. No se incluye en esta estimación de costos el dren colector, ya que éste pertenece al sistema de drenaje extrapredial.

En general, en la estimación se incluyeron los costos de trazado de obras y topografía, excavación con retroexcavadora (ancho de pala de 70 cm), colocación de tuberías, relleno de tierra a mano y materiales (tubo de drenaje corrugado). Los precios privados utilizados se presentan en el Anexo 6.7.1.

6.4.3.1 Predio Rol 145-8, Estrato 2

En el Cuadro N° 6.4 se presenta la estimación de los costos del sistema de drenaje del predio Rol 145-8, representativo del estrato 2.

Este predio, tiene una superficie de 3,6 ha, con una conductividad hidráulica de 4 m/día y una profundidad de la napa freática de 1,4 m. Lo anterior, indica una porosidad drenable de 19,7 % (según nomograma de Dumm), lo que determina una distancia entre drenes de 101 m. El largo de drenes se estimó en 187,5 m, en disposición perpendicular al flujo de la napa.

Según el diseño del sistema, se requería una tubería de drenaje de 73,3 mm, lo que llevado a un diámetro comercial resulta en 100 mm. El costo de construcción y materiales (Cuadro N° 6.4), es de \$ 3.307.424, lo que equivale a \$ 918.729/ ha.

Cuadro N° 6.4
Costos de Construcción y Mantenión, Predio Rol 145-8

Item	Cantidad	Unidad	Precio Unitario (\$)	Total (\$)
Trazado de obras y topografía	0,376	km	1.800.000	676.800
Excavación de zanjas	460	m ³	1.250	575.000
Colocación de tuberías	376	m	300	112.800
Relleno de tierra a mano	15	JH	10.000	150.000
Colocación geotextil	1,2	JH	8.500	10.200
Relleno de tierra con maquinaria	460	m ³	1.250	575.000
Materiales				
Tubería drenaje 100 mm	376	m	1.114	418.864
Cámaras de observación	2	unidad	250.000	500.000
Geotextil 200 g/ m ² (Bidim)	184,2	m ²	439	80.864
Hilo amarre geotextil	0,2	kg/ m	3.416	683
Albañilería boca salida colector	2	m ²	10.000	20.000
Imprevistos	6	%		187.213
TOTAL				3.307.424
TOTAL /ha				918.729
Costos anuales de mantención	2	%	3.307.424	66.148

Fuente: Elaboración propia.

Los costos anuales de mantención, se estimaron sobre la base de lo señalado por CIREN (1996), que indica un costo de 2% sobre el costo total en materiales y construcción. De esta forma, el costo anual de mantenimiento es de \$ 66.148.

6.4.3.2 Predio Rol 141-6, Estrato 3

El predio Rol 145-8 tiene una superficie de 5,596 ha y representa al estrato 3. La conductividad hidráulica es de 6 m/día, lo que determina una porosidad drenable de 21,75 % y una profundidad de la napa freática de 1,7 m.

Los datos anteriores, determinan una distancia de 122 m entre drenes, con un largo de dren 200 m, dispuestos perpendicularmente a la dirección del flujo freático, requiriéndose 3 drenes para la superficie total del predio. El diámetro de la tubería de drenaje resultó en 80,3 mm, lo cual llevado a diámetros comerciales significa tuberías de 100 mm de diámetro.

En el Cuadro N° 6.5 se presentan los costos de construcción y mantención anual. El costo de construcción alcanza a \$ 5.173.461 para el total de la superficie del predio, equivalente a \$ 924.493/ha. El costo de mantenimiento anual, siguiendo la metodología señalada para el predio Rol 145 – 8, es de \$ 103.469.

Cuadro N° 6.5
Costos de Construcción y Mantención, Predio Rol 141-6

Item	Cantidad	Unidad	Precio Unitario (\$)	Total (\$)
Trazado de obras y topografía	0,6	km	1.800.000	1.080.000
Excavación de zanjas	735	m ³	1.250	918.750
Colocación de tuberías	600	m	300	180.000
Colocación geotextil	1,7	JH	8.500	14.571
Relleno de tierra a mano	20	JH	10.000	200.000
Relleno de tierra con maquinaria	735	m ³	1.250	918.750
Materiales				
Tubería drenaje 100 mm	600	m	1.114	668.400
Cámaras de observación	3	unidad	250.000	750.000
Geotextil 200 g/ m ² (Bidim)	294	m ²	439	129.066
Hilo amarre geotextil	0,3	kg/ m	3.416	1.086
Albañilería boca salida colector	2	m ²	10.000	20.000
Imprevistos	6	%		292.837
TOTAL				5.173.461
TOTAL /ha				924.493
Costo anual de mantención	2	%	5.173.461	103.469

Fuente: Elaboración propia.

6.4.3.3 Predio Rol 107-2, Estrato 4

El predio Rol 107-2 tiene una superficie de 23,981 ha y representa al estrato 4. La conductividad hidráulica es de 2 m/día y la profundidad del nivel freático es de 1,2 m. En el Anexo 6.4.1 se presenta la memoria de cálculo del espaciamiento y diámetro de drenes.

La porosidad drenable resultó en 16,5 % y el espaciamiento de drenes en 80 m a una profundidad de 1,79 m. Se requieren 5 drenes de 650 m de largo, considerándose dos cámaras de inspección por dren. El diámetro de la tubería se calculó en 106,5 mm, equivalente a un diámetro comercial de 160 mm. Según lo anterior, los costos de construcción se estimaron en \$ 24.903.843 equivalente a \$ 1.038.482/ ha (Cuadro N° 6.6).

Cuadro N° 6.6
Costos de Construcción y Mantenimiento, Predio Rol 107-2

Item	Cantidad	Unidad	Precio Unitario (\$)	Total (\$)
Trazado de obras y topografía	0,6	km	1.800.000	1.080.000
Excavación de zanjas	4.095	m ³	1.250	5.118.750
Colocación de tuberías	3.250	m	300	975.000
Colocación geotextil	9,3	JH	8.500	78.929
Relleno de tierra a mano	90	JH	10.000	900.000
Relleno de tierra con maquinaria	4.095	m ³	1.250	5.118.750
Materiales				
Tubería drenaje 100 mm	3.250	m	2.011	6.535.750
Cámaras de observación	10	unidad	250.000	2.500.000
Geotextil 200 g/ m ² (Bidim)	2.567,5	m ²	439	1.127.133
Hilo amarre geotextil	2,9	kg/ m	3.416	9.881
Albañilería boca salida colector	5	m ²	10.000	50.000
Imprevistos	6	%		1.409.652
TOTAL				24.903.843
TOTAL /ha				1.038.482
Costos anuales de mantenimiento	2	%	24.903.843	498.077

Fuente: Elaboración propia.

Los costos anuales de mantenimiento alcanzan a \$ 498.077.

6.5 Diseño Sistema de Drenaje Extrapredial

El diseño del sistema de drenaje se basa en la sectorización realizada del área en estudio en el balance hídrico del capítulo 5, en que cada sector tendrá un sistema de drenaje independiente, los cuales utilizarán como colector final el río Huasco.

La sectorización se realiza solamente con fines de diseño, tomando en la evaluación económica el proyecto completo.

Tomando como base el diseño de drenaje intrapredial, se calculó una recarga o coeficiente de drenaje de 0,46 L/ s /ha como promedio, valor estimado según la superficie drenada por cada dren intrapredial y el máximo valor de carga instantánea obtenido según la ecuación de Pizarro (Cuadro N° 6.3, Capítulo 6.4.1)

Los drenes intraprediales deben descargar al colector libremente, requiriendo una altura libre de agua de 30 cm, por lo tanto, los colectores deberían tener una profundidad mínima al espejo de agua de 2,04 m a 2,09 m, y a la superficie del suelo de 2,2 a 2,5 m según corresponda a cada sector. En general, se consideró una pendiente de 2 por mil, que permita conducir las aguas a una velocidad tal que evite la acumulación de sedimentos que pudieran obstruir el flujo.

En segundo lugar se verificó, en el plano de isohypsas, y el sentido de los flujos del nivel freático, de manera de modelar el sentido que deberían llevar los drenes laterales. Estos últimos deben tratar de cortar perpendicularmente el sentido del flujo.

Luego, sobre el plano base a escala 1: 3.000, con las curvas de nivel interpoladas cada 25 cm, se trazaron las alternativas de drenes colectores, siguiendo en general los límites de los predios. Además se estudió la factibilidad técnica de usar drenes colectores existentes, evaluando las mejoras para transportar el caudal a evacuar. Para cada alternativa iterada se verificaron las pendientes del terreno y las posibilidades de descarga en el río.

La superficie bajo estudio se dividió en 3 sectores (La Cachina – La Camelia, Los Loros , Las Tablas – Freirina) beneficiando en total 799,5 ha, de las cuales 791,3 ha, serán drenadas con 100 % de eficiencia, restando 8,2ha que serán drenadas con una eficiencia menor, debido a que se ubican en sectores deprimidos del relieve, no alcanzando el mínimo de profundidad de suelo libre de la influencia de la napa freática (1,55 m). En el Cuadro N° 6.7 se presenta la superficie drenada por cada sector.

Cuadro N° 6.7
Superficie drenada por Sector

Sector	Nombre	Superficie drenada con 100 % de eficiencia (ha)	Superficie beneficiada con menos de 100 % de eficiencia (ha)	Superficie total con mal drenaje (ha)	Superficie no beneficiada (ha)	Proporción de superficie beneficiada con 100 % de eficiencia (ha)
1	La Cachina, La Arena, El Pino, La Camelia	419	0	422,2	3,2	99,2
2	Los Loros	167	5,5	172,5	0	96,8
3	Las Tablas, Freirina	205,3	2,7	209,7	1,7	97,9
Total		791,3	8,2	804,4	4,9	98,3

Fuente: Elaboración propia.

Cabe señalar que en los Sectores 1 y 3 existen 4,9 ha que no serán beneficiadas por la red de colectores, en el caso del Sector 3, 1,7 ha del Rol SR – 20, por su ubicación con respecto al grueso

de la superficie a drenar. Sin embargo, este predio puede ser drenado con un sistema intrapredial, que evacue directamente al río, sin necesidad de conectarse a la red de colectores. Por su parte las 3,2 ha del Sector 1 corresponden a parte del rol 143-11, que no presentan solución técnica por ser terrenos muy bajo, sin posibilidades de descarga gravitacional.

En la búsqueda de la solución más adecuada tanto técnica como económicamente, se evaluaron tres alternativas de establecimiento de colectores, siguiendo un mismo trazado, el cual se presenta en los diagramas de unifilares de colectores (Figura N° 6.3), requiriendo de un total de 29 drenes colectores. El trazado de los drenes colectores se presenta en el Plano D-01 (Laminas 1 a 4).

En el área de influencia, la superficie beneficiada y el caudal drenado por cada dren colector se presenta en el Plano D – 04. Las alternativas de tipo de drenes colectores estudiadas fueron las siguientes:

1. Colectores cerrados en que el diámetro de la tubería se calculó mediante la ecuación de Pizarro (Capítulo 6.4), ajustándose a la pendiente obtenida según el perfil longitudinal de los colectores con respecto a la superficie del terreno.
2. Colectores abiertos utilizando zanjas cuya capacidad de conducción se calculó mediante la ecuación de Manning, partiendo por aspectos constructivos con una sección mínima de 0,4 m en la base, talud 2: 1 y altura de tirante máxima de 0,3 m. Se estimó esta sección de zanja, como la mínima capaz de construir con maquinaria.
3. Colectores cerrados, tomando como base las soluciones 1 y 2, se incluye evacuar los volúmenes adicionales originados por derrames desde los canales Madariaga y La Cachina y aprovechar las zanjas existentes en el terreno, de tal manera de que produce un ahorro en el costo de la solución propuesta por concepto de movimiento de tierra. Considera un valor de recarga de 169,5 L/ s para el canal Madariaga y de 134,25 L/ s para el canal La Cachina. Esta, es la solución recomendada por CICA Ing. Consultores, para la Recuperación de Suelos con mal drenaje del Sector bajo del Huasco.

Se consultó a los agricultores beneficiados con estas obras sobre la opción de colectores cerrados y abiertos, resultando una clara preferencia por la primera opción (cerrados), hecho que apoya en gran medida la alternativa propuesta en esta Consultoría.

Figura N° 6.3
Unifilares de drenes colectores.

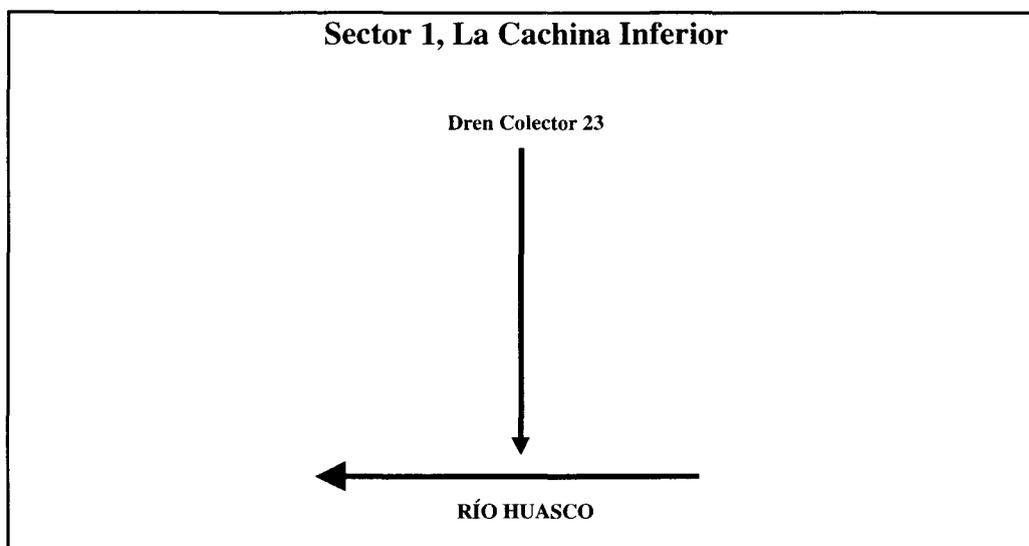
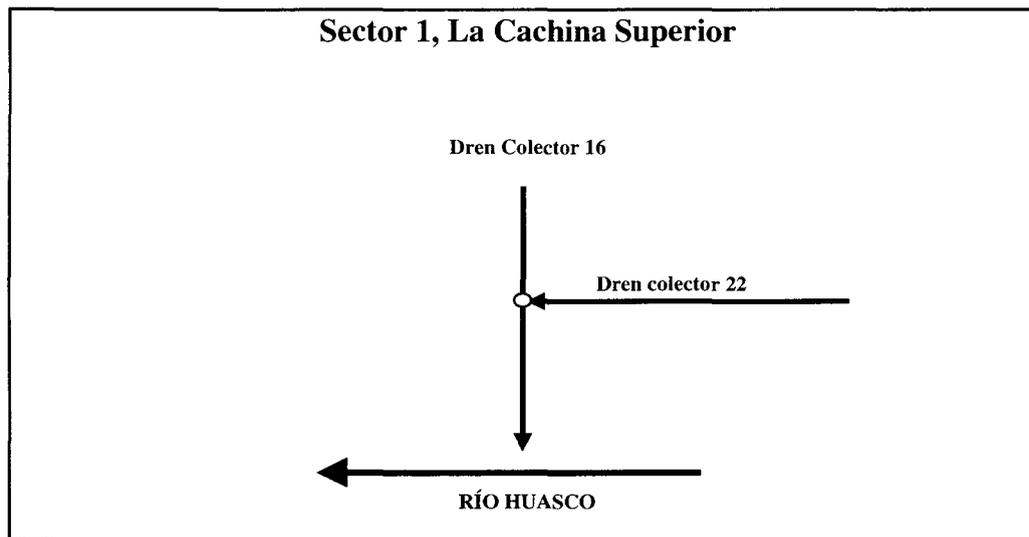


Figura N° 6.3 (continuación)
Unifilares de drenes colectores

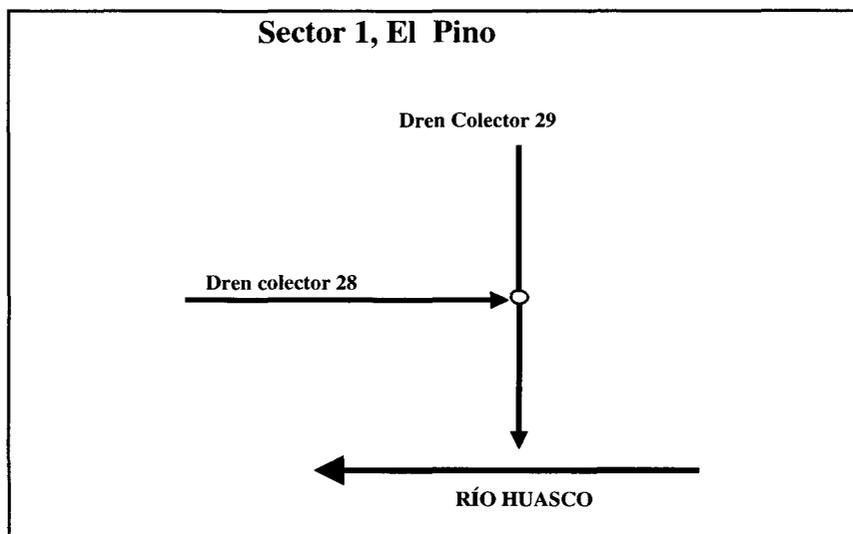
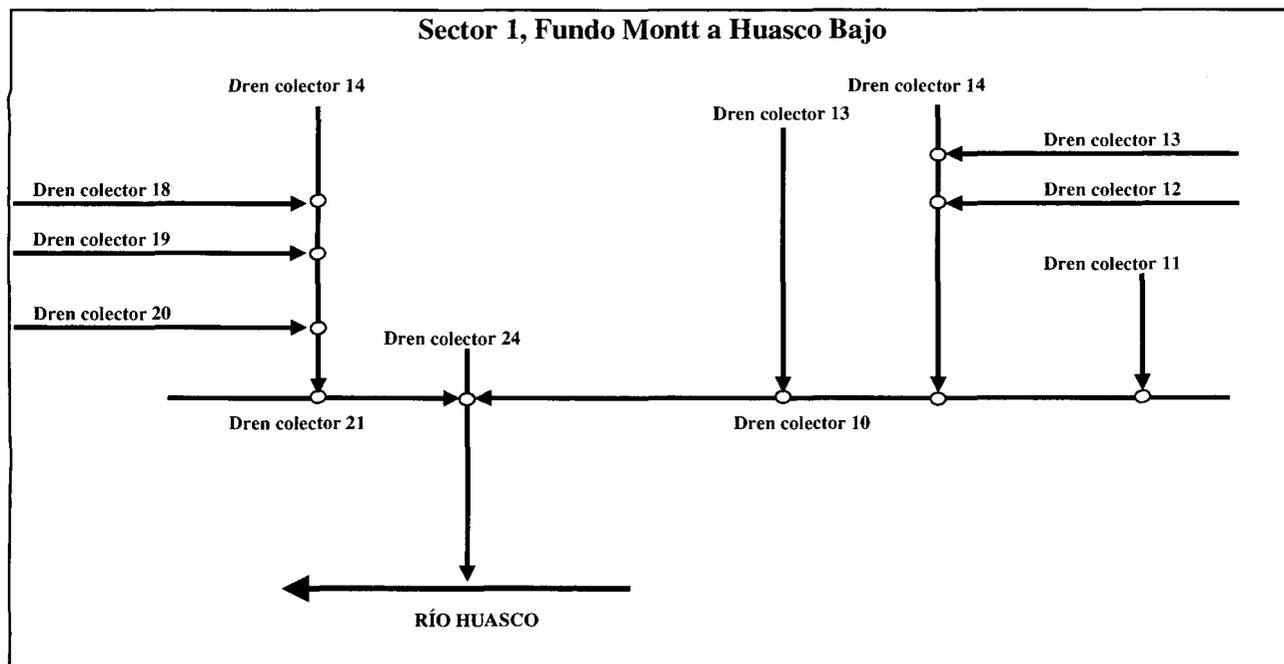


Figura N° 6.3 (continuación)
Unifilares de drenes colectores

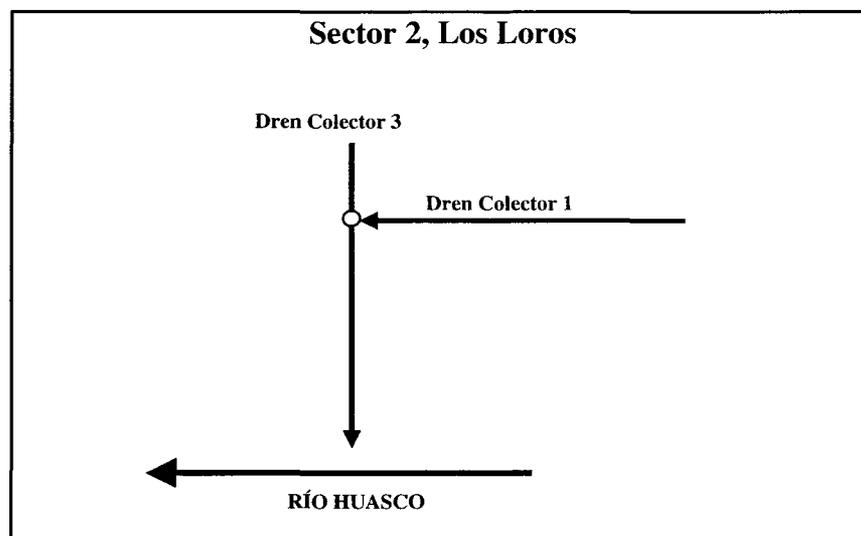
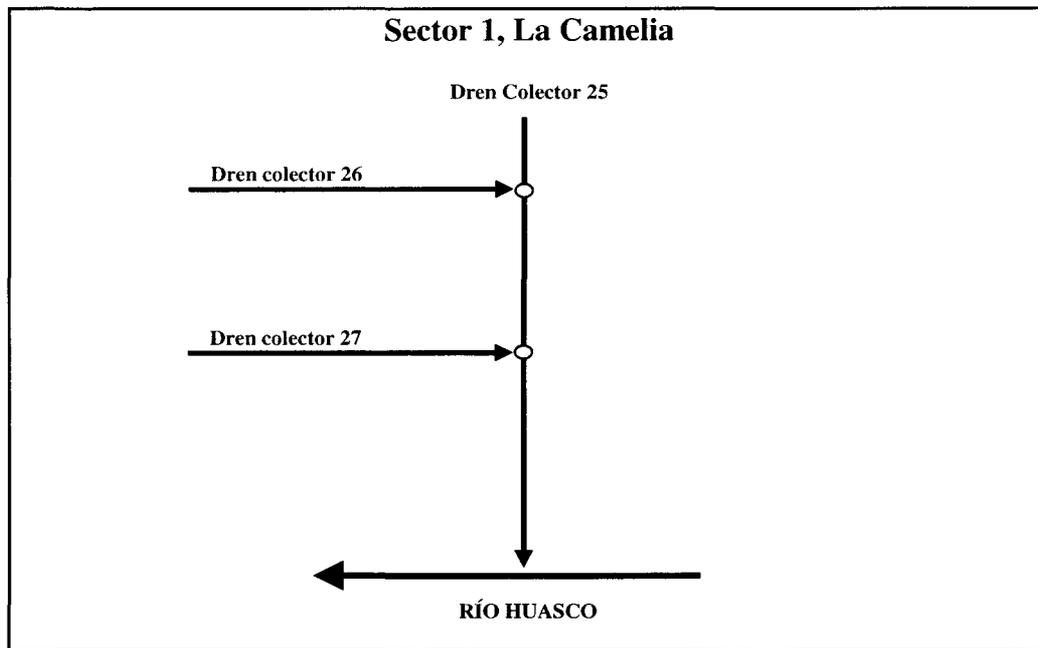
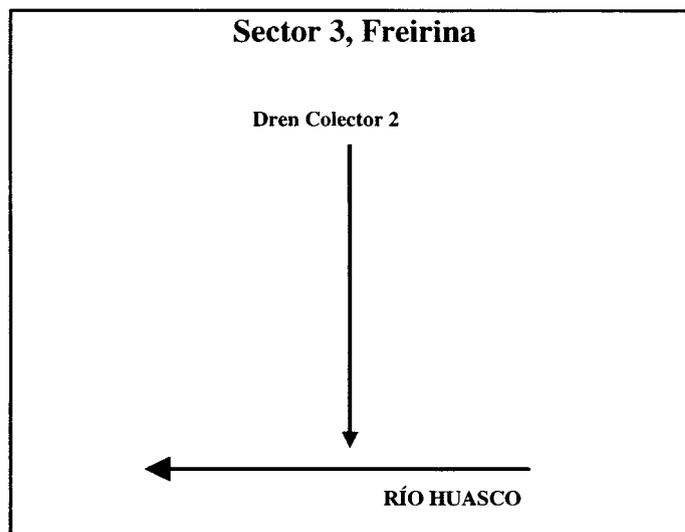
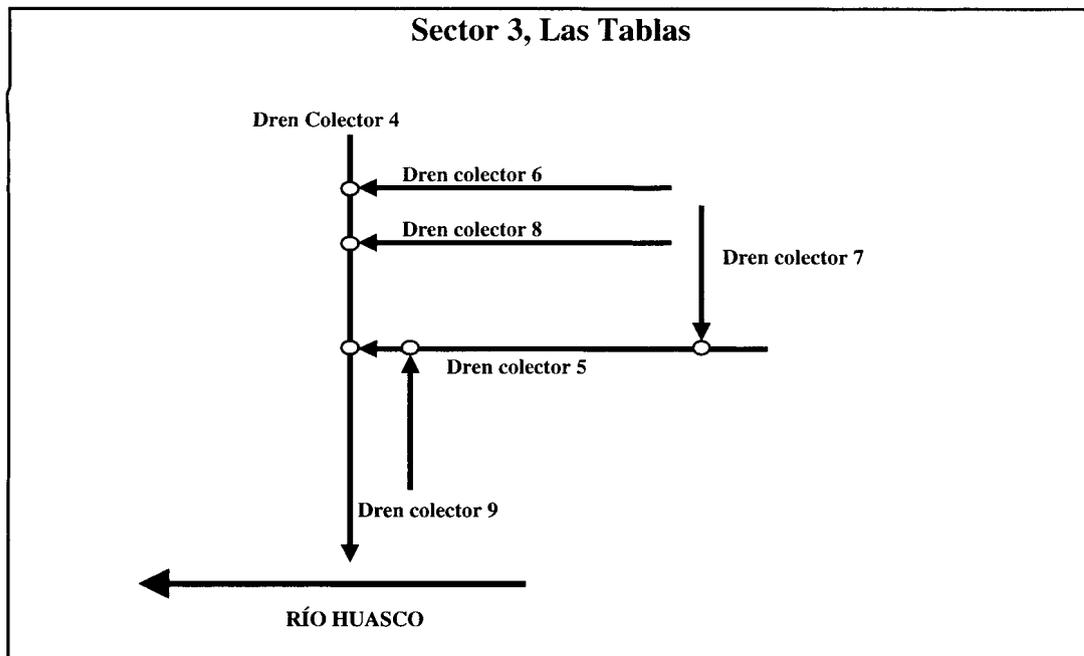


Figura N° 6.3 (continuación)
Unifilares de drenes colectores



Fuente: Elaboración propia.

6.5.1 Alternativa 1 con drenes colectores cerrados

Esta alternativa se basa en una red de drenes colectores entubados cerrados, que evacuan los drenes intraprediales o laterales.

El cálculo consiste en estimar la superficie drenada acumulada por cada dren colector, y aplicando el factor o coeficiente de drenaje (0,46 L/ s/ ha), entrega el caudal drenado acumulado por largo o metraje de dren colector.

La memoria de cálculo para cada uno de los drenes colectores se presenta en el Anexo 6.4.2 En el Anexo 6.5.1, se presenta la cubicación de los movimientos de tierra requeridos para la instalación de las tuberías, mientras que en el Anexo 6.6 se presenta el replanteo topográfico para construcción en planta con ángulos, distancias parciales, distancias acumuladas y cuadro de coordenadas de los drenes colectores.

En el Plano D-02 (Láminas 1 a 8), se presentan los perfiles longitudinales con las cotas de terreno, la cota de fondo de dren y las pendientes, según puntos críticos de diseño. En el Plano D-03, se presentan esquemas de las obras tipo requeridas. Estas obras son, la boca de salida de los drenes, cruces de caminos, cámaras de observación y limpieza, y esquema de ubicación de la tubería en la zanja.

Con respecto al costo de la red, se consideraron los parámetros utilizados en la cubicación de los drenes intraprediales. En el Anexo 6.8.1 se presenta la desagregación de costos para cada uno de los drenes colectores trazados. Cabe señalar que el costo unitario por hectárea de las redes, depende de la configuración espacial del sector a drenar. A medida que aumenta el largo con respecto al ancho de la superficie a drenar, el costo unitario es mayor. A continuación se presenta la desagregación de costos para cada uno de los sectores, incluyendo el costo anual de mantenimiento.

6.5.1.1 Sector 1, La Cachina

En este sector se requiere de un largo total de drenes de 17.978 m, beneficiando 419 ha. El costo total de la red es de \$ 376.006.231 (Cuadro N° 6.8). Este dren colector beneficia a 92 predios en total. Sólo 3,2 ha del predio Rol 143-11, no pueden ser drenadas, por ser terrenos muy bajos sin posibilidad de evacuación gravitacional bajo los criterios de diseño señalados.

Cuadro N° 6.8
Costos sistema dren colector sector La Cachina. Alternativa 1 a Precios Privados

Resumen Costos Sector 1 Sistema Tubería Tapada La Cachina - El Pino	Cantidad	Unidad	Precio unitario \$	Total \$
Trazado de obras y topografía	18,0	km	1.800.000	32.360.256
Excavación de zanjas	49.317	m ³	1.550	76.440.684
Colocación de tuberías	17.978	m	300	5.393.376
Colocación Geotextil	51,4	JH	8.500	436.900
Relleno de tierra a mano	593	JH	10.000	5.932.714
Relleno de tierra con maquinaria	49.317	m ³	1.250	61.645.713
Materiales				
Geotextil 200 g/m ² (Bidim)	18.499	m ²	439	8.124.845
Hilo amarre Geotextil	20,5	kg	3.416	70.028
Tubería drenaje 50 mm	163	m	476	77.765
Tubería drenaje 65 mm	680	m	586	398.147
Tubería drenaje 100 mm	6.306	m	1.110	7.000.660
Tubería drenaje 160 mm	3.822	m	2.037	7.785.959
Tubería drenaje 200 mm	2.333	m	2.538	5.920.128
Tubería drenaje 300 mm	3.223	m	8.174	26.342.194
Tubería drenaje 400 mm	2.538	m	11.102	28.172.763
Cámaras de observación	90	unidad	250.000	22.472.400
Boca salida colector	5	global	100.000	500.000
Alcantarilla Cruce Camino	5	global	1.305.571	6.527.853
Imprevistos	6	%		17.736.143
Subtotal				313.338.526
Gastos Generales	5	%	313.338.526	15.666.926
Utilidades	15	%	313.338.526	47.000.779
TOTAL				376.006.231
Costo anual de mantención	2	%	313.338.526	6.266.771

Fuente: Elaboración propia.

6.5.1.2 Sector 2, Los Loros

Considera los drenes colectores 1 y 3. La superficie drenada alcanza a 172,5 ha. El costo de la red es de \$ 139.526.536 (Cuadro N° 6.9), beneficiando a 23 predios.

Sólo en el tramo final de la red, el dren colector tiene una profundidad menor a 2 m, variando en el resto de la red entre 2 y 3 m. El punto más profundo corresponde a la unión de los drenes n° 1 y 3 (3 m).

Cuadro N° 6.9
Costos sistema dren colector sector Los Loros. Alternativa 1 a Precios Privados

Resumen Costos Sector 2 Sistema Tubería Tapada Los Loros	Cantidad	Unidad	Precio unitario \$	Total \$
Trazado de obras y topografía	5,6	km	1.800.000	10.054.170
Excavación de zanjas	15.958	m ³	1.550	24.734.513
Colocación de tuberías	5.586	m	300	1.675.695
Colocación Geotextil	16	JH	8.500	136.000
Relleno de tierra a mano	184	JH	10.000	1.843.265
Relleno de tierra con maquinaria	15.958	m ³	1.250	19.947.188
Materiales				
Geotextil 200 g/m ² (Bidim)	11.083	m ²	439	4.867.815
Hilo amarre Geotextil	9	kg	3.416	31.769
Tubería drenaje 160 mm	714	m	2.037	1.455.046
Tubería drenaje 200 mm	1.455	m	2.538	3.693.449
Tubería drenaje 300 mm	2.790	m	8.174	22.806.036
Tubería drenaje 400 mm	906	m	11.102	10.058.096
Cámaras de observación	28	unidad	250.000	6.982.063
Boca salida colector	1	global	100.000	100.000
Alcantarilla Cruce Camino	1	global	1.305.571	1.305.571
Imprevistos	6	%		6.581.440
Subtotal				116.272.113
Gastos Generales	5	%	116.272.113	5.813.606
Utilidades	15	%	116.272.113	17.440.817
TOTAL				139.526.536
Costo anual de mantención	2	%	116.272.113	2.325.442

Fuente: Elaboración propia.

6.5.1.3 Sector 3, Las Tablas – Freirina

En el sector Las Tablas es drenada una superficie de 207 ha. El costo total de la red es de \$ 174.137.549 (Cuadro N° 6.10), con un total de 39 predios beneficiados. En general, la profundidad de los drenes varía entre 2 y 2,7 m.

Cuadro N° 6.10
Costos sistema dren colector sector Las Tablas - Freirina. Alternativa 1 a Precios Privados

Resumen Costos Sector 3 Sistema Tubería Tapada Las Tablas – Freirina	Cantidad	Unidad	Precio unitario \$	Total \$
Trazado de obras y topografía	8,0	km	1.800.000	14.418.594
Excavación de zanjas	22.513	m ³	1.550	34.895.243
Colocación de tuberías	8.010	m	300	2.403.099
Colocación Geotextil	23	JH	8.500	194.650
Relleno de tierra a mano	264	JH	10.000	2.643.409
Relleno de tierra con maquinaria	22.513	m ³	1.250	28.141.325
Materiales				
Geotextil 200 g/m ² (Bidim)	11.687	m ²	439	5.132.795
Hilo amarre Geotextil	10	kg	3.416	35.185
Tubería drenaje 65 mm	921	m	586	539.047
Tubería drenaje 100 mm	2.319	m	1.110	2.574.331
Tubería drenaje 160 mm	1.213	m	2.037	2.470.857
Tubería drenaje 200 mm	1.736	m	2.538	4.404.385
Tubería drenaje 300 mm	1.670	m	8.174	13.652.673
Tubería drenaje 400 mm	780	m	11.102	8.654.231
Cámaras de observación	40	unidad	250.000	10.012.913
Boca salida colector	2	global	100.000	200.000
Alcantarilla Cruce Camino	5	global	1.305.571	6.527.853
Imprevistos	6	%		8.214.035
Subtotal				145.114.624
Gastos Generales	5	%	145.114.624	7.255.731
Utilidades	15	%	145.114.624	21.767.194
TOTAL				174.137.549
Costo anual de mantención	2	%	145.114.624	2.902.292

Fuente: Elaboración propia.

En aproximadamente 60 m de longitud la profundidad del dren colector es de 4 m, debido a la necesidad de dar un gradiente que permita el flujo. El predio Rol SR – 20, se encuentra alejado del grueso de la superficie a drenar, por lo que no es recomendable extender la red de colectores, sino más bien, en este predio en particular, puede descargar los drenes laterales directamente al río.

Es necesario destacar que en este sector, el predio Rol SR-15 no podrá ser drenado en su totalidad bajo los criterios definidos de profundidad de suelo libre de la napa freática, quedando aproximadamente el 30 % de su superficie, con un dren colector ubicado a una profundidad que varía entre 0,77 y 1,55 m.

6.5.1.4 Resumen de costos del sistema de drenaje extrapredial, Alternativa 1.

Al considerar la suma de los costos parciales por ítem de cada sector, se obtuvo el costo total del sistema de drenaje extrapredial. Este alcanza a \$ 708.871.746 (Cuadro N° 6.11) para un total de 799,86 ha. El largo total de drenes colectores entubados es de 31.574 m.

Se consideró un total de 3,2 ha que deberán ser expropiadas para la instalación de los drenes colectores, estimando un valor por ha expropiada de \$ 6.000.000. De esta manera, el costo de expropiación es de \$ 18.944.340. El costo unitario es de \$ 885.921 por ha beneficiada.

Cuadro N° 6.11
Resumen de costos del sistema de drenaje extrapredial.
Alternativa 1 a Precios Privados

Resumen Costos Totales Sistema Tubería Tapada	Cantidad	Unidad	Precio unitario \$	Total \$
Trazado de obras y topografía	31,6	km	1.800.000	56.833.020
Excavación de zanjas	87.787	m ³	1.550	136.070.439
Colocación de tuberías	31.574	m	300	9.472.170
Colocación Geotextil	90	JH	8.500	767.550
Relleno de tierra a mano	1.042	JH	10.000	10.419.387
Relleno de tierra con maquinaria	87.787	m ³	1.250	109.734.225
Materiales				
Geotextil 200 g/m ² (Bidim)	41.269	m ²	439	18.125.454
Hilo amarre Geotextil	40	kg	3.416	136.982
Tubería drenaje 50 mm	163	m	476	77.765
Tubería drenaje 65 mm	1.600	m	586	937.194
Tubería drenaje 100 mm	8.625	m	1.110	9.574.990
Tubería drenaje 160 mm	5.748	m	2.037	11.711.861
Tubería drenaje 200 mm	5.524	m	2.538	14.017.963
Tubería drenaje 300 mm	7.683	m	8.174	62.800.903
Tubería drenaje 400 mm	4.223	m	11.102	46.885.089
Cámaras de observación	158	unidad	250.000	39.467.375
Boca salida colector	8	global	100.000	800.000
Alcantarilla Cruce Camino	11	global	1.305.571	14.361.277
Imprevistos	6	%		32.531.619
Subtotal				574.725.263
Gastos Generales	5	%	574.725.263	28.736.263
Utilidades	15	%	574.725.263	86.208.789
Expropiaciones	3,16	ha	6.000.000	18.944.340
TOTAL				708.614.655
Costo anual de mantención	2	%	574.725.263	11.494.505

Fuente: Elaboración propia.

6.5.2 Alternativa 2 drenes colectores abiertos

Esta alternativa considera el establecimiento de una red de colectores abiertos con la misma configuración del sistema de colectores cerrados señalada anteriormente, con una zanja de talud 2: 1, una altura de tirante máxima de 0,3 m, y una base de 0,4 m. Se asumió, como criterio de diseño, que esta zanja es la de mínima sección que se puede construir con maquinaria. A través de la fórmula de Manning, se obtuvo el caudal que puede transportar la zanja y se comparó con el caudal a evacuar por cada colector, según se indica en el Anexo 6.4.3. De este análisis se concluyó que la zanja tipo es capaz de transportar los caudales de los colectores, excepto en el colector 24, entre el

metraje 293 y 1.259 en que se requiere una zanja con una base de 0,6 m. La cubicación de los movimientos de tierra requeridos se presenta en el Anexo 6.5.2.

La forma de la ecuación de Manning utilizada es la siguiente:

$$Q = \frac{1}{n} R^{2/3} S^{1/2}$$

Donde:

- Q = caudal (m^3/s)
- n = coeficiente de rugosidad de Manning
- R = A/P = radio hidráulico (m)
- A = $bd + Zd^2$ = area (m^2)
- P = $b + 2d \sqrt{Z^2 + 1}$ = perímetro mojado (m)
- Z = talud
- b = base de la zanja (m)
- S = pendiente de la zanja (%)
- d = tirante o altura de agua

El coeficiente de rugosidad de Manning (n) utilizado fue de 0,025, que corresponde a un canal excavado de tierra sinuoso (MOP, Manual de carreteras, Volumen 3, 1994).

Es necesario destacar que, en la evaluación de los costos se consideró la construcción de cercos de protección de las zanjas. A continuación se presenta la estimación de inversiones por cada sector. Cabe señalar que la superficie beneficiada no varían con respecto a la evaluación con colectores cerrados. La desagregación de los costos por dren colector se presenta en el Anexo 6.8.2.

6.5.2.1 Sector 1, La Cachina

El costo total de la red es de \$ 287.472.692 (Cuadro N° 6.12).

Cuadro N° 6.12
Costos sistema dren colector sector La Cachina. Alternativa 2 a Precios Privados

Resumen Costos Sector 1 Sistema Zanja Abierta La Cachina - El Pino	Cantidad	Unidad	Precio unitario \$	Total \$
Trazado de obras y topografía	18,0	km	2.160.000	38.832.307
Excavación de zanjas	76.736	m ³	1.550	118.941.002
Esparcimiento tierra de borde	76.736	m ³	472	36.219.453
Perfilado de zanjas	17.978	m	51	916.874
Construcción de cercos				
Mano de Obra	36	km	170.000	6.137.000
Alambre púas (N°16; 5 hebras)	36	km	233.100	8.414.910
Postes	36	km	294.000	10.613.400
Grapas	36	km	5.632	203.315
Boca salida colector	5	global	100.000	500.000
Alcantarilla Cruce Camino	4	global	1.305.571	5.222.282
Imprevistos	6	%		13.560.033
Subtotal				239.560.576
Gastos Generales	5	%	239.560.576	11.978.029
Utilidades	15	%	239.560.576	35.934.086
TOTAL				287.472.692
Costo anual de mantención	3	%	239.560.576	7.186.817

Fuente: Elaboración propia.

6.5.2.2 Sector 2, Los Loros

En este sector el costo de la red es de \$ 111.846.457 (Cuadro N° 6.13).

Cuadro N° 6.13
Costos sistema dren colector sector Los Loros. Alternativa 2 a Precios Privados

Resumen Costos Sector 2 Sistema Zanja Abierta Los Loros	Cantidad	Unidad	Precio unitario \$	Total \$
Trazado de obras y topografía	5,6	km	2.160.000	12.065.004
Excavación de zanjas	32.791	m ³	1.550	50.826.174
Esparcimiento tierra de borde	32.791	m ³	472	15.477.390
Perfilado de zanjas	5.586	m	51	284.868
Construcción de cercos				
Mano de Obra	11	km	170.000	1.904.000
Alambre púas (N°16; 5 hebras)	11	km	233.100	2.610.720
Postes	11	km	294.000	3.292.800
Grapas	11	km	5.632	63.078
Boca salida colector	1	global	100.000	100.000
Alcantarilla Cruce Camino	1	global	1.305.571	1.305.571
Imprevistos	6	%		5.275.776
Subtotal				93.205.381
Gastos Generales	5	%	93.205.381	4.660.269
Utilidades	15	%	93.205.381	13.980.807
TOTAL				111.846.457
Costo anual de mantención	3	%	93.205.381	2.796.161

Fuente: Elaboración propia.

6.5.2.3 Sector 3, Las Tablas – Freirina

En el sector Las Tablas, el costo total de la red es de \$ 161.917.655 (Cuadro N° 6.14).

Cuadro N° 6.14
Costos sistema dren colector sector Las Tablas - Freirina. Alternativa 2 a Precios Privados

Resumen Costos Sector 3 Sistema Zanja Abierta Las Tablas – Freirina	Cantidad	Unidad	Precio unitario \$	Total \$
Trazado de obras y topografía	8,0	km	2.160.000	17.302.313
Excavación de zanjas	45.273	m ³	1.550	70.172.437
Esparcimiento tierra de borde	45.273	m ³	472	21.368.639
Perfilado de zanjas	8.010	m	51	408.527
Construcción de cercos				
Mano de Obra	16	km	170.000	2.737.000
Alambre púas (N°16; 5 hebras)	16	km	233.100	3.752.910
Postes	16	km	294.000	4.733.400
Grapas	16	km	5.632	90.675
Boca salida colector	2	global	100.000	200.000
Alcantarilla Cruce Camino	5	global	1.305.571	6.527.853
Imprevistos	6%	%		7.637.625
Subtotal				134.931.379
Gastos Generales	5%	%	134.931.379	6.746.569
Utilidades	15%	%	134.931.379	20.239.707
TOTAL				161.917.655
Costo anual de mantención	3%	%	134.931.379	4.047.941

Fuente: Elaboración propia.

6.5.2.4 Resumen de costos del sistema de drenaje extrapredial, Alternativa 2

La suma de los costos por sector alcanza a \$ 637.014.164 (Cuadro N° 6.15), con un costo unitario de \$ 796.405 ha.

Bajo este sistema de zanjas abiertas, la superficie a expropiar se estima en 12,63 ha, con un costo de \$ 75.777.360.

Cuadro N° 6.15
Resumen de costos del sistema de drenaje extrapredial, Alternativa 2 a Precios Privados

Resumen Costos Totales Sistema Zanja Abierta	Cantidad	Unidad	Precio unitario \$	Total \$
Trazado de obras y topografía	31,6	km	2.160.000	68.199.624
Excavación de zanjas	154.800	m ³	1.550	239.939.613
Esparcimiento tierra de borde	154.800	m ³	472	73.065.482
Perfilado de zanjas	31.574	m	51	1.610.269
Construcción de cercos				
Mano de Obra	63	km	170.000	10.778.000
Alambre púas (N°16; 5 hebras)	63	km	233.100	14.778.540
Postes	63	km	294.000	18.639.600
Grapas	63	km	5.632	357.069
Boca salida colector	8	global	100.000	800.000
Alcantarilla Cruce Camino	10	global	1.305.571	13.055.706
Imprevistos	6	%		26.473.434
Subtotal				467.697.337
Gastos Generales	5	%	467.697.337	23.384.867
Utilidades	15	%	467.697.337	70.154.600
Expropiaciones	12,63	ha	6.000.000	75.777.360
TOTAL				637.014.164
Costo anual de mantención	3	%	23.384.867	701.546

Fuente: Elaboración propia.

6.5.3 Alternativa Propuesta

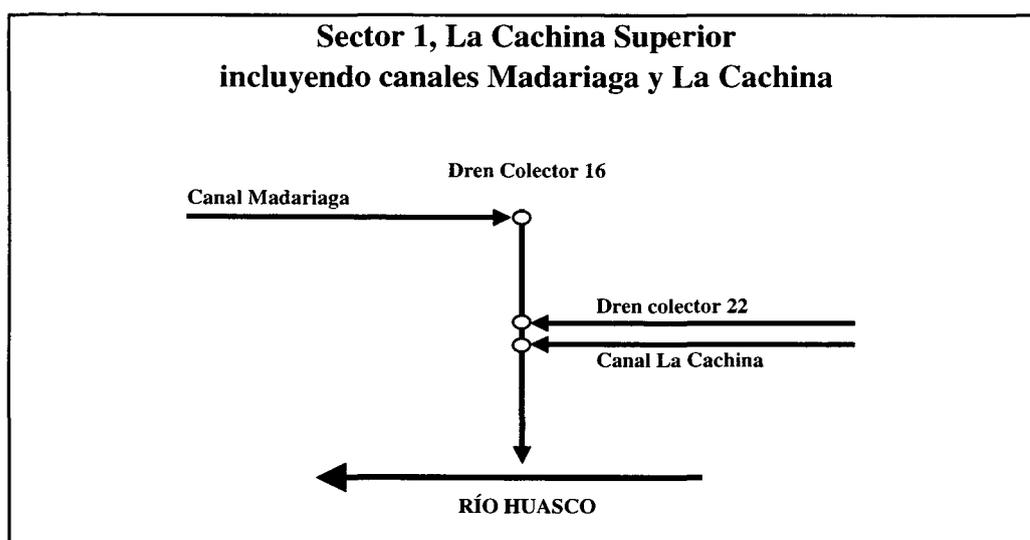
Esta alternativa considera el establecimiento de drenes colectores cerrados, y a diferencia de la Alternativa 1 incluye evacuar los volúmenes excedentes desde los canales Madariaga y La Cachina.

En el cálculo de los caudales a evacuar desde cada canal, se asumió una eficiencia de conducción de 50 %. Los caudales máximos a transportar por los canales son de 339 L/s por el canal Madariaga, y de 268,5 L/s por el canal La Cachina, según se señala en el Capítulo 4, por lo tanto, los volúmenes adicionales originados por derrames desde estos canales son de 169,5 L/s y 134,25 L/s respectivamente. Los diámetros de las tuberías son recalculados según el nuevo escenario de descarga del sistema (Anexo 6.4.4).

En el dren colector 16 se consideró que el canal Madariaga descarga en el metraje 0,0 m, mientras que el canal La Cachina descarga en el metraje 1.172 m. El unifilar correspondiente se presenta en la Figura N° 6.4. La desagregación de los costos a precios privados por dren colector se presenta en el Anexo 6.8.3.1.

La cubicación de movimientos de tierra para la construcción de zanjas se considera el aprovechamiento de las ya existentes en el terreno, de tal manera que se produce un ahorro en el costo de la solución propuesta por este concepto. El trazado de los drenes diseñado considera la utilización de los existentes en un 29% del largo y de acuerdo a la sección de cada uno de ellos, habría una reducción de 14.771 m³. En el Anexo 6.5.3 se presenta el detalle de los movimientos de tierra.

Figura N° 6.4
Unifilar Dren Colector N° 16



Fuente: Elaboración propia.

6.5.3.1 Costos a Precios Privados

La suma de los costos del sistema de drenes colectores a precios privados alcanza a \$ 743.269.332 (Cuadro N° 6.16), con un costo unitario de \$ 929.247 por ha.

Cuadro N° 6.16
Resumen de costos del sistema de drenaje extrapredial,
Alternativa Propuesta a Precios Privados

Resumen Costos Totales Alternativa Propuesta Precios Privados	Cantidad	Unidad	Precio unitario \$	Total \$
Trazado de obras y topografía	31,6	km	1.800.000	56.833.020
Excavación de zanjas	76.438,1	m ³	1.550	118.479.008
Colocación de tuberías	31.573,9	m	300	9.472.170
Colocación Geotextil	90,3	JH	8.500	767.550
Relleno de tierra a mano	1.041,9	JH	10.000	10.419.387
Relleno de tierra con maquinaria	87.787,4	m ³	1.250	109.734.225
Materiales				
Geotextil 200 g/m ² (Bidim)	38.229,3	m ²	439	16.790.322
Hilo amarre Geotextil	42,5	kg	3.416	145.180
Tubería drenaje 50 mm	163,4	m	476	77.765
Tubería drenaje 65 mm	1.600,4	m	586	937.194
Tubería drenaje 100 mm	8.414,6	m	1.110	9.341.848
Tubería drenaje 160 mm	5.207,7	m	2.037	10.610.137
Tubería drenaje 200 mm	5.014,9	m	2.538	12.725.690
Tubería drenaje 300 mm	6.155,3	m	8.174	50.313.075
Tubería drenaje 400 mm	4.645,1	m	11.102	51.570.133
Tubería drenaje 600 mm	2.058,0	m	27.499	56.592.530
Cámaras de observación	157,9	unidad	250.000	39.467.375
Boca salida colector	8	global	100.000	800.000
Alcantarilla Cruce Camino	11	global	1.305.571	14.361.277
Imprevistos	6	%		34.166.273
Subtotal				603.604.160
Gastos Generales	5	%	603.604.160	30.180.208
Utilidades	15	%	603.604.160	90.540.624
Expropiaciones	3,16	ha	6.000.000	18.944.340
TOTAL				743.269.332
Costo anual de mantención	2	%	603.604.160	12.072.083

Fuente: Elaboración propia.

La superficie a expropiar es la misma que en la Alternativa 1, con 3,16 ha y un costo de \$18.944.340.

A continuación se presenta un desglose de costos y requerimientos para cada sector de diseño.

a) Sector 1, La Cachina

En este sector, el costo total de la red es de \$ 425.490.083 (Cuadro N° 6.17).

Cuadro N° 6.17
Costos sistema dren colector sector La Cachina.
Alternativa Propuesta a Precios Privados

Resumen Costos Sector 1 Alternativa Propuesta – Precios Privados La Cachina - El Pino	Cantidad	Unidad	Precio unitario \$	Total \$
Trazado de obras y topografía	18,0	km	1.800.000	32.360.256
Excavación de zanjas	43.590	m ³	1.550	67.564.870
Colocación de tuberías	17.978	m	300	5.393.376
Colocación Geotextil	51	JH	8.500	436.900
Relleno de tierra a mano	593	JH	10.000	5.932.714
Relleno de tierra con maquinaria	49.317	m ³	1.250	61.645.713
Materiales				
Geotextil 200 g/m ² (Bidim)	22.147	m ²	439	9.726.786
Hilo amarre Geotextil	24,5	kg	3.416	83.692
Tubería drenaje 50 mm	163	m	476	77.765
Tubería drenaje 65 mm	680	m	586	398.147
Tubería drenaje 100 mm	6.096	m	1.110	6.767.518
Tubería drenaje 160 mm	3.281	m	2.037	6.684.235
Tubería drenaje 200 mm	1.824	m	2.538	4.627.855
Tubería drenaje 300 mm	1.695	m	8.174	13.854.366
Tubería drenaje 400 mm	2.960	m	11.102	32.857.807
Tubería drenaje 600 mm	2.058	m	27.499	56.592.530
Cámaras de observación	90	unidad	250.000	22.472.400
Boca salida colector	5	global	100.000	500.000
Alcantarilla Cruce Camino	5	global	1.305.571	6.527.853
Imprevistos	6	%		20.070.287
Subtotal				354.575.069
Gastos Generales	5	%	354.575.069	17.728.753
Utilidades	15	%	354.575.069	53.186.260
TOTAL				425.490.083
Costo anual de mantención	2	%	354.575.069	7.091.501

Fuente: Elaboración propia.

b) Sector 2, Los Loros

El costo de la red en el sector Los Loros es de \$ 136.366.046 (Cuadro N° 6.18).

Cuadro N° 6.18
Costos sistema dren colector sector Los Loros.
Alternativa Propuesta a Precios Privados

Resumen Costos Sector 2 Alternativa Propuesta - Precios Privados Los Loros	Cantidad	Unidad	Precio unitario \$	Total \$
Trazado de obras y topografía	5,6	km	1.800.000	10.054.170
Excavación de zanjas	15.246	m ³	1.550	23.630.550
Colocación de tuberías	5.586	m	300	1.675.695
Colocación Geotextil	16	JH	8.500	136.000
Relleno de tierra a mano	184	JH	10.000	1.843.265
Relleno de tierra con maquinaria	15.958	m ³	1.250	19.947.188
Materiales				
Geotextil 200 g/m ² (Bidim)	7.943	m ²	439	3.488.482
Hilo amarre Geotextil	9	kg	3.416	30.402
Tubería drenaje 160 mm	714	m	2.037	1.455.046
Tubería drenaje 200 mm	1.455	m	2.538	3.693.449
Tubería drenaje 300 mm	2.790	m	8.174	22.806.036
Tubería drenaje 400 mm	906	m	11.102	10.058.096
Cámaras de observación	28	unidad	250.000	6.982.063
Boca salida colector	1	global	100.000	100.000
Alcantarilla Cruce Camino	1	global	1.305.571	1.305.571
Imprevistos	6	%		6.432.361
Subtotal				113.638.371
Gastos Generales	5	%	113.638.371	5.681.919
Utilidades	15	%	113.638.371	17.045.756
TOTAL				136.366.046
Costo anual de mantención	2	%	113.638.371	2.272.767

Fuente: Elaboración propia.

c) Sector 3, Las Tablas – Freirina

El costo total de la red es de \$ 162.468.863 (Cuadro N° 6.19).

Cuadro N° 6.19
Costos sistema dren colector sector Las Tablas – Freirina.
Alternativa Propuesta a Precios Privados

Resumen Costos Sector 3 Alternativa Propuesta - Precios Privados Las Tablas - Freirina	Cantidad	Unidad	Precio unitario \$	Total \$
Trazado de obras y topografía	8,0	km	1.800.000	14.418.594
Excavación de zanjas	17.602	m ³	1.550	27.283.588
Colocación de tuberías	8.010	m	300	2.403.099
Colocación Geotextil	23	JH	8.500	194.650
Relleno de tierra a mano	264	JH	10.000	2.643.409
Relleno de tierra con maquinaria	22.513	m ³	1.250	28.141.325
Materiales				
Geotextil 200 g/m ² (Bidim)	8.140	m ²	439	3.575.054
Hilo amarre Geotextil	9	kg	3.416	31.086
Tubería drenaje 65 mm	921	m	586	539.047
Tubería drenaje 100 mm	2.319	m	1.110	2.574.331
Tubería drenaje 160 mm	1.213	m	2.037	2.470.857
Tubería drenaje 200 mm	1.736	m	2.538	4.404.385
Tubería drenaje 300 mm	1.670	m	8.174	13.652.673
Tubería drenaje 400 mm	780	m	11.102	8.654.231
Cámaras de observación	40	unidad	250.000	10.012.913
Boca salida colector	2	global	100.000	200.000
Alcantarilla Cruce Camino	5	global	1.305.571	6.527.853
Imprevistos	6	%		7.663.626
Subtotal				135.390.719
Gastos Generales	5	%	135.390.719	6.769.536
Utilidades	15	%	135.390.719	20.308.608
TOTAL				162.468.863
Costo anual de mantención	2	%	135.390.719	2.707.814

Fuente: Elaboración propia.

6.5.3.2 Costos a Precios Sociales

La evaluación presentada anteriormente, se realizó considerando Precios Privados. Al aplicar los factores para llevar los precios Privados a Sociales, según los índices de MIDEPLAN, presentados en el Capítulo 4.4, se obtuvo la evaluación a precios sociales del costo de la red de drenaje extrapredial para la solución propuesta. Los precios sociales utilizados se presentan en el Anexo 6.7.2. La desagregación de costos de los drenes colectores secundarios a precios sociales se presenta en el Anexo 6.8.3.2.

El costo total de la red para los tres sectores es de \$ 752.808.862 (Cuadro N° 6.20), lo que significa con un costo unitario de \$ 941.173 por ha.

Cuadro N° 6.20
Resumen de costos del sistema de drenaje extrapredial.
Alternativa Propuesta a Precios Sociales

Resumen Costos Totales Alternativa Propuesta Precios Sociales	Cantidad	Unidad	Precio unitario \$	Total \$
Trazado de obras y topografía	31,6	km	1.800.000	56.833.020
Excavación de zanjas	76.438,1	m ³	1.615	123.455.126
Colocación de tuberías	31.573,9	m	255	8.051.345
Colocación Geotextil	90,3	JH	7.225	652.418
Relleno de tierra a mano	1.041,9	JH	8.500	8.856.479
Relleno de tierra con maquinaria	87.787,4	m ³	1.303	114.343.062
Materiales				
Geotextil 200 g/m ² (Bidim)	38.229,3	m ²	466	17.797.742
Hilo amarre Geotextil	42,5	kg	3.416	145.180
Tubería drenaje 50 mm	163,4	m	476	77.765
Tubería drenaje 65 mm	1.600,4	m	586	937.194
Tubería drenaje 100 mm	8.414,6	m	1.110	9.341.848
Tubería drenaje 160 mm	5.207,7	m	2.037	10.610.137
Tubería drenaje 200 mm	5.014,9	m	2.538	12.725.690
Tubería drenaje 300 mm	6.155,3	m	8.174	50.313.075
Tubería drenaje 400 mm	4.645,1	m	11.102	51.570.133
Tubería drenaje 600 mm	2.058,0	m	27.499	56.592.530
Cámaras de observación	157,9	unidad	250.000	39.467.375
Boca salida colector	8	global	100.000	800.000
Alcantarilla Cruce Camino	11	global	1.306.127	14.367.398
Imprevistos	6	%		34.616.251
Subtotal				611.553.768
Gastos Generales	5	%	611.553.768	30.577.688
Utilidades	15	%	611.553.768	91.733.065
Expropiaciones	3,16	ha	6.000.000	18.944.340
TOTAL				752.808.862
Costo anual de mantención	2	%	611.553.768	12.231.075

Fuente: Elaboración propia.

a) **Sector 1, La Cachina**

El costo total de la red a precios sociales es de \$ 430.894.538 (Cuadro N° 6.21).

Cuadro N° 6.21
Costos sistema dren colector sector La Cachina.
Alternativa Propuesta a Precios Sociales

Resumen Costos Sector 1 Alternativa Propuesta - Precios Sociales La Cachina - El Pino	Cantidad	Unidad	Precio unitario \$	Total \$
Trazado de obras y topografía	18,0	km	1.800.000	32.360.256
Excavación de zanjas	43.590	m ³	1.615	70.402.595
Colocación de tuberías	17.978	m	255	4.584.370
Colocación Geotextil	51	JH	7.225	371.365
Relleno de tierra a mano	593	JH	8.500	5.042.807
Relleno de tierra con maquinaria	49.317	m ³	1.303	64.234.832
Materiales				
Geotextil 200 g/m ² (Bidim)	22.147	m ²	466	10.310.393
Hilo amarre Geotextil	24,5	kg	3.416	83.692
Tubería drenaje 50 mm	163	m	476	77.765
Tubería drenaje 65 mm	680	m	586	398.147
Tubería drenaje 100 mm	6.096	m	1.110	6.767.518
Tubería drenaje 160 mm	3.281	m	2.037	6.684.235
Tubería drenaje 200 mm	1.824	m	2.538	4.627.855
Tubería drenaje 300 mm	1.695	m	8.174	13.854.366
Tubería drenaje 400 mm	2.960	m	11.102	32.857.807
Tubería drenaje 600 mm	2.058	m	27.499	56.592.530
Cámaras de observación	90	unidad	250.000	22.472.400
Boca salida colector	5	global	100.000	500.000
Alcantarilla Cruce Camino	5	global	1.306.127	6.530.636
Imprevistos	6	%		20.325.214
Subtotal				359.078.782
Gastos Generales	5	%	359.078.782	17.953.939
Utilidades	15	%	359.078.782	53.861.817
TOTAL				430.894.538
Costo anual de mantención	2	%	359.078.782	7.181.576

Fuente: Elaboración propia.

b) Sector 2, Los Loros

En el sector Los Loros, el costo de la red a precios sociales es de \$ 138.263.725 (Cuadro N° 6.22).

Cuadro N° 6.22
Costos sistema dren colector sector Los Loros.
Alternativa Propuesta a Precios Sociales

Resumen Costos Sector 2 Alternativa Propuesta - Precios Sociales Los Loros	Cantidad	Unidad	Precio unitario \$	Total \$
Trazado de obras y topografía	5,6	km	1.800.000	10.054.170
Excavación de zanjas	15.246	m ³	1.615	24.623.033
Colocación de tuberías	5.586	m	255	1.424.341
Colocación Geotextil	16	JH	7.225	115.600
Relleno de tierra a mano	184	JH	8.500	1.566.775
Relleno de tierra con maquinaria	15.958	m ³	1.303	20.784.969
Materiales				
Geotextil 200 g/m ² (Bidim)	7.943	m ²	466	3.697.791
Hilo amarre Geotextil	9	kg	3.416	30.402
Tubería drenaje 160 mm	714	m	2.037	1.455.046
Tubería drenaje 200 mm	1.455	m	2.538	3.693.449
Tubería drenaje 300 mm	2.790	m	8.174	22.806.036
Tubería drenaje 400 mm	906	m	11.102	10.058.096
Cámaras de observación	28	unidad	250.000	6.982.063
Boca salida colector	1	global	100.000	100.000
Alcantarilla Cruce Camino	1	global	1.306.127	1.306.127
Imprevistos	6	%		6.521.874
Subtotal				115.219.771
Gastos Generales	5	%	115.219.771	5.760.989
Utilidades	15	%	115.219.771	17.282.966
TOTAL				138.263.725
Costo anual de mantención	2	%	115.219.771	2.304.395

Fuente: Elaboración propia.

c) Sector 3, Las Tablas – Freirina

En este sector, el costo total de la red es de \$ 164.706.258 (Cuadro N° 6.23).

Cuadro N° 6.23
Costos sistema dren colector sector Las Tablas – Freirina.
Alternativa Propuesta a Precios Sociales

Resumen Costos Sector 3 Alternativa Propuesta - Precios Sociales Las Tablas - Freirina	Cantidad	Unidad	Precio unitario \$	Total \$
Trazado de obras y topografía	8,0	km	1.800.000	14.418.594
Excavación de zanjas	17.602	m ³	1.615	28.429.499
Colocación de tuberías	8.010	m	255	2.042.634
Colocación Geotextil	23	JH	7.225	165.453
Relleno de tierra a mano	264	JH	8.500	2.246.898
Relleno de tierra con maquinaria	22.513	m ³	1.303	29.323.261
Materiales				
Geotextil 200 g/m ² (Bidim)	8.140	m ²	466	3.789.558
Hilo amarre Geotextil	9	kg	3.416	31.086
Tubería drenaje 65 mm	921	m	586	539.047
Tubería drenaje 100 mm	2.319	m	1.110	2.574.331
Tubería drenaje 160 mm	1.213	m	2.037	2.470.857
Tubería drenaje 200 mm	1.736	m	2.538	4.404.385
Tubería drenaje 300 mm	1.670	m	8.174	13.652.673
Tubería drenaje 400 mm	780	m	11.102	8.654.231
Cámaras de observación	40	unidad	250.000	10.012.913
Boca salida colector	2	global	100.000	200.000
Alcantarilla Cruce Camino	5	global	1.306.127	6.530.636
Imprevistos	6	%		7.769.163
Subtotal				137.255.215
Gastos Generales	5	%	137.255.215	6.862.761
Utilidades	15	%	137.255.215	20.588.282
TOTAL				164.706.258
Costo anual de mantención	2	%	137.255.215	2.745.104

Fuente: Elaboración propia.

CAPÍTULO 7

EVALUACIÓN ECONÓMICA Y FINANCIERA

CAPÍTULO 7

EVALUACIÓN ECONÓMICA Y FINANCIERA

7.1 Evaluación Económica

El presente capítulo tiene como objetivo establecer la rentabilidad de la mejor alternativa de obra civil, sobre la base del análisis de los siguientes indicadores económicos, tanto a valores privados como sociales:

- Valor actual Neto (VAN)
- Tasa Interna de Retorno (TIR)
- Relación Beneficio/Costo (N/K)

7.1.1 Análisis Económico de Proyectos Unitarios

El plan de desarrollo agropecuario, para cada uno de los Casos analizados, representativos del sistema, fue valorado y proyectados, por un período de 30 años, considerado éste como el horizonte de evaluación del proyecto. El resultado del análisis agroeconómico se presenta desarrollado, por Caso y Rubro, en el Anexo 5.1 “Flujos Agroeconómicos” y se desagregan por Situación de Análisis, a Valores Privados y Sociales.

Los flujos de caja anuales resultantes caracterizan a los Beneficios Brutos Agropecuarios, definidos como la diferencia entre los ingresos brutos y los gastos, desagregados en: costos directos de producción, costos indirectos, costos de capacitación y asistencia técnica, costos financieros y costos de inversión intrapredial, para las dos situaciones en análisis: Situación Actual y Situación Con Proyecto. Este resumen de flujos se presenta en el Anexo 7.1 “Resumen de Flujos de Caja por Caso”, y corresponden a los resultados económicos por Caso, a Valores Privados y Sociales.

7.1.2 Análisis Económico del Proyecto Integral

Una vez analizados y validados los proyectos agronómicos factibles y probables de ser implementados en los ocho Casos caracterizados, se proyectan los resultados de cada Caso a la totalidad de los predios que este representa, considerando un período de integración razonable, una curva de integración y la intención de adopción tecnológica, asociado a las obras civiles propuestas.

La integración reconoce que se va adquiriendo paulatinamente la tecnología, por lo cual, en un período variable de 12 a 18 años, según sea el Caso analizado, coexisten la Situación Actual y la Situación Con Proyecto.

Como resultado de éste análisis, y por alternativa evaluada, se presentan los diferenciales de Beneficios Brutos, entre la Situación Con Proyecto respecto a la Situación Actual. Estos diferenciales permitirán evaluar los beneficios netos del proyecto.

Además, se caracterizan los Costos Civiles de Inversión, así como los costos de Operación y Mantenimiento del Sistema de Drenaje.

7.1.3 Modelo de Integración de los Programas de Desarrollo

El modelo de desarrollo previsto para las Situaciones Actual y Con Proyecto, que involucra reconocer la existencia de Casos, consideró el crecimiento sistemático de la adopción de tecnología, sobre la base del análisis de las fortalezas y potencialidades de cada uno de ellos.

Sin perjuicio de lo anterior, la expansión a la totalidad del sistema, requiere reconocer que la velocidad con que será copiado o integrado el modelo, por el resto de los agricultores representados, dependen de los resultados que obtenga un grupo innovador.

En este contexto, se ha desarrollado una función logística que permite establecer la velocidad con que los agricultores acceden a la tecnología propuesta, la cual presenta la siguiente estructura:

$$K = \frac{P}{1 + e^{-(a+b \cdot t)}}$$

donde:

K	=	Superficie que se incorpora al cambio tecnológico
P	=	Techo o nivel máximo de K, en función del grado de interés o adopción.
b	=	Coefficiente que determina la tasa de crecimiento
a	=	Parámetro que define la posición de la curva en el tiempo
e	=	Base natural del logaritmo neperiano
t	=	Tiempo en años

Sobre la base de estos antecedentes, y a la experiencia desarrollada por el grupo que ha desarrollado la presente evaluación, se han considerado que el período de retardo en la adquisición de tecnología corresponderá a:

- 18 años para los predios de los estratos 1 y 2 (casos 1 y 2 respectivamente)
- 15 años para los predios del estratos 3 (casos 3, 4 y 5)
- 12 años para los predios del estrato 4 (casos 6, 7 y 8)

El respaldo numérico de lo anteriormente expuesto, que considera los supuestos generales, el desarrollo de la función y el cálculo de resultados, se presentan en el Cuadro N° 7.1 “Adopción Tecnológica”.

Cuadro N° 7. 1
Adopción Tecnológica por Caso

$$K = \frac{P}{1 + e^{-(a+b \cdot t)}}$$

$$(P - K) - 1 = e^{-(a+b \cdot t)}$$

$$-\ln\left(\left(\frac{P}{K}\right) - 1\right) = a + b \cdot t$$

Caso	% Adopción, por Caso			Coeficientes de la ecuación			
	12	15	18	a + b	a + bt	b	a
1			80%	4,092	0,223	(0,228)	4,320
2			100%	3,969	0,000	(0,233)	4,202
3		84,62%		2,565	0,167	(0,171)	2,736
4		84,62%		2,565	0,167	(0,171)	2,736
5		84,62%		1,099	0,167	(0,067)	1,166
6	66,67%			1,609	0,405	(0,109)	1,718
7	66,67%			0,693	0,405	(0,026)	0,719
8	66,67%			1,609	0,405	(0,109)	1,718

Fuente: Elaboración propia.

7.1.4 Adopción de los Programas de Desarrollo

Se ha establecido, a partir de los antecedentes derivados de la encuesta agropecuaria de detalle, que no todo el sistema se siente comprometido con el proyecto, es decir, independiente de las ventajas que otorga el proyecto al área de estudio, existen agricultores que no se encuentran motivados a participar de ellos.

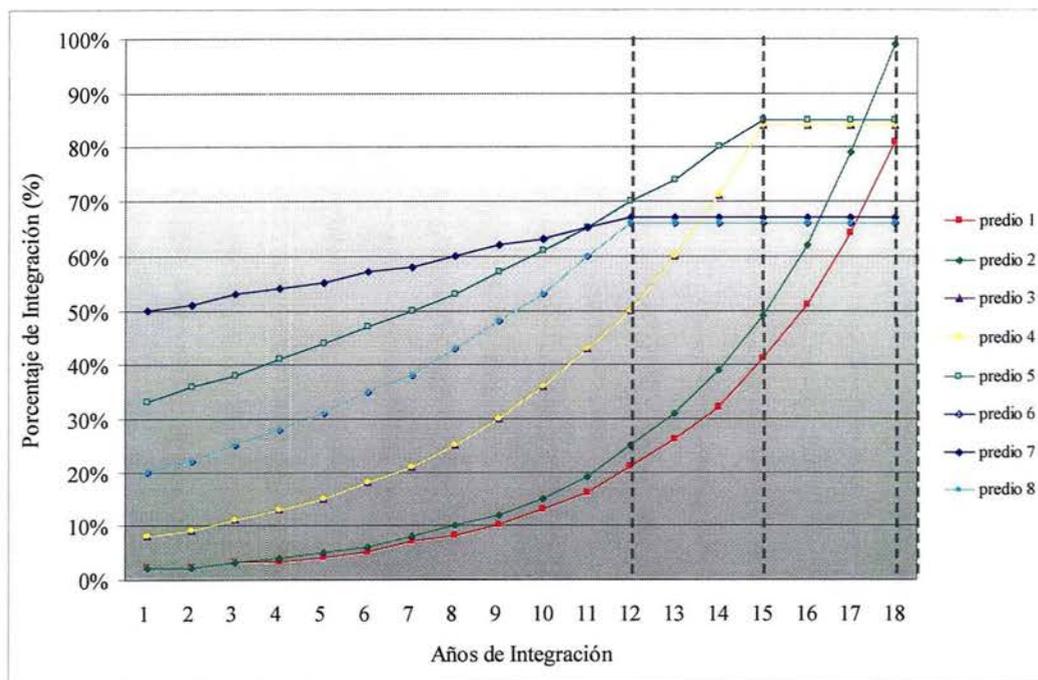
Para efectos de la evaluación en curso, se contempla desarrollar el análisis considerando que cada Caso evaluado adoptará el programa en función del grado de interés mostrado, especialmente en lo que dice relación con la aceptabilidad de un proyecto de drenaje.

El respaldo numérico de lo anteriormente expuesto, se presenta en el Cuadro N° 7.2 y en la Figura N° 7.1, “Tasa de Crecimiento Tecnológica”.

Cuadro N° 7.2
Tasa de Crecimiento Tecnológico

Años	Caso							
	1	2	3	4	5	6	7	8
1	2%	2%	8%	8%	33%	20%	50%	20%
2	2%	2%	9%	9%	36%	22%	51%	22%
3	3%	3%	11%	11%	38%	25%	53%	25%
4	3%	4%	13%	13%	41%	28%	54%	28%
5	4%	5%	15%	15%	44%	31%	55%	31%
6	5%	6%	18%	18%	47%	35%	57%	35%
7	7%	8%	21%	21%	50%	38%	58%	38%
8	8%	10%	25%	25%	53%	43%	60%	43%
9	10%	12%	30%	30%	57%	48%	62%	48%
10	13%	15%	36%	36%	61%	53%	63%	53%
11	16%	19%	43%	43%	65%	60%	65%	60%
12	21%	25%	50%	50%	70%	66%	67%	66%
13	26%	31%	60%	60%	74%	66%	67%	66%
14	32%	39%	71%	71%	80%	66%	67%	66%
15	41%	49%	84%	84%	85%	66%	67%	66%
16	51%	62%	84%	84%	85%	66%	67%	66%
17	64%	79%	84%	84%	85%	66%	67%	66%
18	81%	99%	84%	84%	85%	66%	67%	66%

Figura N° 7.1
Tasa de Crecimiento Tecnológico



7.1.5 Flujos Económicos Proyectados

Una vez desarrollados los flujos económicos que caracterizan a las Situaciones Actual y Con Proyecto, y establecida la superficie que representa cada condición a evaluar, se procedió a proyectar los antecedentes unitarios (de cada Caso) a la totalidad del sistema que caracteriza cada Caso, y para cada alternativa en evaluación, logrando de este modo desarrollar los flujos económicos que caracterizan los beneficios netos de cada uno de ellos (Casos Proyectados).

La existencia de una función de integración de tecnología, implica reconocer que el sistema coexistirá, por un período variable, con situaciones extremas de manejo predial, ya que el cambio gradual incremental de tecnología debe asociarse a un cambio gradual detrimental de la Situación Actual.

Así, se ha establecido que por el período que dure la introducción de tecnología (12 a 18 años), según sea el Caso considerado, la función que controlará los parámetros de Ingresos Brutos, Costos Directos, Costos Indirectos, Costos en Capacitación y Transferencia, Costos en Asesoría Tecnológica Permanente y Costos en Inversiones Intraprediales, estará definida por la siguiente función:

$$Sp_{in} = Sp_u \times FI_n + Sb_u \times (1 - FI_n)$$

donde:

Sp_{in}	=	parámetro de análisis con integración de resultados
Sp_u	=	parámetro en análisis, para la Situación con Proyecto
FI_n	=	factor de integración al año n
Sb_u	=	parámetro en análisis para la Situación Actual.

Como resultado de aplicar la función, se espera que al año n, dependiendo del predio analizado, el 100% del grupo que muestra interés en el proyecto, alcance los parámetros proyectados por el Caso, considerando como techo los niveles de interés en integrar el proyecto. El nivel de interés por participar en el proyecto, alcanzó un 86 % al ponderarlo por el número de predios, o un 78 % al ponderarlo por la superficie. Se espera que los inicios de la integración sean lentos al principio del ciclo, y rápidos al final del ciclo.

En el Anexo 7.2 “Flujos de Caja Proyectados” se presenta la información proyectada para cada una de las alternativas en análisis, y por Estrato representado por el Caso respectivo, considerando la evaluación a Valores Privados y Sociales, para cada una de las instancias que participan en la generación del Margen Neto.

En los cuadros N° 7.3 (Proyección de los Márgenes Netos, a Valores Privados (\$)) y N° 7.4 (Proyección de los Márgenes Netos, a Valores Sociales (\$)) se presenta un resumen de los márgenes netos proyectados a todo el sistema evaluado, por Caso y situación de análisis.

Cuadro N° 7.3
Proyección de los Márgenes Netos, a Valores Privados (miles de \$)

Año	Caso 1		Caso 2		Caso 3		Caso 4	
	Actual	Proyecto	Actual	Proyecto	Actual	Proyecto	Actual	Proyecto
1	9.994	9.651	17.785	16.957	12.275	7.217	24.363	21.018
2	10.977	10.776	19.533	18.891	12.952	10.976	25.546	23.155
3	10.977	10.698	19.533	18.485	12.952	10.220	25.552	21.916
4	10.977	10.606	19.533	17.698	12.952	4.421	25.558	18.394
5	10.977	10.820	19.533	17.880	12.952	10.740	25.564	22.500
6	(13.195)	(12.662)	(23.479)	(24.468)	(3.341)	(2.718)	(2.785)	(1.814)
7	10.977	11.434	19.533	17.707	12.952	13.556	25.577	24.757
8	10.977	11.330	19.533	16.209	12.952	20.524	25.583	32.836
9	10.977	13.060	19.533	19.827	12.952	33.432	25.589	45.443
10	10.977	14.721	19.533	22.373	12.952	49.961	25.595	62.612
11	10.977	16.085	19.533	23.989	12.952	64.616	25.601	76.105
12	10.977	18.314	19.533	26.535	9.557	76.846	19.700	86.021
13	10.977	21.312	19.533	30.028	12.952	98.688	25.613	107.634
14	10.977	24.592	19.533	34.548	12.952	122.422	25.619	129.143
15	10.977	24.833	19.533	21.451	12.952	141.890	25.625	147.983
16	10.977	35.051	19.533	47.589	12.952	153.765	25.632	158.769
17	(13.195)	33.627	(23.479)	47.929	(3.341)	152.258	(2.717)	154.233
18	10.977	53.123	19.533	73.831	12.952	145.196	25.644	151.298
19	10.977	45.111	19.533	30.783	12.952	149.789	25.650	156.124
20	10.977	54.707	19.533	78.312	12.952	152.592	25.656	156.183
21	10.977	54.875	19.533	78.368	12.952	148.790	25.663	154.287
22	10.977	55.044	19.533	78.424	12.952	152.611	25.669	156.156
23	10.977	55.213	19.533	78.480	9.557	152.077	19.768	155.241
24	10.977	55.382	19.533	78.537	12.952	152.630	25.681	156.187
25	10.977	55.552	19.533	78.593	12.952	152.640	25.688	156.130
26	10.977	46.294	19.533	31.176	12.952	142.684	25.694	133.644
27	10.977	55.892	19.533	78.706	12.952	151.282	25.700	149.807
28	(13.195)	51.470	(23.479)	78.332	(3.341)	149.775	(2.648)	145.653
29	10.977	56.234	19.533	78.819	12.952	142.713	25.713	143.408
30	10.977	46.977	19.533	31.403	12.952	149.896	25.719	152.483
VAN	82.484	173.356	146.777	242.598	106.467	497.142	214.041	585.527

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro N° 7.3
Proyección de los Márgenes Netos, a Valores Privados (miles de \$) (continuación)

Año	Caso 5		Caso 6		Caso 7		Caso 8	
	Actual	Proyecto	Actual	Proyecto	Actual	Proyecto	Actual	Proyecto
1	2.489	2.411	26.980	19.609	49.192	23.515	(570)	(14.462)
2	2.494	3.147	27.944	25.010	50.950	39.093	(570)	(6.266)
3	2.499	4.093	27.944	22.514	50.950	31.420	(570)	(8.097)
4	2.504	4.953	27.944	16.519	50.950	11.623	(285)	(18.302)
5	2.509	6.324	27.944	27.202	50.950	48.345	(285)	2.285
6	2.514	7.511	5.108	21.602	9.314	38.743	(285)	26.547
7	2.519	8.867	27.944	47.476	50.950	77.539	(285)	44.434
8	2.524	10.293	27.944	75.960	50.950	127.972	(285)	99.845
9	2.529	12.002	27.944	97.098	50.950	173.615	(285)	145.220
10	2.534	13.868	27.944	158.761	50.950	251.038	81.035	317.937
11	2.539	8.297	27.944	187.067	50.950	273.424	(35.741)	323.760
12	2.544	14.206	5.108	209.961	9.314	279.597	(3.851)	412.921
13	2.549	18.824	27.944	198.400	50.950	288.248	(570)	385.849
14	2.555	21.569	27.944	215.331	50.950	288.248	(570)	419.068
15	2.560	26.621	27.944	205.662	50.950	276.450	(570)	398.026
16	2.565	27.500	27.944	214.071	50.950	286.543	(285)	416.693
17	2.570	27.624	5.108	189.549	9.314	273.041	(285)	383.814
18	2.575	27.747	27.944	207.698	50.950	275.702	(285)	402.118
19	2.580	27.266	27.944	209.850	50.950	284.428	(285)	408.499
20	2.585	27.390	27.944	205.772	50.950	273.112	(285)	398.338
21	2.590	13.974	27.944	195.292	50.950	284.092	(285)	379.892
22	2.596	21.433	27.944	212.858	50.950	284.960	81.035	442.005
23	2.601	25.415	5.108	202.519	9.314	271.220	(35.741)	397.206
24	2.606	25.540	27.944	212.880	50.950	284.960	(3.851)	413.144
25	2.611	28.014	27.944	195.904	50.950	284.960	(570)	381.040
26	2.617	28.139	27.944	159.478	50.950	254.552	(570)	357.480
27	2.622	28.264	27.944	186.966	50.950	274.663	(570)	387.119
28	2.627	28.390	5.108	182.137	9.314	261.088	(285)	392.491
29	2.632	28.516	27.944	168.315	50.950	264.476	(285)	345.950
30	2.638	28.642	27.944	196.344	50.950	277.301	(285)	397.957
VAN	23.853	111.578	233.735	917.166	426.156	1.322.490	19.765	1.518.898

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro N° 7.4
Proyección de los Márgenes Netos, a Valores Sociales (miles de \$)

Año	Caso 1		Caso 2		Caso 3		Caso 4	
	Actual	Proyecto	Actual	Proyecto	Actual	Proyecto	Actual	Proyecto
1	14.809	14.465	26.352	25.524	16.959	11.913	32.748	29.370
2	15.730	15.528	27.990	27.348	17.595	15.614	33.861	31.393
3	15.730	15.448	27.990	26.941	17.595	14.856	33.867	30.100
4	15.730	15.363	27.990	26.173	17.595	9.005	33.874	26.546
5	15.730	15.589	27.990	26.391	17.595	15.588	33.880	30.816
6	(8.442)	(7.878)	(15.022)	(15.916)	1.302	2.287	5.531	6.572
7	15.730	16.258	27.990	26.367	17.595	18.828	33.893	33.353
8	15.730	16.194	27.990	25.023	17.595	26.148	33.900	41.707
9	15.730	17.995	27.990	28.858	17.595	39.728	33.906	54.496
10	15.730	19.836	27.990	31.962	17.595	57.327	33.913	72.508
11	15.730	21.312	27.990	34.030	17.595	72.910	33.919	86.466
12	15.730	23.722	27.990	37.278	14.201	86.090	28.019	96.831
13	15.730	26.912	27.990	41.570	17.595	109.271	33.933	119.064
14	15.730	30.425	27.990	47.206	17.595	134.584	33.939	141.264
15	15.730	31.010	27.990	35.591	17.595	155.917	33.946	160.914
16	15.730	41.615	27.990	63.754	17.595	167.792	33.952	171.700
17	(8.442)	40.691	(15.022)	66.872	1.302	166.351	5.604	167.164
18	15.730	60.834	27.990	96.268	17.595	159.223	33.966	164.229
19	15.730	52.822	27.990	53.221	17.595	163.731	33.972	169.056
20	15.730	62.418	27.990	100.749	17.595	166.701	33.979	169.115
21	15.730	62.586	27.990	100.805	17.595	162.799	33.986	167.219
22	15.730	62.755	27.990	100.861	17.595	166.720	33.993	169.088
23	15.730	62.924	27.990	100.918	14.201	166.186	28.092	168.173
24	15.730	63.093	27.990	100.974	17.595	166.739	34.006	169.119
25	15.730	63.263	27.990	101.030	17.595	166.749	34.013	169.062
26	15.730	54.005	27.990	53.614	17.595	156.710	34.020	147.667
27	15.730	63.603	27.990	101.143	17.595	165.308	34.026	163.803
28	(8.442)	59.181	(15.022)	100.770	1.302	163.866	5.678	159.718
29	15.730	63.945	27.990	101.257	17.595	156.739	34.040	157.499
30	15.730	54.688	27.990	53.840	17.595	163.837	34.047	166.652
VAN	109.105	177.193	194.147	279.432	128.734	430.039	250.463	527.983

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro N° 7.4
Proyección de los Márgenes Netos, a Valores Sociales (miles de \$) (continuación)

Año	Caso 5		Caso 6		Caso 7		Caso 8	
	Actual	Proyecto	Actual	Proyecto	Actual	Proyecto	Actual	Proyecto
1	2.680	2.690	34.899	27.184	63.629	36.258	(594)	(14.324)
2	2.685	3.473	35.807	32.450	65.284	51.368	(594)	(5.921)
3	2.690	4.480	35.807	29.743	65.284	43.278	(594)	(7.683)
4	2.696	5.404	35.807	23.665	65.284	22.988	(297)	(17.328)
5	2.701	6.857	35.807	34.807	65.284	61.091	(297)	4.841
6	2.706	8.126	12.970	29.429	23.648	51.837	(297)	30.433
7	2.712	9.571	35.807	55.206	65.284	90.950	(297)	49.197
8	2.717	11.092	35.807	84.903	65.284	142.990	(297)	108.362
9	2.723	12.918	35.807	105.920	65.284	189.264	(297)	156.696
10	2.728	14.909	35.807	169.183	65.284	269.646	81.023	335.309
11	2.734	9.361	35.807	197.351	65.284	292.684	(34.657)	344.448
12	2.739	15.410	12.970	221.678	23.648	299.363	(3.705)	439.170
13	2.745	20.270	35.807	212.046	65.284	311.378	(594)	411.926
14	2.750	23.211	35.807	229.035	65.284	311.378	(594)	445.259
15	2.756	28.520	35.807	217.944	65.284	298.872	(594)	421.302
16	2.761	29.399	35.807	227.744	65.284	309.630	(297)	442.826
17	2.767	29.522	12.970	203.174	23.648	296.142	(297)	409.854
18	2.772	29.645	35.807	220.989	65.284	298.139	(297)	427.376
19	2.778	29.164	35.807	222.533	65.284	307.527	(297)	432.690
20	2.783	29.288	35.807	219.050	65.284	295.531	(297)	423.572
21	2.789	15.669	35.807	208.901	65.284	307.170	(297)	405.899
22	2.794	23.123	35.807	226.562	65.284	308.090	81.023	468.200
23	2.800	27.245	12.970	215.225	23.648	294.350	(34.657)	421.815
24	2.806	27.369	35.807	226.584	65.284	308.090	(3.705)	439.392
25	2.811	29.909	35.807	209.551	65.284	308.090	(594)	407.117
26	2.817	30.034	35.807	174.377	65.284	277.395	(594)	383.637
27	2.822	30.159	35.807	201.308	65.284	298.208	(594)	412.295
28	2.828	30.284	12.970	197.310	23.648	284.524	(297)	419.379
29	2.834	30.410	35.807	182.839	65.284	287.130	(297)	371.572
30	2.839	30.535	35.807	211.203	65.284	300.524	(297)	424.379
VAN	21.903	94.043	264.220	787.817	481.738	1.158.297	16.057	1.215.921

Fuente: Elaboración propia.

7.1.6 Proyección de los Flujos de Caja Diferenciales

Atendiendo a que la evaluación del proyecto requiere conocer los efectos que tiene el proyecto por sí mismo, por sobre la Situación Actual, se ha procedido a caracterizar el diferencial de beneficios.

En este sentido, y para cada uno de los Casos Proyectados (expansión de los Casos al total de predios y superficie que representan), se ha determinado el Beneficio Bruto Diferencial a la Situación Con Proyecto, para lo cual se ha restado la Situación Actual, para todo el horizonte de planeación, lo que refleja el efecto del proyecto en el área de estudio

Los antecedentes numéricos que respaldan la totalidad de la información se encuentran desarrollados a partir de los flujos de caja proyectados (Anexo 7.2 “Flujos de Caja Proyectados”), y se presentan a valores privados en el Cuadro N° 7.5 “Proyección de los Flujos de Caja Diferenciales a Valores Privados”, y a Valores Sociales en el Cuadro N° 7.6 “Proyección de los Flujos de Caja Diferenciales a Valores Sociales”, para cada Caso Proyectado.

Cuadro N° 7.5
Proyección de los Flujos de Caja Diferenciales a Valores Privados (miles de \$)

Año	Caso Proyectado								Total Proyecto
	Caso 1	Caso 2	Caso 3	Caso 4	Caso 5	Caso 6	Caso 7	Caso 8	
1	(344)	(828)	(5.057)	(3.344)	(78)	(7.371)	(25.677)	(13.892)	(56.590)
2	(201)	(642)	(1.973)	(2.391)	653	(2.935)	(11.856)	(5.696)	(25.040)
3	(279)	(1.047)	(2.727)	(3.636)	1.594	(5.431)	(19.530)	(7.527)	(38.583)
4	(371)	(1.834)	(8.523)	(7.164)	2.449	(11.426)	(39.327)	(18.017)	(84.213)
5	(158)	(1.651)	(2.201)	(3.064)	3.815	(742)	(2.604)	2.570	(4.035)
6	533	(985)	640	971	4.997	16.494	29.429	26.832	78.910
7	457	(1.821)	627	(819)	6.348	19.532	26.590	44.719	95.632
8	353	(3.317)	7.603	7.253	7.769	48.016	77.022	100.130	244.828
9	2.083	303	20.521	19.855	9.473	69.154	122.665	145.505	389.559
10	3.743	2.854	37.064	37.017	11.333	130.816	200.088	236.902	659.819
11	5.107	4.475	51.736	50.504	5.758	159.123	222.474	359.501	858.678
12	7.337	7.030	67.380	66.321	11.662	204.853	270.284	416.772	1.051.638
13	10.335	10.532	85.854	82.021	16.274	170.455	237.298	386.419	999.187
14	13.615	15.065	109.620	103.524	19.015	187.386	237.298	419.638	1.105.161
15	13.856	1.986	129.128	122.358	24.061	177.717	225.500	398.596	1.093.201
16	24.074	28.147	141.004	133.137	24.936	186.126	235.593	416.978	1.189.995
17	46.822	71.533	155.789	156.950	25.054	184.441	263.727	384.099	1.288.415
18	42.145	54.462	132.434	125.654	25.172	179.754	224.753	402.403	1.186.777
19	34.134	11.415	137.027	130.474	24.686	181.906	233.479	408.784	1.161.906
20	43.730	58.944	139.829	130.527	24.805	177.827	222.163	398.623	1.196.448
21	43.898	59.000	136.028	128.624	11.384	167.348	233.142	380.177	1.159.601
22	44.067	59.056	139.848	130.487	18.838	184.913	234.010	360.970	1.172.190
23	44.236	59.112	142.709	135.473	22.814	197.410	261.907	432.947	1.296.608
24	44.405	59.168	139.868	130.506	22.934	184.935	234.010	416.995	1.232.821
25	44.575	59.224	139.877	130.443	25.402	167.960	234.010	381.610	1.183.101
26	35.317	11.808	129.921	107.950	25.522	131.534	203.602	358.049	1.003.704
27	44.915	59.337	138.519	124.107	25.643	159.022	223.713	387.689	1.162.946
28	64.665	101.977	153.305	148.302	25.763	177.029	251.774	392.776	1.315.590
29	45.257	59.451	129.950	117.695	25.884	140.371	213.526	346.235	1.078.368
30	36.000	12.035	137.133	126.764	26.005	168.400	226.352	398.242	1.130.930
VAN	90.872	96.175	391.284	371.486	87.725	683.431	896.333	1.499.133	4.116.440

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro N° 7.6
Proyección de los Flujos de Caja Diferenciales a Valores Sociales (miles de \$)

Año	Caso Proyectado								Total Proyecto
	Caso 1	Caso 2	Caso 3	Caso 4	Caso 5	Caso 6	Caso 7	Caso 8	
1	(344)	(828)	(5.046)	(3.377)	10	(7.714)	(27.371)	(13.731)	(58.401)
2	(202)	(643)	(1.981)	(2.468)	788	(3.356)	(13.916)	(5.327)	(27.105)
3	(282)	(1.049)	(2.740)	(3.767)	1.790	(6.064)	(22.006)	(7.090)	(41.207)
4	(367)	(1.817)	(8.590)	(7.328)	2.708	(12.142)	(42.296)	(17.031)	(86.863)
5	(141)	(1.599)	(2.008)	(3.064)	4.156	(1.000)	(4.193)	5.138	(2.710)
6	564	(894)	984	1.040	5.419	16.459	28.189	30.730	82.492
7	528	(1.623)	1.232	(540)	6.859	19.400	25.666	49.494	101.016
8	464	(2.968)	8.553	7.807	8.375	49.097	77.706	108.659	257.693
9	2.265	867	22.132	20.590	10.195	70.114	123.980	156.993	407.136
10	4.106	3.972	39.731	38.596	12.181	133.377	204.362	254.286	690.610
11	5.582	6.040	55.315	52.546	6.628	161.544	227.399	379.105	894.160
12	7.993	9.288	71.889	68.813	12.671	208.707	275.715	442.874	1.097.950
13	11.182	13.580	91.676	85.132	17.525	176.240	246.093	412.519	1.053.948
14	14.695	19.216	116.989	107.325	20.461	193.229	246.093	445.853	1.163.860
15	15.280	7.601	138.322	126.968	25.765	182.137	233.587	421.895	1.151.556
16	25.885	35.763	150.197	137.747	26.638	191.937	244.345	443.123	1.255.637
17	49.133	81.894	165.048	161.560	26.756	190.204	272.493	410.150	1.357.239
18	45.104	68.277	141.628	130.263	26.873	185.182	232.854	427.673	1.257.855
19	37.092	25.230	146.136	135.083	26.387	186.727	242.242	432.987	1.231.885
20	46.688	72.759	149.105	135.136	26.505	183.243	230.247	423.868	1.267.551
21	46.856	72.815	145.204	133.233	12.880	173.094	241.885	406.196	1.232.164
22	47.025	72.871	149.125	135.095	20.329	190.755	242.806	387.177	1.245.183
23	47.194	72.927	151.985	140.081	24.445	202.255	270.702	456.472	1.366.061
24	47.363	72.983	149.144	135.113	24.564	190.778	242.806	443.097	1.305.848
25	47.533	73.040	149.153	135.049	27.098	173.744	242.806	407.710	1.256.133
26	38.275	25.623	139.115	113.647	27.217	138.570	212.111	384.230	1.078.789
27	47.873	73.153	147.713	129.777	27.336	165.502	232.924	412.889	1.237.166
28	67.623	115.792	162.564	154.040	27.456	184.340	260.875	419.676	1.392.366
29	48.215	73.266	139.144	123.459	27.576	147.032	221.846	371.869	1.152.406
30	38.959	25.850	146.242	132.606	27.696	175.396	235.240	424.676	1.206.664
VAN	68.088	85.284	301.305	277.520	72.140	523.597	676.559	1.199.864	3.204.358

Fuente: Elaboración propia.

7.1.7 Costos de Inversión, Operación y Mantenimiento en Obras Civiles

Los costos de inversión, a valores privados, para las obras civiles que requiere el desarrollo del proyecto en evaluación, se presentan desagregados y detallados en el Capítulo 6 “Diseño de Drenaje” del presente informe.

Un Resumen de estos costos de inversión, operación y reposición se presenta en los Cuadros N° 7.7 “Inversión en Obras Civiles, Operación y Mantenimiento de las Obras, a Valores Privados” y N° 7.8 “Inversión en Obras Civiles, Operación y Mantenimiento de las Obras, a Valores Sociales”.

Cuadro N° 7.7
Inversión en Obras Civiles, Operación y Mantenimiento de las Obras, a Valores Privados

Año	Inversión	Operación y Mantenimiento	Total
0	743.269.332		743.269.332
1 al 30	0	12.072.083	12.072.083
VAN	743.269.332	113.802.494	857.071.826

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro N° 7.8
Inversión en Obras Civiles, Operación y Mantenimiento de las Obras, a Valores Sociales

Año	Inversión	Operación y Mantenimiento	Total
0	752.808.862		752.808.862
1 al 30	0	12.231.075	12.231.075
VAN	752.808.862	98.523.559	851.332.421

Fuente: Elaboración propia.

7.1.8 Resultados Económicos

Una vez determinados los Beneficios Diferenciales esperados para la Situación Con Proyecto, y la Inversión y Operación asociados a las Obras Civiles, se procedió a determinar los indicadores económicos de Valor Actual Neto (VAN), calculados con una tasa de descuento del 10% a Valores Privados, y con una tasa de descuento del 12% a Valores Sociales, según la metodología de MIDEPLAN, además de su Tasa Interna de Retorno (TIR) y a su relación Beneficio/Costo (N/K), definida ésta última como la relación entre los ingresos y egresos (incluida la inversión).

Se presenta un resumen del cálculo de los indicadores económicos VAN, TIR y N/K en el Cuadro N° 7.9 (Resultados económicos, a Valores Privados), y a valores sociales en el Cuadro N° 7.10 (Resultados económicos, a Valores Sociales).

Como se observa, desde el punto de vista económico el proyecto es viable de ser implementado, tanto a valores privados como sociales, ya que los indicadores que lo caracterizan son significativamente importantes, ya sea considerando el VAN por un lado, o considerando la TIR (superior al 15%, límite crítico establecido por MIDEPLAN para este tipo de proyectos) y N/K por el otro (indicador que permite reconocer el potencial generador de beneficio por cada unidad de costo invertida).

Cuadro N° 7.9
Resultados económicos finales, a Valores Privados (\$)

Año	Beneficio Neto Diferencial (\$)	Inversiones en Obras (\$)	Beneficio Neto del Proyecto (\$)	Relación N/K	
				(+)	(-)
0	0	743.269.332	(743.269.332)	0	(743.269.332)
1	(56.590.205)	12.072.083	(68.662.288)	0	(68.662.288)
2	(25.040.408)	12.072.083	(37.112.491)	0	(37.112.491)
3	(38.583.003)	12.072.083	(50.655.086)	0	(50.655.086)
4	(84.213.260)	12.072.083	(96.285.343)	0	(96.285.343)
5	(4.035.173)	12.072.083	(16.107.256)	0	(16.107.256)
6	78.910.185	12.072.083	66.838.102	66.838.102	0
7	95.631.632	12.072.083	83.559.549	83.559.549	0
8	244.827.893	12.072.083	232.755.810	232.755.810	0
9	389.558.510	12.072.083	377.486.427	377.486.427	0
10	659.818.761	12.072.083	647.746.678	647.746.678	0
11	858.677.795	12.072.083	846.605.712	846.605.712	0
12	1.051.638.467	12.072.083	1.039.566.384	1.039.566.384	0
13	999.186.680	12.072.083	987.114.597	987.114.597	0
14	1.105.160.630	12.072.083	1.093.088.547	1.093.088.547	0
15	1.093.201.478	12.072.083	1.081.129.395	1.081.129.395	0
16	1.189.995.060	12.072.083	1.177.922.977	1.177.922.977	0
17	1.288.414.579	12.072.083	1.276.342.496	1.276.342.496	0
18	1.186.776.549	12.072.083	1.174.704.466	1.174.704.466	0
19	1.161.905.512	12.072.083	1.149.833.429	1.149.833.429	0
20	1.196.447.611	12.072.083	1.184.375.528	1.184.375.528	0
21	1.159.600.654	12.072.083	1.147.528.571	1.147.528.571	0
22	1.172.189.764	12.072.083	1.160.117.681	1.160.117.681	0
23	1.296.608.492	12.072.083	1.284.536.409	1.284.536.409	0
24	1.232.821.373	12.072.083	1.220.749.290	1.220.749.290	0
25	1.183.100.889	12.072.083	1.171.028.806	1.171.028.806	0
26	1.003.704.381	12.072.083	991.632.298	991.632.298	0
27	1.162.945.517	12.072.083	1.150.873.434	1.150.873.434	0
28	1.315.590.303	12.072.083	1.303.518.220	1.303.518.220	0
29	1.078.368.497	12.072.083	1.066.296.414	1.066.296.414	0
30	1.130.929.603	12.072.083	1.118.857.520	1.118.857.520	0
VAN	4.116.440.163	857.071.826	3.259.368.338	4.209.552.852	(950.184.514)
TIR	50,27%		21,85%		
N/K			4,43		

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro N° 7.10
Resultados económicos finales, a Valores Sociales (\$)

Año	Beneficio Neto Diferencial (\$)	Inversiones en Obras (\$)	Beneficio Neto del Proyecto (\$)	Relación N/K	
				(+)	(-)
0	0	752.808.862	(752.808.862)	0	(752.808.862)
1	(58.401.449)	12.231.075	(70.632.524)	0	(70.632.524)
2	(27.104.943)	12.231.075	(39.336.018)	0	(39.336.018)
3	(41.207.047)	12.231.075	(53.438.122)	0	(53.438.122)
4	(86.862.877)	12.231.075	(99.093.952)	0	(99.093.952)
5	(2.709.990)	12.231.075	(14.941.065)	0	(14.941.065)
6	82.491.706	12.231.075	70.260.631	70.260.631	0
7	101.016.325	12.231.075	88.785.250	88.785.250	0
8	257.693.380	12.231.075	245.462.305	245.462.305	0
9	407.136.377	12.231.075	394.905.302	394.905.302	0
10	690.610.383	12.231.075	678.379.308	678.379.308	0
11	894.160.005	12.231.075	881.928.930	881.928.930	0
12	1.097.950.281	12.231.075	1.085.719.206	1.085.719.206	0
13	1.053.947.606	12.231.075	1.041.716.531	1.041.716.531	0
14	1.163.860.292	12.231.075	1.151.629.217	1.151.629.217	0
15	1.151.555.618	12.231.075	1.139.324.543	1.139.324.543	0
16	1.255.636.823	12.231.075	1.243.405.748	1.243.405.748	0
17	1.357.239.263	12.231.075	1.345.008.188	1.345.008.188	0
18	1.257.854.726	12.231.075	1.245.623.651	1.245.623.651	0
19	1.231.884.561	12.231.075	1.219.653.486	1.219.653.486	0
20	1.267.551.446	12.231.075	1.255.320.371	1.255.320.371	0
21	1.232.163.599	12.231.075	1.219.932.524	1.219.932.524	0
22	1.245.183.206	12.231.075	1.232.952.131	1.232.952.131	0
23	1.366.060.878	12.231.075	1.353.829.803	1.353.829.803	0
24	1.305.847.675	12.231.075	1.293.616.600	1.293.616.600	0
25	1.256.133.231	12.231.075	1.243.902.156	1.243.902.156	0
26	1.078.788.789	12.231.075	1.066.557.714	1.066.557.714	0
27	1.237.166.455	12.231.075	1.224.935.380	1.224.935.380	0
28	1.392.366.446	12.231.075	1.380.135.371	1.380.135.371	0
29	1.152.406.108	12.231.075	1.140.175.033	1.140.175.033	0
30	1.206.663.802	12.231.075	1.194.432.727	1.194.432.727	0
VAN	3.204.357.738	851.332.421	2.353.025.317	3.309.747.524	(956.722.208)
TIR	50,38%		22,17%		
N/K			3,46		

Fuente: Elaboración propia.

7.1.9 Análisis de Sensibilidad

La rentabilidad establecida a partir de indicadores económicos, debe ser complementada con un análisis de sensibilidad, en el cual se determine el rango en que uno o más parámetros puedan manifestar contraindicaciones de uso, es decir, se debe detectar aquellos puntos de inflexión de los parámetros analizados, en que la rentabilidad cae mas allá de un valor permitido, lo cual hace al proyecto económicamente inestable. La importancia del análisis de sensibilidad se manifiesta en el hecho de que los valores de las variables que se han utilizado para llevar a cabo la evaluación del proyecto pueden tener desviaciones con efectos de consideración en la medición de sus resultados.

7.1.9.1 Parámetros Seleccionados para Verificar la Rentabilidad del Proyecto

La sensibilización se ha realizado en base a: aumento de la Inversión en Obras Civiles, de los Costos Directos de Producción, disminución de los Ingresos Brutos, variación en la Tasa de Adopción Tecnológica, variación en la Tasa de Descuento empleada, Integración de los diferentes Casos, integración y variación de parámetros unitarios por rubro productivo, y por último una combinación de varios de ellos.

Atendiendo al ofrecimiento de la propuesta, se ha considerado ejecutar la sensibilización de los parámetros mencionados, sobre la base de las siguientes acciones:

- Incremento de los Costos de Inversión en Obras Civiles. Se consideró incrementos en un 10 y 20%, y el cálculo del valor anulante del VAN.
- Incremento de los Costos Directos de Producción Agropecuarios. Se consideró incrementos en un 10 y 20%. Adicionalmente se determinó el valor anulante del VAN.
- Disminución de los Ingresos Brutos Agropecuarios. Se consideró descensos en un 10 y 20%, y el cálculo del valor anulante del VAN.
- Variación en la Tasa de Adopción Tecnológica. Se evaluó variaciones de incorporación del 90 y 80%, y el cálculo del valor anulante del VAN.
- Variaciones en la Tasa de Descuento empleada. Se evaluó incrementos al 12% y 15% para el análisis, evaluándose además, el valor anulante del VAN para ambos casos.
- Integración de los diferentes Casos analizados al programa de desarrollo. Se evaluó por separado, la no-incorporación de cada uno de ellos.
- Integración y variación de parámetros unitarios, por rubro productivo. Se evaluó por separado el efecto de variaciones en los precios de venta (disminución del 10 y 20%), sobre los productos derivados de los rubros frutícola, hortícola y cultivos.

- Combinación de parámetros de sensibilidad. Se evaluó la factibilidad de ocurrencia de un escenario pesimistas, en que simultáneamente variasen: Costos de inversión (+10%), costos de producción (+10%), la tasa de adopción o incorporación (90%), ingresos agropecuarios (-10%), precios de venta (-10%) y una tasa de descuento de 12%.

7.1.9.2 Análisis de Resultados de la Evaluación a Valores Privados

En el Cuadro N° 7.11 se reproducen los resultados de la sensibilización realizada, a valores privados, mientras que a continuación se comentan los resultados encontrados.

a. Aumento de los Costos en Obras Civiles

Se observa que, a valores privados, el proyecto resulta poco sensible a incrementos del 10 y 20% en los costos de inversión. Los incrementos citados hacen disminuir el indicador base con variaciones de un 2,63 y 5,26% con relación al VAN de referencia.

Con relación a la TIR, se observa que los incrementos en un 10 y 20% de la inversión en obras civiles, hacen disminuir el indicador en un valor de 0,77 y 1,47%.

Sólo al aumentar sobre un 480,5% los costos de inversión, se logra anular el VAN, lo que refleja que el proyecto generará beneficios que pueden pagar los costos de inversión en obras civiles hasta el incremento señalado.

Por otra parte, con el aumento de los costos en obras civiles en un 10% y 20%, la relación N/K disminuye a valores de 4,08 y 3,79 en forma respectiva.

b. Aumento de los Costos Directos de Producción

Se observa que el proyecto resulta medianamente sensible a incrementos del 10 y 20% en los costos directos de producción. Sin perjuicio de lo anteriormente expuesto, se ha determinado que los incrementos en los costos directos representan mayores variaciones que las observadas al modificar los costos de inversión, variaciones que representan descensos de un 7,42 y 14,84% con relación al VAN base.

De igual forma, con relación a la TIR, los incrementos en un 10 y 20% en los costos directos hacen disminuir este indicador en un 0,52 y 1,07% en forma respectiva, pero se mantiene siempre por sobre un 20%.

Sólo al aumentar por sobre un 234,8% los costos directos de producción, se logra anular el VAN, lo que refleja que las condiciones de cambio establecidas son más restrictivas que las permitidas para la inversión en obras civiles.

Cuadro N° 7.11
Análisis de Sensibilidad a Valores Privados (\$)

Variable	Variación		Indicadores Económicos		
			VAN p	TIR p	N / K p
<i>Indicadores Económicos Base</i>			3.259.368.338	21,85%	4,43
Obras Civiles	Costos aumentan	10,0%	3.173.661.158	21,08%	4,08
	Costos aumentan	20,0%	3.087.953.969	20,38%	3,79
	Aumento anulante del VAN	480,5%	0	10,00%	1,00
Costos Directos	Costos aumentan	10,0%	3.017.543.625	21,33%	4,18
	Costos aumentan	20,0%	2.775.718.912	20,78%	3,93
	Aumento anulante del VAN	234,8%	0	10,00%	1,00
Ingresos Agropecuarios	Ingresos disminuyen	10,0%	2.541.521.641	20,17%	3,68
	Ingresos disminuyen	20,0%	1.823.674.944	18,18%	2,93
	Disminución anulante del VAN	45,4%	0	10,00%	1,00
Tasa de Adopción	Incorporación	90,0%	2.847.724.330	21,00%	4,05
	Incorporación	80,0%	2.436.080.322	20,05%	3,65
	Tasa anulante VAN =	20,8%	0	10,00%	1,00
Tasa de Descuento	Tasa aumente al	12,0%	2.198.514.186	21,85%	3,34
	Tasa aumente al	15,0%	1.151.509.986	21,85%	2,24
	Tasa aumente al	21,90%	0	21,85%	1,00
Integración de Casos	No integra el Caso 1		3.168.496.408	21,72%	4,34
	No integra el Caso 2		3.163.193.601	21,75%	4,34
	No integra el Caso 3		2.868.084.317	21,18%	4,07
	No integra el Caso 4		2.887.882.380	21,21%	4,09
	No integra el Caso 5		3.171.642.938	21,62%	4,32
	No integra el Caso 6		2.575.936.960	20,26%	3,77
	No integra el Caso 7		2.363.034.924	19,90%	3,70
	No integra el Caso 8		1.760.235.095	17,99%	2,92
Precios de Olivos para Mesa	Disminuyen	10,0%	3.157.702.775	21,72%	4,36
	Disminuyen	20,0%	3.056.109.579	21,58%	4,30
	Anulación de Precios		2.243.287.957	20,26%	3,66
Precios de Olivos para Cocktail	Disminuyen	10,0%	3.189.953.287	21,69%	4,35
	Disminuyen	20,0%	3.120.538.237	21,53%	4,28
	Anulación de Precios		2.565.217.832	20,16%	3,68
Precios de Olivos para Aceite	Disminuyen	10,0%	2.672.139.796	20,43%	3,80
	Disminuyen	20,0%	2.121.940.169	18,94%	3,21
	Disminución anulante del VAN	67,9%	0	10,00%	1,00
Precios de Otros Frutales	Disminuyen	10,0%	3.213.368.689	21,74%	4,38
	Disminuyen	20,0%	3.170.201.370	21,63%	4,33
	Anulación de Precios		2.903.852.723	20,94%	4,04
Precios de Hortalizas Cultivos y Flores	Disminuyen	10,0%	3.187.375.351	21,67%	4,34
	Disminuyen	20,0%	3.115.466.211	21,49%	4,25
	Anulación de Precios		2.540.772.136	19,97%	3,55

Continuación Cuadro N° 7.11

Variable	Variación		Indicadores Económicos		
			VAN p	TIR p	N / K p
Escenario Pesimista	Costos Civiles Aumentan	10,0%	636.357.690	15,72%	1,64
	Ingresos Disminuyen	10,0%			
	Costos Directos Aumenten	10,0%			
	Tasa de Adopción igual a	90,0%			
	Tasa de descuento	12,0%			
	Precios de venta disminuyen	10,0%			

Fuente: Elaboración propia.

c. Disminución de los Ingresos Agropecuarios

Se observa que el proyecto resulta más sensible a una disminución del 10 y 20% en los ingresos agropecuarios que los parámetros anteriormente discutidos. En estas condiciones, los indicadores de VAN caen un 22,02% y 44,05%, respectivamente.

Con relación a la TIR, los descensos en el 10 y 20% de los ingresos hacen disminuir el indicador en un 1,68% y 3,67% respectivamente. Esto significa que el indicador antes mencionado, es más sensible ante una disminución en los ingresos, no obstante la TIR se mantiene entre un 20,17 y 18,18%.

En este contexto más desfavorable, con una disminución de los ingresos en un 45,4% se logra anular el VAN, lo que permite establecer que la variación de éste parámetro es significativo en la rentabilidad del sistema.

d. Disminución de la Tasa de Adopción

Como se ha señalado en el capítulo pertinente a la integración y adopción de los programas de transferencia y capacitación, la presente evaluación considera que el 96,1% del sistema adopta el programa en base al número de predios y alcanza al 78% si se considera la superficie total del área de estudio.

Se observa que el proyecto resulta sensible a descensos entre 10 y 20% en la tasa de adopción de los programas de desarrollo. Se ha determinado que el descenso de la tasa señalada, representa una disminución de un 12,63 y 25,26% con relación al VAN base.

La TIR en cambio, se mantiene prácticamente estable frente a la disminución de la adopción masiva del proyecto. En efecto, si la adopción del proyecto desciende de 10% a 20%, la TIR solamente varía de 21,00 a 20,05 %, es decir 0,05 puntos menos.

Sólo si la incorporación fuese del 20,8%, es decir si un 80% de los agricultores no se incorporan al programa de desarrollo, el VAN se hace cero y se anula.

e. Aumento en la Tasa de Descuento

Como se observa, el incremento en la tasa de descuento significa caídas en el VAN resultante, las cuales alcanzan el 32,55 y 64,67%, a tasas del 12 y 15% respectivamente.

Al considerar un aumento en la tasa de descuento del 21,9%, se obtienen resultados de VAN igual a cero, a valores privados, lo que señala nuevamente la positiva rentabilidad del proyecto.

f. No Integración de los Casos

Como se observa, al sensibilizar por la no incorporación de alguno de los Casos caracterizados, los resultados fueron los siguientes:

Al no incorporar los Casos 1, 2 y 5, el VAN presenta leves variaciones, con una disminución del 2,79; 2,95 y 2,69%, respectivamente. En cuanto a la TIR se puede observar que presenta un descenso no significativo manteniéndose como valor final por sobre un 21,6%.

La disminución del VAN base al no incorporar los Casos 3 y 4, es de un 12,00 y 11,40%, mientras que la TIR disminuye en menos de un 1%, manteniéndose por sobre un 21%.

La no incorporación de los Casos 6 y 7, genera un descenso del VAN del proyecto, con un 20,97 y 27,50% menor que en la situación base, mientras que la TIR presenta una caída de un 1,59 y 1,95% respectivamente. Esto implica que la TIR ante esta situación llega a valores cercanos al 20%.

El descenso del VAN del proyecto más significativo, se produce por la no incorporación del Caso 8, con un 45,99% menor que en la situación base, mientras que la TIR presenta una caída de un 3,86%. Esto implica que la TIR ante esta situación llega a valores cercanos al 18%.

Lo anteriormente discutido, permite señalar la incidencia diferenciada que representa para la rentabilidad del proyecto, la participación de todos los Casos, ya que en promedio la ausencia de alguno de estos determina que la TIR caiga, pero se mantiene sobre un 17%. Esto que implica que ante la ausencia de uno de los Casos, el proyecto sigue siendo rentable.

g. Disminución en los Precios de Comercialización de los Productos Agropecuarios

La modificación de los precios de comercialización tiene efectos distintos y contrapuestos dependiendo del rubro analizado.

Precio de Aceituna para Mesa. El precio de la aceituna de mesa es poco significativo en la pérdida de VAN, bajas sucesivas de 10% y 20% inciden en que el VAN disminuya desde 3,12 a 6,24%. Si los precios de la aceituna de mesa fuesen cero, el VAN presenta una disminución del 31,17%, pero la TIR se mantiene por sobre un 20%.

Precio de Aceituna para Cocktail. El precio de la aceituna de cocktail también influye poco en la pérdida del VAN. Si el precio baja de un 10% a un 20% el VAN disminuye en un 2,12 y 4,76%. Por otra parte, si los precios de la aceituna de cocktail fuesen cero, el VAN presenta una disminución del 21,3% pero al igual que en el caso anterior, la TIR se mantiene por sobre un 20%.

Precio del Aceite de Oliva. El precio del aceite de oliva es más significativo en la pérdida del VAN que los precios antes señalados, puesto que descensos en el precio de referencia de 10% a 20%, causan reducciones del VAN en 18,02% y 34,90%, respectivamente. Si el precio bajara en un 67,9% de su valor, el VAN se anularía y la TIR tendría un valor de 10%.

Precio de Otros Frutales. El precio de otros frutales considerados en el proyecto, presentan una escasa significancia en la pérdida de VAN, ya que con descensos de un 10% y 20%, el VAN disminuye en un 1,41 y 2,74%. Por otra parte, si los precios de los otros frutales se hacen cero, el VAN presenta una disminución de un 10,91% con una TIR del 20,94%.

Hortalizas y Flores. El precio de las hortalizas y flores tiene una incidencia mayor a la de los frutales en la pérdida de VAN, ya que con descensos de un 10% y 20%, el VAN disminuye un 2,21 y 4,42%. Por otra parte, si los precios de estos rubros se hacen cero, el VAN presenta una caída de un 22,05%, no obstante la TIR se mantiene alrededor del 20%.

h. Escenario Pesimista

Considerando la variación simultánea de los parámetros señalados anteriormente, +/- 10% para inversiones en obras civiles, ingresos, costos directos y tasa de adopción; tasa de descuento de un 12% y una disminución de los precios de un 10,0%, se espera que esta alternativa exprese una disminución de un 80,48% en el VAN, con una TIR de 15,72% y una relación N/K de 1,64.

Lo anterior es una muestra de la capacidad del proyecto de resistir condiciones adversas al enfrentar oscilaciones en los parámetros de evaluación a precios privados, ya que ante este escenario tan crítico, el proyecto aún sigue siendo rentable.

7.1.9.3 Análisis de Resultados de la Evaluación a Valores Sociales

En el Cuadro N° 7.12 se reproducen los resultados de la sensibilización realizada, a valores sociales, mientras que a continuación se comentan los resultados encontrados.

Cuadro N° 7.12
Análisis de Sensibilidad a Valores Sociales (\$)

Variable	Variación		Indicadores Económicos		
			VAN p	TIR p	N / K p
<i>Indicadores Económicos Base</i>			2.353.025.317	22,17%	3,46
Obras Civiles	Costos aumentan	10,0%	2.267.892.071	21,39%	3,19
	Costos aumentan	20,0%	2.182.758.833	20,69%	2,96
	Aumento anulante del VAN	376,5%	0	12,00%	1,00
Costos Directos	Costos aumentan	10,0%	2.190.219.300	21,71%	3,29
	Costos aumentan	20,0%	2.027.413.283	21,24%	3,13
	Aumento anulante del VAN	244,5%	0	12,00%	1,00
Ingresos Agropecuarios	Ingresos disminuyen	10,0%	1.818.031.417	20,57%	2,90
	Ingresos disminuyen	20,0%	1.283.037.517	18,69%	2,35
	Disminución anulante del VAN	44,0%	0	12,00%	1,00
Tasa de Adopción	Incorporación	90,0%	2.032.589.550	21,31%	3,16
	Incorporación	80,0%	1.712.153.782	20,36%	2,85
	Tasa anulante VAN =	26,6%	0	12,00%	1,00
Tasa de Descuento	Tasa aumente al	15,0%	1.247.100.046	22,17%	2,32
	Tasa aumente al	18,0%	562.620.645	22,17%	1,60
	Tasa aumente al	22,17%	0	22,17%	1,00
Integración de Casos	No integra el Caso 1		2.284.937.149	22,03%	3,39
	No integra el Caso 2		2.267.740.985	22,03%	3,38
	No integra el Caso 3		2.051.720.038	21,48%	3,18
	No integra el Caso 4		2.075.505.351	21,53%	3,20
	No integra el Caso 5		2.280.885.152	21,93%	3,37
	No integra el Caso 6		1.829.428.320	20,63%	2,96
	No integra el Caso 7		1.676.466.810	20,33%	2,91
	No integra el Caso 8		1.153.161.058	18,18%	2,24
Precios de Olivos para Mesa	Disminuyen	10,0%	2.281.177.593	22,04%	3,41
	Disminuyen	20,0%	2.209.383.200	21,91%	3,36
	Anulación de Precios		1.634.985.928	20,70%	2,91
Precios de Olivos para Cocktail	Disminuyen	10,0%	2.300.928.938	22,01%	3,40
	Disminuyen	20,0%	2.248.832.559	21,86%	3,35
	Anulación de Precios		1.832.061.530	20,55%	2,90
Precios de Olivos para Aceite	Disminuyen	10,0%	1.912.231.818	20,81%	2,99
	Disminuyen	20,0%	1.499.219.136	19,40%	2,55
	Disminución anulante del VAN	64,5%	0	12,00%	1,00
Precios de Otros Frutales	Disminuyen	10,0%	2.317.835.242	22,06%	3,42
	Disminuyen	20,0%	2.284.827.667	21,95%	3,39
	Anulación de Precios		2.081.559.394	21,30%	3,17
Precios de Hortalizas Cultivos y Flores	Disminuyen	10,0%	2.298.782.789	21,99%	3,39
	Disminuyen	20,0%	2.244.602.061	21,82%	3,32
	Anulación de Precios		1.811.613.077	20,37%	2,81

Continuación Cuadro N° 7.12

Variable	Variación		Indicadores Económicos		
			VAN p	TIR p	N / K p
Escenario Pesimista	Costos Civiles Aumentan	10,0%	188.144.965	16,35%	1,19
	Ingresos Disminuyen	10,0%			
	Costos Directos Aumenten	10,0%			
	Tasa de Adopción igual a	90,0%			
	Tasa de descuento	12,0%			
	Precios de venta disminuyen	10,0%			

Fuente: Elaboración propia.

a. Aumento de los Costos en Obras Civiles

Se observa que, a valores sociales, el proyecto resulta poco sensible a incrementos del 10 y 20% en los costos de inversión, pero en mayor medida que en el análisis a precios privados. Los incrementos citados hacen disminuir el indicador base con variaciones de un 3,62 y 7,24% con relación al VAN de referencia.

Con respecto a la TIR, se observa que los incrementos de los costos de inversión anteriormente señalados, hacen disminuir el indicador en un valor de 0,77 y 1,47%.

Al aumentar por sobre un 376,5% los costos de inversión, se logra anular el VAN, lo que refleja que el proyecto generara beneficios que pueden pagar los costos de inversión en obras civiles hasta el incremento señalado en el análisis a precios sociales.

Por otra parte, si la inversión en obras civiles aumenta de 10% a 20% de los valores de referencia, la relación N/K disminuye de 3,19 a 2,96, respectivamente.

b. Aumento de los Costos Directos de Producción

Si los costos directos de producción aumentan de 10 a 20%, el proyecto es medianamente sensible. Aumentos de los costos directos repercuten más fuertemente en la rentabilidad del proyecto que cuando se modifica la inversión. Se registran bajas de 6,92 a 13,84%, en relación con el VAN base.

De igual forma, si los costos directos aumentan de un 10% a un 20%, la TIR desciende de 0,45% a 0,92%, respectivamente, siendo el valor de referencia mayor al 21%.

Al aumentar por sobre un 244,5% los costos directos de producción, es decir que estos sean más del doble que los costos considerados, se logra anular el VAN, lo que refleja que las condiciones establecidas para los costos de producción, son más restrictivas que las permitidas para la inversión en obras civiles.

c. Disminución de los Ingresos Agropecuarios

A valores sociales, el proyecto resulta más sensible a una disminución del 10 y 20% en los ingresos agropecuarios que los parámetros anteriormente discutidos. En estas condiciones, el VAN cae de 24,74% a 45,47%, respectivamente.

En relación con la TIR, descensos de 10 a 20% de los ingresos hacen disminuir el indicador en un 1,60% y 3,47% respectivamente. Esto significa que el indicador antes mencionado, es más sensible ante una disminución en los ingresos, no obstante la TIR se mantiene entre un 20,57 y 18,69%.

En este contexto más desfavorable, con una disminución de los ingresos en un 44,0% se logra anular el VAN, lo que permite establecer que la variación de éste parámetro es significativo en la rentabilidad del sistema de igual forma como ocurre con el caso del análisis a precios privados.

d. Disminución de la Tasa de Adopción o de Incorporación al Proyecto

Considerando las tasas de incorporación de los agricultores al proyecto señaladas en el análisis privado, se observa que a valores sociales, el proyecto resulta sensible si disminuyen entre el 10 y 20% los agricultores incorporados al programa de desarrollo. El descenso de las tasas señaladas, representa una disminución de un 13,62 y 27,24% con relación al VAN base. De igual forma, respecto a la TIR, los descensos de 10 y 20% en la tasa de incorporación mantienen este indicador entre un 21,31 y 20,36%, lo que permite reafirmar la positiva rentabilidad del proyecto a valores sociales.

Con una incorporación del 26,6% se logra anular el VAN, lo que implica que se necesita más de 1/3 de los agricultores para recién hacer cero el VAN, número mayor si comparamos esta situación con el análisis a precios privados.

e. Aumento en la Tasa de Descuento

El incremento en la tasa de descuento significa caídas en el VAN resultante, las cuales alcanzan el 47,0 y 76,09%, a tasas del 15 y 18% respectivamente.

Al considerar un aumento en la tasa de descuento del 22,17%, se obtienen resultados de VAN igual a cero, a valores sociales, lo que señala nuevamente la positiva rentabilidad del proyecto.

f. No Integración de los Casos

Al sensibilizar a valores sociales por la no incorporación de alguno de los Casos caracterizados, los resultados fueron los siguientes:

Al no incorporar los Casos 1, 2 y 5, el VAN presenta leves variaciones, con una disminución del

2,85; 3,62 y 3,07%, respectivamente. En cuanto a la TIR se puede observar que presenta un descenso no significativo manteniéndose como valor final por sobre un 21,3%.

La disminución del VAN base al no incorporar los Casos 3 y 4, es de un 12,81 y 11,79%, mientras que la TIR disminuye en menos de un 1%, manteniéndose por sobre un 21%.

La no incorporación de los Casos 6 y 7, genera un descenso del VAN del proyecto, con un 22,25 y 28,75% menor que en la situación base, mientras que la TIR presenta una caída de un 1,54 y 1,84% respectivamente. Esto implica que la TIR ante esta situación llega a valores cercanos al 20%.

El descenso del VAN del proyecto más significativo, al igual que en el caso del análisis privado, se produce por la no incorporación del Caso 8, con un 50,99% menor que en la situación base, mientras que la TIR presenta una caída de un 3,98%. Esto implica que la TIR ante esta situación llega a valores de 18,18%.

Lo anteriormente discutido, permite señalar nuevamente la incidencia diferenciada que representa para la rentabilidad del proyecto a valores sociales, la participación de todos los Casos, ya que en promedio la ausencia de alguno de estos determina que la TIR caiga, pero siempre se mantiene por sobre un 18%.

g. Disminución en los Precios de Comercialización de los Productos Agropecuarios

Dependiendo del rubro analizado, la disminución de los precios de comercialización tiene los siguientes efectos:

Precio de Aceituna para Mesa. El precio de la aceituna de mesa es poco significativo en la pérdida de VAN, ya que ante descensos de un 10% y 20%, el VAN disminuye en un 3,05 y 6,10%. Si los precios de la aceituna de mesa fuesen cero, el VAN presenta una disminución del 30,52%, pero la TIR se mantiene por sobre un 20%.

Precio de Aceituna para Cocktail. El precio de la aceituna de cocktail también es poco significativo en la pérdida de VAN, ya que con descensos de un 10% y 20%, el VAN disminuye en un 2,21 y 4,43%. Por otra parte, si los precios de la aceituna de cocktail fuesen cero, el VAN presenta una disminución del 22,14%, mientras que la TIR se mantiene por sobre un 20,55%.

Precio del Aceite de Oliva. El precio del aceite de oliva es más significativo en la pérdida de VAN que los precios anteriormente señalados, ya que con descensos de un 10% y 20%, el VAN disminuye en un 18,73 y 36,29%. Con una disminución de los precios en un 64,5% el VAN se anula y la TIR presenta un valor de 12%.

Precio de Otros Frutales. El precio de los otros frutales considerados en el proyecto, presentan también a valores sociales, una escasa significancia en la pérdida de VAN, ya que con descensos de un 10% y 20%, el VAN disminuye en un 1,50 y 2,90%. Por otra parte, si estos precios se hacen cero, el VAN presenta una disminución de un 11,54% con una TIR del 21,3%.

Hortalizas y Flores. El precio de las hortalizas y flores tiene una incidencia mayor a la de los otros frutales en la pérdida de VAN, ya que con descensos de un 10% y 20%, el VAN disminuye un 2,31 y 4,61%. Por otra parte, si los precios de estos rubros se hacen cero, el VAN presenta una caída de un 23,01%, no obstante la TIR se mantiene por sobre un 20,3%.

h. Escenario Pesimista

Considerando la variación simultánea de los parámetros señalados anteriormente, +/- 10% para costos civiles, ingresos, costos directos y tasa de adopción; tasa de descuento de un 12% y una disminución de los precios de un 10,0%, se espera que esta alternativa para el análisis social, exprese una disminución de un 92% en el VAN, con una TIR de 16,35% y una relación N/K de 1,19.

Lo anterior, implica que el proyecto posee una menor capacidad a precios sociales que a precios privados, para resistir condiciones adversas al enfrentar oscilaciones en los parámetros de evaluación.

7.1.9.4 Conclusiones

A partir del análisis de sensibilidad, se puede concluir que:

- a. De los parámetros de sensibilización, los más críticos resultaron ser los ingresos agropecuarios, la tasa de descuento y la integración de Casos (principalmente la no incorporación del Caso 8).
- b. La sensibilización de los parámetros anteriores permiten señalar que el proyecto posee una buena rentabilidad y solamente la disminución en los precios de algunos rubros o el aumento simultáneo de ellos anulan el VAN.
- c. El proyecto en general, al variar los parámetros de sensibilización, arroja una rentabilidad aún positiva, lo que implica que el proyecto es viable y factible de implementar.

7.2 Evaluación Financiera

Un inversionista racional, además de analizar la rentabilidad, debe analizar previamente sus posibilidades económicas y su capacidad empresarial de emprender una cierta actividad.

Puede ser motivo de desaliento el hecho de que la nueva inversión signifique cambios substanciales en su organización productiva e impulsarlo a apoyarse en créditos, más aún si se trata de algunos sectores específicos de la economía, como el caso de la agricultura, en que la experiencia anterior, sumada a la incertidumbre del ingreso de Chile a convenios internacionales de importancia y a una aversión natural al sistema crediticio, provee un marco inestable para la toma de decisiones.

De acuerdo con lo anterior, parece conveniente tanto desde el punto de vista del Estado, que apoya la construcción del proyecto, como de los particulares involucrados, la realización de un análisis financiero que permita anticipar la respuesta y la forma de enfrentar las inversiones requeridas. El diseño se ha realizado sobre la base conceptual de un Estado de Resultados.

Con el propósito de conocer los efectos del proyecto, no se han considerado otros ingresos que pudieran estar fuera de la explotación de interés.

El estado de resultados a desarrollar considera la información relevante que permite caracterizar financieramente a cada uno de los Casos reales seleccionados, para lo cual se ha conceptualizado y valorado las variables que se presentan en el Cuadro N° 7.13, mientras que en el Cuadro N° 7.14 se presenta la conceptualización de los capitales requeridos para la desarrollar la inversión intra y extrapredial, así como también los requerimiento anuales de operación.

Ambos esquemas conceptuales se discuten a continuación, presentándose desagregados por Predio, en el Anexo 7.3 “Evaluación Financiera”.

Cuadro N° 7.13
Conceptualización del Estado de Resultados

1	Flujo Beneficio Neto de la Situación con Proyecto (Ingresos - Costos)
	Ingresos (+)
	+ Ingresos por Ventas
	Egresos (-)
	- Costos Directos
	- Costos Indirectos
	- Costo Operación y Mantenimiento del Sistema de Drenaje
2	Depreciación de Bienes Incorporados por el Proyecto (-)
3	Utilidad Operacional
4	Ingreso No Operacional
5	Costo No Operacional
	- Interés por Capital de Trabajo (UF + 7,8%)
	- Interés por Inversiones Intraprediales (UF + 7,8%)
	- Interés por Obras Extraprediales (UF + 4,5%)
6	Utilidad No Operacional
7	Valor Residual (-)
8	Valor antes de Impuesto
9	Impuesto
10	Utilidad Neta después de Impuesto
11	Depreciación de Bienes (+)
12	Valor Residual (+)
13	Ingreso Neto

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro N° 7.14 Conceptualización de los Requerimientos y Generación de Capitales

1	Capital de Trabajo (+)
2	Requerimiento de Capital de Trabajo (-)
3	Requerimiento Neto de Capital de Trabajo
4	Capital de Inversión y Obras Civiles (+)
5	Capital para Riego y Obras Intraprediales (-)
6	Capital para Obras Extraprediales (-)
7	Requerimiento Neto de Capital para Inversiones
FLUJO DE CAJA NETO	
VALOR PRESENTE NETO	

Fuente: Elaboración propia.

7.2.1 Flujo de Beneficio Neto

Se han caracterizado los Flujos de Beneficio Neto para la Situación con Proyecto (1), con la finalidad de establecer la utilidad del ejercicio, y por ende, los impuestos a pagar, y determinar los requerimientos de capital que satisfagan los supuestos, para todo el horizonte de evaluación.

Los parámetros que componen la estructura del flujo neto, se desagregan en:

7.2.1.1 Ingresos

Se ha reconocido en este ítem los ingresos operacionales generados por la propiedad.

Los ingresos operacionales se han determinado valorando, a precio de venta (mercado), la producción agropecuaria generada por cada uno de los Casos analizados.

Los antecedentes que identifican a los ingresos operacionales se presentan desagregados capítulos anteriores de la presente consultoría.

7.2.1.2 Egresos

Se han caracterizado en este ítem la totalidad de costos que enfrenta y deberá enfrentar el agricultor para el desarrollo del programa propuesto, entre los que se han conceptualizado los costos directos, indirectos y operacionales (asociados a la mantención del sistema de drenaje).

Los costos directos operacionales se han determinado valorando, a precio de mercado, las fichas técnicas que caracterizan a cada uno de los rubros en análisis.

Los antecedentes que identifican los costos de operación y mantención, se presentan a continuación en el Cuadro N° 7.15, todos los cuales han sido reducidos a montos por Caso.

Cuadro N° 7.15
Costos de Operación y Mantención (\$)

Caso	Superficie Unitaria	N° predios	Factor de corrección	Superficie Expandida	Costo Operacional
1	1,199	60	0,891701	64,15	17.985
2	2,519	53	1,062866	141,90	37.785
3	7,131	13	0,947316	87,82	106.965
4	5,596	13	1,207168	87,82	83.940
5	10,342	3	0,653192	20,27	155.130
6	23,981	5	0,784379	94,05	359.715
7	79,845	2	0,778195	124,27	1.197.676
8	28,982	5	1,273418	184,53	434.730
		154		804,805	
Cálculo de la Base de Cobro de los Costos de Operación y Mantención					
Costo Operacional Total (\$)			113.802.494		
Superficie de Riego (ha)			804,805		
Costo Unitario por Hectárea (\$)			141.404		
Años de Gracia			0		
Años de Servicio de la Deuda			30		
Tasa de Descuento (%)			10%		
Costo Unitario Anual Total s/gracia (\$)			15.000		

Fuente. Elaboración propia.

7.2.1.3 Beneficio Neto

El flujo que caracteriza el beneficio neto, se ha obtenido al restar los egresos de los ingresos.

7.2.2 Depreciación de Bienes Incorporados por el Proyecto

Se ha definido que el proyecto cubra los requerimientos de infraestructura intrapredial al momento de iniciarse el proyecto, y en forma integrada en la medida que el sistema se incorpora al mismo, y se presentan en el Cuadro N° 7.16 “Cálculo del Valor Residual de Bienes de Capital Transables y Depreciación Anual (\$)”.

Para los efectos de la evaluación, los requerimientos de bienes de capital se han incorporado como un costo de inversión al año 1 y al año (o a los años) “n” del flujo de evaluación, considerándose además que anualmente el monto de la depreciación alcanza a 1/n del valor que resulta entre el valor de compra y el valor residual atendiendo al desgaste natural y reposición programada de los equipos.

7.2.3 Utilidad Operacional

Se ha conceptualizado como Utilidad Operacional (3), al diferencial que se produce entre el Flujo de Beneficio Neto (1) y la Depreciación de los Bienes de Capital (2).

7.2.4 Ingreso No Operacional

El Ingreso No Operacional (4) se han conceptualizado como aquellos ingresos no asociados al rubro productivo predial, por ejemplo venta de activos y bienes de capital, los cuales en términos desagregados se presentan en el Cuadro N° 7.17, “Cálculo de los Ingresos no Operacionales por Caso”.

Estos últimos, si bien corresponden a ingresos marginales, en términos de unidad de superficie, se han contabilizado en la medida que puedan ser vendibles y extraídos del predio, en algún momento del período de evaluación. Los precios asignados corresponden a valores de mercado.

7.2.5 Costo No Operacional

El Costo No Operacional (5), se ha conceptualizado a través del pago de intereses provenientes de los requerimientos de capital de trabajo anual, así como de las inversiones intra y extraprediales requeridas. Para efectos de la presente evaluación, se ha considerado que los agricultores accederán a créditos INDAP y/o Banco del Estado para financiar las actividades anuales, o desarrollar inversiones en las primeras etapas del proyecto, con Tasas de Interés equivalentes a UF + 7,8% anual.

Cuadro N° 7.16
Cálculo del Valor Residual de Bienes de Capital Transables y Depreciación Anual (\$)

Bien de capital		VU	VI	% residual	VR	Depreciación
Invernaderos		4	12.713.997	10%	1.271.400	2.860.649
Equipos riego	Goteo	15	2.087.320	15%	313.098	118.281
	Cintas	15	1.150.000	15%	172.500	65.167
	Californiano	15	589.820	10%	58.982	35.389
Sistemas de Drenaje	drenaje productores pequeños	15	839.401	10%	83.940	50.364
	drenaje productores medianos	15	810.870	10%	81.087	48.652
	drenaje productores grandes	15	989.982	10%	98.998	59.399
Producción de aceitunas estanque de polietileno 5.000 L	Casos 1 y 2	10	756.000	10%	75.600	68.040
	Casos 3, 4 y 5	10	1.134.000	10%	113.400	102.060
	Casos 6, 7 y 8	10	1.134.000	10%	113.400	102.060
Planta Aceitunas de Cocktail Productores Medianos	galpón procesamiento-almacenaje	35	1.050.192	15%	157.529	25.505
	deshuesadora SN-200	35	138.862	15%	20.829	3.372
	Calibradora	35	493.048	15%	73.957	11.974
	estanque de polietileno 1.000 L	10	27.734	10%	2.773	2.496
	estanque de polietileno 5.000 L	10	266.246	10%	26.625	23.962
	estanque de polietileno 10.000 L	10	269.944	10%	26.994	24.295
Planta Aceitunas de Cocktail Productores Grandes	galpón de procesamiento (90 m ²)	35	684.671	15%	102.701	16.628
	deshuesadora SN-700	35	106.875	15%	16.031	2.596
	Calibradora	35	539.536	15%	80.930	13.103
	estanque de polietileno 1.000 L	10	48.558	10%	4.856	4.370
	estanque de polietileno 5.000 L	10	174.810	10%	17.481	15.733
	estanque de polietileno 10.000 L	10	827.109	10%	82.711	74.440
Planta Aceite de Oliva Productores Medianos	galpón procesamiento-almacenaje	35	448.225	15%	67.234	10.885
	equipo Oliomio 350	35	696.457	15%	104.469	16.914
	módulo Filtros	35	98.230	15%	14.734	2.386
	Bomba Inyectora Pentax	35	2.129	15%	319	52
	Estanques Acero Inox. 10.000 L	35	179.290	15%	26.894	4.354
Planta Aceite de Oliva Productores Grandes	galpón procesamiento-almacenaje	35	401.203	15%	60.180	9.744
	equipo Oliomio 350	35	623.394	15%	93.509	15.140
	módulo Filtros	35	87.925	15%	13.189	2.135
	Bomba Inyectora Pentax	35	1.906	15%	286	46
	Estanques Acero Inox. 10.000 L	35	240.722	15%	36.108	5.846
Damascos deshidratados Dulce de membrillo	galpón procesamiento-almacenaje	35	523.602	15%	78.540	12.716
	planta y almacenaje	35	856.737	15%	128.511	20.806
	fondo aluminio 100 L	15	32.681	10%	3.268	1.961
	cocina industrial	35	160.890	15%	24.133	3.907
VU	Vida Útil : período, expresado en años, en que el bien puede ser utilizado con fines productivos					
VI	Valor Inicial : valor nuevo del artículo puesto proveedor sin IVA					
VR	Valor Residual: valor final del artículo una vez terminada su vida útil					

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro N° 7.17
Cálculo de los Ingresos no Operacionales por Caso (\$)

Caso	Bien de capital	Sup (ha)	V.R.	Deprec.	V.I.
1	estanque de polietileno 5.000 L	0,5755	43.509	39.158	435.093
	Goteo	0,0863	27.029	10.211	180.194
	Californiano	0,1712	10.099	20.252	357.385
	drenaje productores pequeños	1,1510	96.618	57.971	966.184
	totales por caso		177.256	127.592	1.938.856
2	estanque de polietileno 5.000 L	2,2520	170.250	153.225	1.702.501
	Goteo	0,6700	209.765	79.245	1.398.433
	Californiano	0,5755	33.945	68.073	1.201.294
	drenaje productores pequeños	2,4182	202.987	121.792	2.029.873
	totales por caso		616.948	422.335	6.332.102
3	galpón de procesamiento y almacenaje	0,3459	54.482	8.821	363.212
	deshuesadora SN-200	0,3459	7.204	1.166	48.026
	Calibradora	0,3459	25.578	4.141	170.522
	estanque de polietileno 1.000 L	0,3459	959	863	9.592
	estanque de polietileno 5.000 L	0,3459	9.208	8.287	92.082
	estanque de polietileno 10.000 L	0,3459	9.336	8.402	93.361
	galpón de procesamiento y almacenaje	3,8044	255.783	41.413	1.705.223
	equipo Oliomio 350	3,8044	397.439	64.347	2.649.595
	módulo Filtros	3,8044	56.056	9.076	373.704
	Bomba Inyectora Pentax MP 80-3 0.8 HP	3,8044	1.215	197	8.100
	Estanques Acero Inox. 10.000 L	3,8044	102.313	16.565	682.089
	estanque de polietileno 5.000 L	2,1963	249.066	224.159	2.490.659
	Goteo	1,6758	524.685	198.214	3.497.900
	Californiano	1,2568	74.131	44.479	741.309
	drenaje productores medianos	6,9171	560.884	336.531	5.608.845
totales por caso		2.328.340	966.662	18.534.216	
4	galpón de procesamiento y almacenaje	0,2714	42.754	6.922	285.028
	deshuesadora SN-200	0,2714	5.653	915	37.688
	Calibradora	0,2714	20.072	3.250	133.816
	estanque de polietileno 1.000 L	0,2714	753	677	7.527
	estanque de polietileno 5.000 L	0,2714	7.226	6.503	72.261
	estanque de polietileno 10.000 L	0,2714	7.326	6.594	73.264
	galpón de procesamiento y almacenaje	2,9855	200.724	32.498	1.338.161
	equipo Oliomio 350	2,9855	311.887	50.496	2.079.250
	módulo Filtros	2,9855	43.989	7.122	293.261
	Bomba Inyectora Pentax MP 80-3 0.8 HP	2,9855	953	154	6.356
	Estanques Acero Inox. 10.000 L	2,9855	80.290	12.999	535.264
	estanque de polietileno 5.000 L	1,4997	170.069	153.062	1.700.692
	planta y almacenaje dulce membrillo	0,3358	43.149	6.986	287.658
	fondo aluminio 100 L	0,3358	1.097	658	10.973
	cocina industrial	0,3358	8.103	1.312	54.020
	Goteo	1,2731	398.602	150.583	2.657.346
	Californiano	0,9548	56.317	33.790	563.170
drenaje productores medianos	5,4281	440.150	264.090	4.401.500	
totales por caso		1.839.116	738.614	14.537.236	
5	drenaje productores medianos	10,0317	813.444	488.066	8.134.437
	totales por caso		813.444	488.066	8.134.437

Cuadro N° 7.17
Cálculo de los Ingresos no Operacionales por Caso (\$) (continuación)

Caso	Bien de capital	Sup (ha)	V.R.	Deprec.	V.I.
6	Invernaderos	0,4796	609.789	1.372.025	6.097.887
	galpón procesamiento-almacenaje damascos	2,3981	188.348	30.494	1.255.650
	planta y almacenaje dulce membrillo	1,3190	169.500	27.443	1.129.997
	fondo aluminio 100 L	1,3190	4.310	2.586	43.104
	cocina industrial	1,3190	31.831	5.154	212.206
	estanque de polietileno 5.000 L	6,6907	758.725	682.853	7.587.253
	galpón de procesamiento (90 m2)	1,1511	118.218	19.140	788.117
	deshuesadora SN-700	1,1511	18.453	2.988	123.023
	Calibradora	1,1511	93.158	15.083	621.053
	estanque de polietileno 1.000 L	1,1511	5.589	5.031	55.895
	estanque de polietileno 5.000 L	1,1511	20.122	18.110	201.221
	estanque de polietileno 10.000 L	1,1511	95.207	85.687	952.075
	galpón de procesamiento y almacenaje	11,4629	689.844	111.689	4.598.958
	equipo Oliomio 350	11,4629	1.071.887	173.544	7.145.914
	módulo Filtros	11,4629	151.181	24.477	1.007.873
	Bomba Inyectora Pentax MP 80-3 0.8 HP	11,4629	3.277	531	21.845
	Estanques Acero Inox. 10.000 L	11,4629	413.906	67.013	2.759.375
	Goteo	7,2343	2.265.035	855.680	15.100.233
	Cintas	0,4796	82.734	31.255	551.563
	Californiano	10,0504	592.795	355.677	5.927.949
drenaje productores grandes	23,5014	2.326.594	1.395.957	23.265.943	
	totales por caso		9.710.504	5.282.414	79.447.135
7	galpón procesamiento-almacenaje damascos	3,1938	250.842	40.613	1.672.280
	estanque de polietileno 5.000 L	28,1054	3.187.157	2.868.441	31.871.569
	galpón de procesamiento (90 m2)	3,9124	401.807	65.054	2.678.711
	deshuesadora SN-700	3,9124	62.721	10.155	418.140
	Calibradora	3,9124	316.633	51.264	2.110.883
	estanque de polietileno 1.000 L	3,9124	18.998	17.098	189.980
	estanque de polietileno 5.000 L	3,9124	68.393	61.553	683.926
	estanque de polietileno 10.000 L	3,9124	323.598	291.239	3.235.984
	galpón de procesamiento y almacenaje	43,0365	2.589.954	419.326	17.266.358
	equipo Oliomio 350	43,0365	4.024.300	651.553	26.828.667
	módulo Filtros	43,0365	567.595	91.896	3.783.964
	Bomba Inyectora Pentax MP 80-3 0.8 HP	43,0365	12.302	1.992	82.015
	Estanques Acero Inox. 10.000 L	43,0365	1.553.972	251.596	10.359.815
	Goteo	26,0879	8.168.074	3.085.717	54.453.830
Californiano	17,2129	1.015.249	609.149	10.152.489	
drenaje productores grandes	78,2481	7.746.421	4.647.853	77.464.211	
	totales por caso		30.308.016	13.164.499	243.252.823

Cuadro N° 7.17
Cálculo de los Ingresos no Operacionales por Caso (\$) (continuación)

Caso	Bien de capital	Sup (ha)	V.R.	Deprec.	V.I.
8	Invernaderos	0,5796	736.954	1.658.147	7.369.541
	galpón procesamiento-almacenaje damascos	1,7389	136.575	22.112	910.502
	estanque de polietileno 5.000 L	9,3902	1.064.845	958.361	10.648.451
	galpón de procesamiento (90 m2)	1,3911	142.871	23.131	952.471
	deshuesadora SN-700	1,3911	22.302	3.611	148.678
	Calibradora	1,3911	112.585	18.228	750.568
	estanque de polietileno 1.000 L	1,3911	6.755	6.080	67.551
	estanque de polietileno 5.000 L	1,3911	24.318	21.887	243.184
	estanque de polietileno 10.000 L	1,3911	115.062	103.556	1.150.621
	galpón de procesamiento y almacenaje	15,3025	920.911	149.100	6.139.409
	equipo Oliomio 350	15,3025	1.430.923	231.673	9.539.484
	módulo Filtros	15,3025	201.820	32.676	1.345.466
	Bomba Inyectora Pentax MP 80-3 0.8 HP	15,3025	4.374	708	29.162
	Estanques Acero Inox. 10.000 L	15,3025	552.547	89.460	3.683.645
	Goteo	9,2761	2.904.327	1.097.190	19.362.178
	Cintas	0,5796	99.988	37.773	666.586
	Californiano	6,1204	360.993	216.596	3.609.926
	drenaje productores grandes	28,4024	2.811.783	1.687.070	28.117.825
	totales por caso		11.649.932	6.357.357	94.735.249

Fuente: Elaboración propia.

En el caso del financiamiento de las obras extraprediales, las cuales constituyen la base de la presente evaluación (alternativa gravitacional o de impulsión), se han determinado como el valor actual neto (VAN) de los valores informados por la consultoría, en sus aspectos de carácter civil, al reconocer en esta última, el área que efectivamente puede ser satisfecha por el proyecto de riego.

Se ha considerado, que el período de pago de la inversión no deberá exceder de los 25 años de construidas las obras, y que de hacerse efectiva la participación del Estado, a través de los programas PROMM, existirá un período de gracia de 4 años, con una tasa de interés a aplicar equivalente a UF + 4,5% anual.

Se ha considerado como criterio general, que el Estado esta dispuesto a invertir en el proyecto, si a lo menos es capaz de recuperar, en promedio, aproximadamente el 50% de los montos invertidos, de modo tal que si se satisface la condición, el costo efectivo para los potenciales usuarios correspondería aproximadamente a la mitad del valor informado como valor de la cuota. De acuerdo a los estudios realizados, un alto porcentaje de los propietarios tiene la disposición e intención de pagar los costos asociados a las inversiones civiles.

7.2.6 Utilidad No Operacional

Se ha conceptualizado como Utilidad No Operacional (6), al diferencial que se produce entre los Ingresos No Operacionales (4) y los Costos No Operacionales (5).

7.2.7 Valor Residual

Con la finalidad de rescatar el valor de venta potencial de bienes de capital existentes al interior de las propiedades, se ha considerado incorporar al final del ciclo de evaluación, el Valor Residual (7) resultante del ejercicio.

7.2.8 Valor antes de Impuesto

Se ha conceptualizado el Valor antes de Impuesto (8), a la sumatoria de las Utilidades Operacionales (3) y las Utilidades No Operacionales (6), descontado el Valor Residual de bienes de capital (7).

7.2.9 Impuestos

Se ha procedido a determinar el monto de tributación, vía Renta Efectiva, antecedente que se incorpora como parte de la evaluación para cada uno de los Casos analizados.

Para dichos efectos, se ha procedido a tomar como fuente bibliográfica, la Operación Renta - Año Tributario 2002 (correspondiente a los ingresos del año 2001), determinando en primera instancia los requisitos que deben cumplir los agricultores para hacer efectiva la tributación vía Renta Presunta, y por defecto, la tributación vía Renta Efectiva.

Se ha recurrido al desarrollo de la tabla de cálculo del Impuesto Global Complementario que se muestra en el Cuadro N° 7.18.

Como resultado de incorporar este impuesto, y descontarlo de las utilidades calculadas, se ha determinado la Utilidad Neta después de Impuesto (10).

7.2.10 Ingreso Neto

Con la finalidad de reconocer el Ingreso Neto (13) que caracteriza al sistema, se ha procedido a reincorporar la Depreciación (11) y el Valor Residual (12) de los bienes de capital.

Cuadro N° 7.18
Tabla de Cálculo del Impuesto Global Complementario

Renta Neta Global		Factor	Cantidad a Rebajar
Desde	Hasta		
0,00	3.422.880,00	exento	exento
3.422.880,01	10.268.640,00	0,05	205.372,80
10.268.640,01	17.114.400,00	0,1	718.804,80
17.114.400,01	23.960.160,00	0,15	1.574.524,80
23.960.160,01	30.805.920,00	0,25	3.970.540,80
30.805.920,01	41.074.560,00	0,35	7.051.132,80
41.074.560,01	y más	0,45	11.158.588,80

Fuente: Elaboración propia.

7.2.11 Requerimientos de Capital

Como parte de la dinámica que caracteriza al flujo de inversiones y gastos operacionales anuales, se han identificado los requerimientos de capital.

En este sentido, los requerimientos de Capital de Trabajo se han conceptualizado como equivalentes al 40% de los egresos que afectan al Flujo de Beneficio Neto, para todas las situaciones evaluadas.

En el caso de los requerimientos de Capital para Inversiones Intraprediales (Riego, Infraestructura agroindustrial, etc), estas se han derivado de los antecedentes expuestos en la evaluación agroeconómica realizada.

En el caso de los requerimientos de Capital para el Pago de las Obras Civiles que se evalúan, los antecedentes se han derivado de los costos civiles y de una propuesta de pago realizada por el Consultor, sobre la base de una subvención diferenciada (propuesta por el Consultor) por tamaño predial y que se presenta en el Cuadro N° 7.19 “Caracterización de la Propuesta de Cuota de Pago de la Inversión de Obras (\$)”

Cuadro N° 7.19
Caracterización de la Propuesta de Cuota de Pago de la Inversión de Obras (\$)

Caso	Superficie	N° predios	Costo inversión \$/ha/año		Subsidio (%)
			no subsid.	subsidiada	
1	64,15	60	68.897	27.559	60%
2	141,90	53	68.897	34.448	50%
3	87,82	13	68.897	41.338	40%
4	87,82	13	68.897	41.338	40%
5	20,27	3	68.897	41.338	40%
6	94,05	5	68.897	48.228	30%
7	124,27	2	68.897	48.228	30%
8	184,53	5	68.897	48.228	30%
TOTAL	804,805	154	68.897	34.135	50,45%
Desglose del cálculo del costo unitario					
Costo de inversión total (\$)					743.269.332
Superficie de riego (ha)					804,805
Costo unitario por hectárea (\$/ha) (momento cero)					923.540
Años de gracia					4
Años de servicio de la deuda					25
Tasa de descuento (%)					4,50%
Costo unitario anual (\$/ha)					
					con gracia
					sub subsidiado
					sin gracia
					68.897
					34.761
					62.283
desglose de la cuota					
		sin interés	intereses	total	
parcial		43.978	24.919	68.897	
Total		1.099.452	622.963	1.722.415	
Cuota de Pago Propuesta					
		Caso			
		1	2	3	4
año 1 al 4 (interés)		9.967	12.459	14.951	14.951
año 5 al 25 (cuota)		17.591	21.989	26.387	26.387
interés Obras		11.951	31.385	106.616	83.666
Capital para Obras		33.043	86.775	294.781	231.327
Cuota de Pago Propuesta					
		Caso			
		5	6	7	8
año 1 al 4 (interés)		14.951	17.443	17.443	17.443
año 5 al 25 (cuota)		26.387	30.785	30.785	30.785
interés Obras		154.624	418.299	1.392.733	505.532
Capital para Obras		427.517	1.156.546	3.850.733	1.397.733

Fuente: Elaboración propia.

7.2.12 Flujo de Caja Neto

Finalmente, reconocidos los Ingresos Netos del sistema y los requerimientos de Capital de Trabajo e Inversiones, se ha procedido a calcular el Flujo de Caja Neto que caracteriza a cada Caso, evaluándose el Valor Presente Neto y el VAN resultante, al considerar una tasa promedio de captación bancaria (informadas por el Banco Central) de 5,24 %, para el período evaluado.

7.2.13 Conclusiones

Se concluye que los Flujos de Caja Netos resultantes para las alternativas evaluadas, y por ende la Capacidad de Pago, es positiva para la mayoría de los Casos analizados durante todo el período de evaluación, independiente de años asociados a los requerimientos de inversión.

Como conclusión general, y atendiendo exclusivamente al punto de vista financiero, no existen inconvenientes para que la generalidad de los agricultores se incorporen al proyecto, de acuerdo al esquema analizado.

7.3 Mano de Obra

La evaluación de la demanda de mano de obra agrícola a partir del patrón productivo determinado para las Situaciones Actual Normalizada y Con Proyecto, tiene como objetivo identificar el período de mayor requerimiento de jornales para ser comparados con la proyección poblacional del área de estudio. De este modo es posible conocer si existe o existirá déficit de mano de obra para satisfacer las necesidades de trabajo que genera la producción agrícola.

7.3.1 Demanda de Mano de Obra Agrícola

La mano de obra total demandada al interior del área del proyecto, se caracterizó a partir de antecedentes técnicos recopilados en terreno y procesados de acuerdo a las metodologías generales ya expuestas en capítulos anteriores (Fichas Técnicas Actual y Con Proyecto).

La desagregación de la demanda de mano de obra, corresponde a la exigida por el rubro agrícola, y las labores generales, entendiéndose por estas últimas, actividades que comprometen al predio en su conjunto y no se pueden asignar a ningún rubro en particular.

La caracterización realizada, reconoce la demanda anual por Caso analizado y su posterior proyección a toda el área del proyecto.

Para determinar el empleo de carácter permanente, se contempló reconocer el mes con una menor demanda de mano de obra para cada Caso (valor distinto de cero) y además contempla el requerimiento de mano de obra para las labores generales que es necesario realizar en cada predio las que dependen de los rubros dominantes y del tamaño total predial. El número de jornadas temporales, se determinó de acuerdo a la diferencia mes a mes con la base mínima permanente en cada Caso analizado.

Los empleos permanentes se han evaluado sobre 270 JH potenciales/año, mientras que los temporales se han caracterizado sobre 93 JH/año, al existir un promedio de 4 meses de trabajo temporal en el sector. El cálculo de jornadas hombre (JH) por año se realizó según se detalla a continuación:

Jornales Permanentes

+ 1 Año : 52 Semanas	= 312 días hábiles (lunes a sábado)
- Festivos al año	= 12 días
- Vacaciones	= 15 días
- Enfermedad, licencias	= 10 días
- Otras regalías	= 5 días
Total	= 270 días de trabajo potencial / año

Jornales Temporales

+ 4 meses	= 96 días hábiles (lunes a sábado)
- Festivos al año	= 3 días
Total	= 93 días de trabajo potencial / año

7.3.1.1 Demanda de Mano de Obra Agrícola en Situación Actual Normalizada

La demanda actual de mano de obra generada a partir de los antecedentes presentados en las Fichas Técnicas de los diferentes rubros existentes en el área del proyecto, se consigna en el Cuadros N° 7.20 para cada Caso y total sistema. En el Anexo 7.4 se presentan en detalle los valores de mano de obra mensual en forma unitaria, proyectada al Caso y al total del sistema.

La demanda total anual de mano de obra del sistema asciende a las 48.598,0 JH equivalentes a 441,6 personas. De este total 37.108,2 JH corresponden a mano de obra temporal y 11.489,7 JH a mano de obra permanente, lo que equivale a 399 trabajadores temporales y a 42,6 trabajadores de carácter permanente, en forma respectiva.

En cuanto a la distribución mensual de mano de obra, se puede apreciar en la Figura N° 7.2 que la mayor demanda del sistema ocurre entre los meses de junio y septiembre, meses en los cuales se presenta aproximadamente un 79,9% de los requerimientos de mano de obra anual. El mes de agosto presenta la mayor demanda de mano de obra anual, con un 23,8% de los requerimientos totales.

La distribución mensual de la demanda de mano de obra, se debe principalmente a que en los meses de junio y septiembre se concentran las cosechas de aceitunas. Esta distribución mensual, se presenta resumida en Cuadro N° 7.21, desagregada por rubro. En este caso no se incluye la demanda de mano de obra de las labores generales debido que como se señaló anteriormente, éstas no se pueden asignar a ningún rubro en particular.

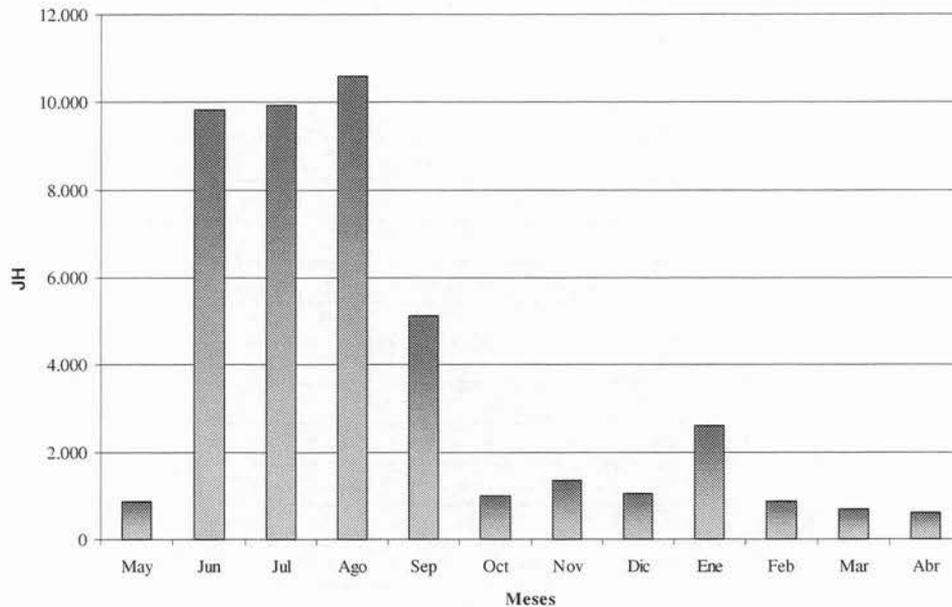
De los rubros productivos presentes en el área del proyecto, los frutales representan el mayor requerimiento de mano de obra, con un total anual de 43.894,2 JH lo que significa que este rubro está demandando un 98,8% del total de la mano de obra actual del sistema.

Cuadro N° 7.20
Requerimiento Total de Mano de Obra (JH y N° Trabajadores)
Situación Actual Normalizada

Rubro	Caso								Sistema
	1	2	3	4	5	6	7	8	
Hortalizas				258,5	271,9				530,5
Frutales	4.690,0	8.345,6	4.134,2	7.194,9		6.917,4	12.612,1		43.894,2
Total	4.690,0	8.345,6	4.134,2	7.453,5	271,9	6.917,4	12.612,1		44.424,7
Dda. Temporal	3.845,9	6.843,6	3.565,3	6.463,3	237,8	5.721,2	10.431,1		37.108,2
Dda. Permanente	1.656,7	2.785,3	1.005,4	1.435,1	80,4	1.529,7	2.433,1	564,1	11.489,7
<i>Lab. productivas</i>	844,1	1.502,0	569,0	990,2	34,1	1.196,2	2.180,9		7.316,5
<i>Lab. generales</i>	812,6	1.283,3	436,4	444,9	46,3	333,6	252,1	564,1	4.173,3
Demanda Total	5.502,5	9.628,9	4.570,6	7.898,4	318,2	7.250,9	12.864,2	564,1	48.598,0
Trab. Temporales	41,4	73,6	38,3	69,5	2,6	61,5	112,2		399,0
Trab. Permanentes	6,1	10,3	3,7	5,3	0,3	5,7	9,0	2,1	42,6
Total Trabajadores	47,5	83,9	42,1	74,8	2,9	67,2	121,2	2,1	441,6

Fuente: Elaboración propia.

Figura N° 7.2
Demanda Mensual de Mano de Oera (JH) - Situación Actual Normalizada



Fuente: Elaboración propia.

Cuadro N° 7.21
Requerimiento Total de Mano de Oera por Mes (JH)
Situación Actual Normalizada

Mes	JH por Rubro		Total	% Var.
	Hortalizas	Frutales		
May	124,9	740,2	865,1	1,9%
Jun	130,1	9.711,3	9.841,4	22,2%
Jul	3,9	9.935,0	9.938,9	22,4%
Ago	62,8	10.524,7	10.587,4	23,8%
Sep	11,8	5.120,8	5.132,6	11,6%
Oct	34,1	982,1	1.016,3	2,3%
Nov	11,8	1.315,5	1.327,3	3,0%
Dic	73,5	982,1	1.055,6	2,4%
Ene	46,8	2.440,4	2.487,2	5,6%
Feb	16,3	863,4	879,6	2,0%
Mar	10,4	671,8	682,3	1,5%
Abr	4,1	606,9	610,9	1,4%
Total	530,5	43.894,2	44.424,7	100,0%
%	1,2%	98,8%	100,0%	-

Fuente: Elaboración propia.

Nota: No se incluyen las JH de labores generales.

7.3.1.2 Demanda de Mano de Obra en Situación Con Proyecto

a. Mano de Obra Agrícola

Reconociendo el incremento y establecimiento de nuevas superficies de cultivos, con demandas de mano de obra optimizadas, se contempla establecer los criterios de evaluación, con el fin de reconocer el período de régimen del proyecto.

Lo anterior, es especialmente válido en las especies frutales, las cuales presentan un período de retardo en alcanzar las máximas producciones, y por lo tanto, la máxima demanda de mano de obra.

Lo expuesto, se ve afectado al internalizar el criterio de integración tecnológica, concepto que verifica la cantidad de superficie que se desarrolla cada año, y que se traduce en que simultáneamente pueden existir superficies de un mismo rubro, con diferentes niveles de producción.

De este modo se considera que en el año 18 del proyecto se produce la integración total y la demanda de mano de obra se tiende a estabilizar, manteniéndose relativamente constante hasta el año 30 del proyecto. Si bien los Casos 6 al 8 logran su integración total al año 12, se estableció que la evaluación de los requerimientos de mano de obra se realizara al año 18, que corresponde al año de integración de los Casos 1 y 2 con la finalidad de obtener valores de demanda que sean comparables entre los distintos Casos analizados.

De acuerdo al patrón de cultivos propuesto para la Situación con Proyecto (Mano de obra valorada en Fichas Técnicas Situación con Proyecto), en el Cuadro N° 7.22 se consignan los valores de demanda de mano de obra anual temporal y permanente proyectada para los distintos Casos y total sistema y en el Anexo 7.4 se presenta en detalle dicha información.

La demanda total anual de mano de obra del sistema asciende a las 142.707,8 JH equivalentes a 1.350,9 personas. De este total 116.664,1 JH corresponden a mano de obra temporal y 26.043,7 JH a mano de obra permanente, lo que equivale a 1.254,5 trabajadores temporales y a 96,5 trabajadores de carácter permanente, en forma respectiva.

Cuadro N° 7.22
Requerimiento Total de Mano de Obra (JH y N° Trabajadores)
Situación Con Proyecto

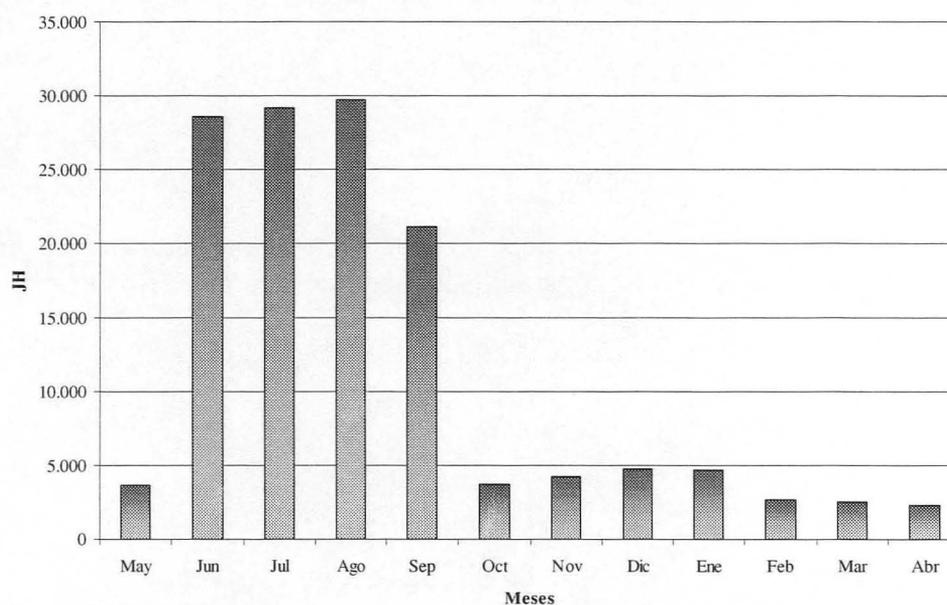
Rubro	Casos								Total Sistema
	1	2	3	4	5	6	7	8	
Flores		320,7	359,0						679,7
Hortalizas	4.847,9	1.122,8			3.206,0	548,7		1.076,6	10.802,1
Frutales	4.562,5	18.797,0	15.111,3	14.848,7		15.997,9	23.216,0	33.336,2	125.869,6
Total	9.410,4	20.240,5	15.470,2	14.848,7	3.206,0	16.546,6	23.216,0	34.412,8	137.351,3
Dda. Temporal	6.177,6	17.922,8	12.806,4	12.073,6	2.253,0	14.462,9	20.506,0	30.461,9	116.664,1
Dda. Permanente	4.135,6	3.743,6	3.287,3	3.410,7	1.019,2	2.560,2	3.130,3	4.756,8	26.043,7
<i>Lab. Productivas</i>	3.232,8	2.317,7	2.663,9	2.775,1	953,0	2.083,7	2.710,1	3.951,0	20.687,2
<i>Lab. Generales</i>	902,8	1.425,9	623,5	635,6	66,1	476,5	420,2	805,8	5.356,5
Demanda Total	10.313,2	21.666,4	16.093,7	15.484,3	3.272,1	17.023,1	23.636,3	35.218,7	142.707,8
Trab. Temporales	66,4	192,7	137,7	129,8	24,2	155,5	220,5	327,5	1.254,5
Trab. Permanentes	15,3	13,9	12,2	12,6	3,8	9,5	11,6	17,6	96,5
Total Trabajadores	81,7	206,6	149,9	142,5	28,0	165,0	232,1	345,2	1.350,9

Fuente: Elaboración propia.

En cuanto a la distribución mensual de mano de obra, se puede apreciar en la Figura N° 7.3 que la mayor demanda del sistema ocurre entre los meses de junio y septiembre, meses en los cuales se presenta aproximadamente un 79,1% de los requerimientos de mano de obra anual. El mes de agosto presenta la mayor demanda de mano de obra anual, con un 21,6% de los requerimientos totales. Esta distribución mensual coincide con lo señalado para la Situación Actual Normalizada, debido a que para la Situación Con Proyecto el olivo sigue siendo el principal rubro presente en el área de estudio.

La distribución mensual de mano de obra, se presenta en detalle en el Cuadro N° 7.23, desagregada por rubro, para la Situación Con Proyecto.

Figura N° 7.3
Demanda Mensual de Mano de Oera (JH) - Situación Con Proyecto



Fuente: Elaboración propia.

Cuadro N° 7.23
Requerimiento Total de Mano de Oera por Mes (JH)
Situación Con Proyecto

Mes	JH por Rubro			Total	% Var.
	Cultivos	Hortalizas	Frutales		
May		2.155,3	1.526,9	3.682,2	2,68%
Jun		655,3	27.959,5	28.614,8	20,83%
Jul	21,5	327,0	28.862,2	29.210,6	21,27%
Ago	11,9	964,7	28.702,7	29.679,3	21,61%
Sep	104,5	663,6	20.398,9	21.167,0	15,41%
Oct	82,0	1.001,2	2.694,3	3.777,5	2,75%
Nov	211,8	726,8	3.330,6	4.269,2	3,11%
Dic	173,2	1.203,9	3.418,2	4.795,2	3,49%
Ene	20,4	978,2	3.691,2	4.689,7	3,41%
Feb	11,2	887,7	1.816,2	2.715,2	1,98%
Mar	40,6	706,4	1.768,1	2.515,1	1,83%
Abr	2,7	531,9	1.701,0	2.235,5	1,63%
Total	679,7	10.802,1	125.869,6	137.351,3	100,0%
%	0,5%	7,9%	91,6%	100,0%	-

Fuente: Elaboración propia.

Nota: No se incluyen las JH de labores generales.

Considerando el Cuadro anterior, de los rubros productivos presentes en el área del proyecto, los frutales siguen representando el mayor requerimiento de mano de obra, con un total anual de 125.869,6 JH lo que significa que este rubro está demandando un 91,6% del total. En segundo lugar se encuentran las hortalizas con 10.802,1 JH (7,9%) y finalmente las flores con una demanda anual de 679,7 JH (0,5%).

b. Mano de Obra Red de Drenaje

Para la operación y mantención de la red de drenaje propuesta en la Situación Con Proyecto, se estima necesario la participación permanente de personas, distribuidas de la siguiente forma:

- Sector de Drenaje 1: 2 personas
- Sector de Drenaje 2: 1 persona
- Sector de Drenaje 3: 1 persona

c. Demanda Total de Mano de Obra en Situación Con Proyecto

De esta forma, la demanda total anual de mano de obra en el área de estudio para la Situación Con Proyecto, considerando la demandada por las labores agrícolas y por las obras de drenaje que se realizarán se detalla en el Cuadro N° 7.24.

Cuadro N° 7.24
Demanda de Mano de Obra Total (N° de Trabajadores)
Situación Con Proyecto

Demanda	Tipo de Trabajador		Total
	Temporal	Permanente	
Agrícola	1.254	96	1.351
Red de Drenaje		4	4
Total	1.254	100	1.355

Fuente: Elaboración propia

El sistema, en una Situación Con Proyecto, demandará un total anual de 1.355 personas, de las cuales 1.351 corresponden a las demandadas por la agricultura y 4 personas en total para la operación y mantención de la red de drenaje. Lo anterior, significa un crecimiento de aproximadamente 3 veces el número de trabajadores que se requieren en Situación Actual Normalizada.

7.3.2 Oferta de Mano de Obra

El área de proyecto se encuentra ubicada en parte de las comunas de Huasco y Freirina, III Región. De acuerdo a lo señalado en el Capítulo 3 del presente estudio, en base a la fuerza de trabajo presente en el área, se tiene que existe un total de 2.599 y 1.461 personas en la categoría de económicamente activa para las comunas de Huasco y Freirina, respectivamente. Esta población es para el año 1992, según datos del Censo de Población y Vivienda del mismo año (INE, 1992).

En el Cuadro N° 7.25, se presenta la población total comunal para el año 1992 y la proyección al año 2000, 2005 y 2019 que como se señaló anteriormente corresponde al año de estabilización del proyecto. Cabe señalar que los datos de población proyectados a los años 2000 y 2005, corresponden a proyecciones entregadas por INE (1998) por lo que para la determinación de la población al año 2019 se utilizaron las mismas tasas de crecimiento que permitieron a INE llegar a los valores anteriormente descritos.

Por otra parte, para la determinación de la población económicamente activa proyectada, se asumió una tasa constante igual a la de la población total comunal, a partir de los valores del año 1992.

Cuadro N° 7.25
Población Actual y Proyectada Total y Económicamente Activa
para las Comunas de Huasco y Freirina

Comuna	Año			
	1992	2000	2005	2019
Población Total				
Huayco	7.516	8.038	8.081	8.201
Freirina	5.221	5.643	5.692	5.829
Total	12.737	13.681	13.773	14.030
Población Económicamente Activa				
Huasco	2.599	2.780	2.794	2.836
Freirina	1.461	1.579	1.593	1.631
Total	4.060	4.359	4.387	4.467

Fuente: Elaboración propia en base a antecedentes de INE (1998).

Según el Cuadro anterior, para el año 2019 se estima una población total para las comunas de Huasco y Freirina de 14.030 personas, de las cuales 4.467 de ellas corresponderían a población económicamente activa. Esto implica un crecimiento poblacional del orden del 10% para la población existente en las comunas donde se inserta el área de estudio.

7.3.3 Balance de Mano de Obra

Para la Situación Actual Normalizada, el sistema demanda un total anual de 443 personas, por lo que de acuerdo a las proyecciones del Cuadro N° 7.25, no se presenta déficit de mano de obra.

En Situación Con Proyecto, el sistema crece en su demanda de mano de obra, por lo que el total anual es de 1.355 personas. En este contexto, la población económicamente activa residenciada en las comunas donde se inserta el área de proyecto alcanzaría a las 4.467 personas proyectadas al año 2019, por lo que tampoco se espera que exista déficit de personas para desarrollar las labores que demanda el proyecto agrícola propuesto.

Además, es importante hacer notar, que la III Región del país actualmente presenta uno de los índices de desempleo más altos a nivel nacional, por lo que cualquier proyecto de desarrollo que cree una demanda de mano de obra, genera beneficios sociales importantes para cualquier tipo de actividad.

7.3.4 Conclusiones

De acuerdo a lo expuesto en los puntos anteriores, se puede concluir que:

7.3.4.1 Situación Actual Normalizada

- De acuerdo a la población proyectada, no existe déficit de mano de obra en la actualidad para una demanda total de 443 personas.
- Los mayores requerimientos de mano de obra en Situación Actual Normalizada, se producen entre los meses de junio y septiembre con un 79,7% del total anual.
- Los frutales, principalmente el olivo, representan el rubro con la mayor demanda de mano de obra, con el 98,5% del total anual del sistema.

7.3.4.2 Situación Con Proyecto

- A igual que en la situación de análisis anteriormente señalada y de acuerdo a la población proyectada al año 2019, se estima que no existiría déficit de mano de obra para una demanda total de 1.355 personas.
- Los mayores requerimientos de mano de obra en, se producen entre los meses de junio y septiembre con un 79,1% del total anual, distribución muy similar a la de la Situación Actual Normalizada.
- Dentro de los frutales, el olivo sigue siendo el dominante y el rubro en general presenta la mayor demanda de mano de obra, con el 91,6% del total anual del sistema.

- Las obras de drenaje también generan demanda de mano de obra del tipo permanente, la que alcanza a un número de 4 personas por año.
- Finalmente, el patrón productivo propuesto para la Situación con Proyecto y las obras de drenaje que se implementarán, son generadores de empleo, tanto temporal como permanente, con un importante beneficio socioeconómico para la población residente al interior del área de proyecto.

CAPÍTULO 8

ORGANIZACIÓN DE USUARIOS EN COMUNIDAD DE DRENANTES

CAPÍTULO 8

ORGANIZACIÓN DE USUARIOS EN COMUNIDAD DE DRENANTES

CAPITULO 8

ORGANIZACIÓN DE USUARIOS EN COMUNIDAD DE DRENANTES

8.1 Introducción

De acuerdo a uno de los principales objetivos de la presente Consultoría, contar con una metodología de trabajo para la constitución de la Comunidad de Drenantes que acompañará el proceso de estudio, ejecución y operación de las obras propuestas, se presenta este capítulo con el fin, por una parte, de describir el contexto en el cual están insertos los programas y leyes relacionadas con las organizaciones de regantes y, por otra parte, de desarrollar un programa adecuado para la zona de estudio que permita organizar a los usuarios de las obras de drenaje.

- Se pretende, en términos generales, que la transformación que implica el proyecto “Estudio y Propuesta de Recuperación de Suelos con Mal Drenaje en el Sector Bajo del Huasco” dentro del área agrícola de la zona de proyecto, permita a los agricultores alcanzar niveles de competitividad adecuados que posibiliten su incorporación a los mercados agrícolas que se desarrollan actualmente en el país.
- Los estudios y metodologías de riego propuestas en el proyecto son vitales, ya que colaboran con la información, capacitación y difusión de materias técnicas y legales relacionadas con el riego, lo que tiene como finalidad mejorar la gestión de los recursos hídricos y fortalecer las organizaciones de usuarios de aguas.
- La creación de metodologías para formar comunidades de drenantes, toma importancia en función a las actuales bases del Código de Agua (1981) vigente en el país, ya que gran parte de los agricultores, especialmente los pequeños agricultores, quedan mayormente marginados frente a la opción de reasignación de los recursos hídricos, tanto por falta de recursos económicos como de información.
- Es importante, en base a los antecedentes generales que se presentarán a continuación, aclarar conceptos básicos en torno al proceso que involucra el recurso agua en los sistemas de riego extraprediales en nuestro país, y visualizar la problemática global que enfrentan los regantes con la legislación vigente, particularmente los pequeños agricultores, de manera de poder elaborar un plan organizacional de características adecuadas y particulares a los regantes del área de estudio.

8.2 Antecedentes Generales

Actualmente, la importancia de las organizaciones de regantes y usuarios de aguas, nace de la problemática que existe en el mundo frente a la escasez del agua y sus consecuencias.

A nivel mundial, el problema de escasez y contaminación del agua son cada vez mayores, considerando que, según datos de la FAO (1994), en 1990 existían más de 335 millones de

personas que vivían en países con niveles deficitarios de agua (<1.700 m³ de agua por persona al año), de los cuales 230 millones, correspondientes a 26 países, vivían con escasez aguda de agua (<1.000 m³ de agua por persona al año).

Este problema se agrava a futuro, estimando que mientras el agua es un recurso fijo, la población aumenta y, por lo tanto, la disponibilidad del recurso por persona se reduce. Además, si consideramos la responsabilidad con el medio ambiente y la conservación del recurso hídrico para que no se destruya, la gravedad del problema se incrementa aún más.

Entre los factores naturales que causan los problemas de escasez de agua, se pueden mencionar, las sequías, las precipitaciones concentradas y los cambios climáticos, mientras que entre las causas que dependen del comportamiento humano, se destacan el uso deficiente del agua, su desperdicio, la contaminación y la falta de reciclaje para su reutilización.

En definitiva, como consecuencia a la realidad que enfrenta el mundo en relación al recurso agua y su disponibilidad para el hombre, se hace necesario un cambio principalmente en las conductas y hábitos de racionalización del uso del agua como un acto de responsabilidad ambiental.

Por otra parte, el uso de agua en las distintas áreas de la vida, crea el sentido de aprovechar las aguas de manera responsable. En Chile, cada chileno utiliza unos 4.000 L/s de agua para regar y unos 900 L se reparten equitativamente entre la producción industrial, minería y uso doméstico. De este modo, el recurso agua tiene una notable importancia en los sectores de la agricultura, acuicultura, diferentes tipos de industrias, minería, turismo, hidroelectricidad, en las fuentes laborales, etc. (Peña, 2002).

En este sentido, en el área de la agricultura, se crea la necesidad de aprovechar adecuadamente las aguas de riego, por lo que surgen los sistemas de organización de los regantes y usuarios de aguas, quienes deben tener como objetivo primordial la optimización de la eficiencia en su uso.

Se estima que el agua utilizada en la agricultura es la más ineficientemente utilizada, ya que esta actividad utiliza alrededor de dos tercios de toda el agua apta para uso humano desperdiciando en este proceso cerca de un tercio de la cantidad utilizada. Por esta razón, y frente al problema de escasez progresivo antes planteado, se evalúan actualmente los sistemas para repartir el agua justamente junto con la necesidad de cobrar el valor que corresponde a su uso y multar a los contaminadores y a quienes la utilizan de mala manera con el fin de lograr su adecuada preservación y utilización.

8.3 Normas Jurídicas Generales y Antecedentes Básicos

8.3.1 Reseña Histórica de la Legislación de Aguas Terrestres en Chile

El régimen jurídico de las aguas siempre ha estado ligado con el régimen jurídico de la tierra. Desde los tiempos de la colonización, las tierras, y por lo tanto las aguas, eran de la Corona Española quien entregaba a los particulares una concesión llamada merced.

En el período de la Independencia, las mercedes de tierras pasaron a ser dominio absoluto e individual de los beneficiarios. De esta manera, pocas personas quedan como propietarios de grandes extensiones de tierra. Junto con esto, el sistema de los cauces naturales comenzó a regularse de acuerdo al Derecho Español.

Más tarde, en 1855, el Código Civil establece el concepto de dominio de la tierra, como uso, goce y disposición, por lo que se le da un carácter de bien económico determinado y transable.

Durante los años venideros se dictaron disposiciones especiales en relación a concesiones de mercedes de aguas de riego e inscripción de derechos. Hasta que en 1908 se dictó la Ley N° 2.139 que creó la Asociación de Canalistas, con el objetivo de aclarar la naturaleza jurídica de las aguas y regular algunos problemas relativos a aprovechamientos comunes.

La Constitución de 1925 deja establecido un concepto de “tierra-persona” del cual aparece la Ley N° 9.909 de 1951, considerada como el primer Código de Aguas. Este concepto empieza a modificarse hasta 1967, cuando se dicta la Ley de Reforma Agraria, la cual introduce el concepto de “función social de la propiedad” provocando cambios hasta 1973 e importantes modificaciones al Código de Aguas de 1951.

Este nuevo concepto adoptado entre 1951 y 1973, establece que “todas las aguas son bienes nacionales de uso público” y los dueños seguirán usándola en calidad de “titulares de un derecho de aprovechamiento”. Se establece que este derecho de aprovechamiento no se puede ceder ni comercializar y el agua con la tierra están íntimamente ligadas. Esta medida se adoptó principalmente con la finalidad de obtener un uso beneficioso y tasas de agua racionalmente determinadas por el Estado.

En 1980, con la promulgación de la Constitución Política, el Código de Aguas (1981) que rige actualmente y la derogación de la Reforma Agraria, se modifica nuevamente el sistema de régimen jurídico de las aguas. Se mantiene la idea que las aguas son bienes nacionales de uso público y los particulares tienen derechos de aprovechamiento sobre ellas, sin embargo, ahora estos derechos son considerados como una propiedad sobre este derecho por acto de administración, con los elementos de dominio: uso, goce y disposición. Es decir, lo que se modifica básicamente es que con esto aparece ahora el concepto de “agua-persona” separada de la tierra, por lo tanto, un titular de un derecho de aprovechamiento tiene el permiso de comercializar esta propiedad. Ya no es el Estado quien determina las necesidades de agua ni su uso racional, sino los particulares.

Este derecho, que rige actualmente, está garantizado por el Artículo 19 N° 24 de la Constitución Política del Estado, pero no es un derecho absoluto, sino que corresponde a la Ley determinar las limitaciones y obligaciones que corresponda. Estas, de acuerdo a su función social, las que incluyen todos los derechos de los ciudadanos, la seguridad nacional, la utilidad y salubridad públicas y la conservación del patrimonio ambiental.

De esta manera, comienza a crearse un “mercado del agua”, donde el titular de un derecho de aprovechamiento debe inscribirlo en un registro con el objeto de poder garantizarlo en el mercado como un bien económico más.

La importancia de conocer los antecedentes históricos de como se regulariza la legislación de las aguas, radica en que los derechos que se otorguen con base en el Código 1981 deben considerar los derechos que las personas adquirieron legítimamente en las leyes anteriores, considerando, además, que el Código actual considera mecanismos que permiten regularizar los derechos adquiridos anteriormente e inscribirlos de acuerdo al sistema actual.

8.3.2 El Medio Ambiente y el Recurso Hídrico

De acuerdo con la responsabilidad del Estado de determinar las limitaciones y obligaciones en el uso del agua, rige la Ley de Bases Generales del Medio Ambiente, que regula a través de la Ley N° 19.300 (1994) el derecho a vivir en un medio ambiente libre de contaminación, preservar la naturaleza y conservar el patrimonio ambiental.

Dentro de la legislación ambiental, se establece que el agua es uno de los recursos naturales que conforma el medio ambiente y, por lo tanto, condiciona la existencia y desarrollo de la vida, de tal forma que se debe prevenir y controlar su deterioro.

8.3.3 Código de Aguas

El Código de Aguas es el documento legal vigente, oficializado por el Decreto con Fuerza de Ley N° 1.122, del 29 de Octubre de 1981, que entrega las normas necesarias para mejorar la eficiencia del uso del recurso agua a través de las organizaciones de usuarios. Por esta razón, es muy importante que tanto los profesionales, técnicos y usuarios relacionados con el recurso hídrico tengan conocimiento de las normas establecidas y, por lo tanto, las herramientas básicas para lograr un óptimo funcionamiento de estas.

Fundamentalmente, las normas del Código de Aguas se refieren a los derechos de aprovechamiento de aguas (separados de la tierra), las Comunidades de Aguas, Asociaciones de Canalistas y Juntas de Vigilancia, como organizaciones de usuarios de aguas, y establece las condiciones para la construcción de ciertas obras hidráulicas y las funciones de la Dirección General de Aguas.

Este Código crea y releva la importancia de las Comunidades de Aguas, organizaciones que se han legalizado en gran parte del país por un gran número siguiendo la iniciativa de la Dirección General de Aguas.

8.3.4 Dominio de las Aguas

Según lo establece el actual Código de Aguas y como se mencionó anteriormente, “Las aguas son bienes nacionales de uso público y se otorga a los particulares el derecho de aprovechamiento de ellas...” (Art. 5). Por lo tanto, todas las aguas terrestres ubicadas dentro del territorio chileno son susceptibles de dominio, siendo el único titular de este derecho el Estado.

Según esto, el Estado este tiene la facultad de dar derechos de propiedad a los usuarios particulares, lo que consiste en el uso y goce de las aguas en conformidad a las reglas que establece el Código de Aguas.

En definitiva, según se establece en el Artículo N° 6 del Código de Aguas:

“El derecho de aprovechamiento sobre las aguas es de dominio de su titular quién podrá usar, gozar y disponer de él en conformidad a la Ley”

A partir de lo establecido por la Ley, los particulares tienen la facultad de constituir un derecho de aprovechamiento de aguas, con el fin de hacer uso de sus aguas y destinarlas a los fines que estimen necesarios dentro de la legislación.

8.3.4.1 Derecho de Aprovechamiento de Aguas

El derecho de aprovechamiento de agua, que entrega el poder de uso del agua a un particular, se caracteriza por:

- Derecho real (Artículo N° 6 del Código de Aguas)
- Derecho inmueble (Artículo N° 4 del Código de Aguas)
- Es un bien nacional de uso público (Artículo N° 5 y N° 6 del Código de Aguas)
- Se expresa en volumen por unidad de tiempo (Artículo N° 7 del Código de Aguas)
- Puede hipotecarse (Artículos N° 110 y N° 111 del Código de Aguas)
- Es divisible, independientemente del predio
- Se extingue por las causas y en la forma establecida por las leyes para todo tipo de derechos (Artículo N° 129 del Código de Aguas)
- Su ejercicio no es obligatorio ni está afecto a una finalidad ni cantidad determinadas
- Comprende la concesión de los terrenos de dominio público necesarios para hacerlo efectivo (Artículo N° 26 del Código de Aguas)

- Implica la facultad de imponer a otros particulares las servidumbres, término que se describirá más adelante, necesarias para su ejercicio (Artículo N° 25 del Código de Aguas)
- Su ejercicio puede trasladarse de un punto de extracción a otro (Artículo N° 163 del Código de Aguas)

La constitución de un derecho de aprovechamiento de aguas significa un derecho de tipo originario, es decir que solamente se puede adquirir a través de un acto de autoridad, o sea, mediante un procedimiento legal, técnico y administrativo ante el Estado.

El organismo estatal que lo otorga es la Dirección General de Aguas, quien entrega derechos de ejercicio de tipo permanente y eventual. El primero de ellos se entregan cuando las fuentes de abastecimiento no están agotadas, mientras que los eventuales se facultan en los casos en que el agua corresponde a un sobrante de un caudal matriz después de haber abastecidos los derechos de ejercicio permanente. Las aguas embalsadas no son objeto de derechos de ejercicio eventual.

Los particulares pueden incorporar a su patrimonio un derecho de aprovechamiento sobre las aguas de un cauce natural o artificial, o sobre las aguas subterráneas alumbradas de un predio para ser usadas de manera permanente o eventual. El procedimiento de incorporación puede ser de forma originaria o adquiriéndolo de otra persona por compra, donación y herencia, entre otros.

Una vez constituidos los derechos de aprovechamiento de aguas por acto de autoridad frente a la DGA, la posesión de estos se adquiere por la correspondiente inscripción en el Registro de propiedad de Aguas del Conservador de Bienes Raíces.

Se debe considerar que actualmente, esta manera de adquirir derechos de aprovechamiento de aguas es aplicable a las aguas subterráneas y sólo a algunos derechos superficiales (lagos y lagunas), ya que la mayor parte de estos ya han sido otorgados.

Los traspasos de derechos de aprovechamiento de aguas adquiridos en forma originaria o por otra persona, según la Ley establecida en el Código de Aguas siguen los procesos legales según el traspaso sea por sucesión, tradición o en forma originaria.

Por último, cabe destacar que en los casos cuando se inscriben derechos de aprovechamiento de aguas subterráneas es necesario definir el caudal que se va a explotar a través de una prueba de bombeo.

8.3.4.1.1 Distribución de los Derechos de Aprovechamiento de Aguas

Los derechos de aprovechamiento de aguas de los usuarios de cada fuente de agua se expresan como un porcentaje del total de aguas que escurren o se extraen de dicha fuente.

La suma de todos los derechos determina el caudal total nominal existente, la que debe quedar expresada en términos de volumen por unidad de tiempo, comúnmente, litros por segundo (L/s).

En el caso de los recursos superficiales, lo anterior se hace extensivo a las bocatomas de cada canal principal, así como a cada uno de sus canales derivados. Sin embargo, los recursos hídricos de los cauces son variables y dependen de su régimen hidrológico, lo que determina la variación de la disponibilidad de aguas frente a la relación de derechos de aprovechamiento.

Dado que tradicionalmente las aguas en Chile están entregadas en acciones o regadores, y no queda clara la proporcionalidad que debe ser aplicada a cada usuario en términos de volumen por unidad de tiempo, resulta imprescindible disponer de métodos de medición que permitan verificar la cantidad de agua que debe llegar a cada usuario conforme a derecho, tanto a nivel de organizaciones de usuarios como individualmente.

De ahí que sea de vital importancia la participación efectiva de cada usuario en las organizaciones existentes, tanto de hecho como de derecho, lo que permitirá perfeccionar la distribución de las aguas, cualquiera que sea la fuente de abastecimiento.

La cantidad de agua disponible en la fuente, por acuerdo, se distribuye en un determinado número de acciones.

La equivalencia de la acción en unidad de volumen por unidad de tiempo es variable durante la temporada de riego y depende del caudal disponible a la entrada de la fuente.

A cada usuario que extrae de una fuente natural, le corresponde un determinado número de acciones. Si el total de acciones repartidas entre los usuarios es menor que el total de acciones de la fuente, implica que existe disponibilidad de agua para construir nuevos derechos.

Por otra parte, para lograr un uso eficaz del agua de riego en los predios, es conveniente conocer la cantidad de agua que se dispone en los sistemas extraprediales e intraprediales.

Para determinar la cantidad de agua disponible se realizan mediciones mediante aforos de agua con el empleo de diferentes métodos, los cuales presentan una mayor exactitud, dependiendo de las condiciones en que se realicen las mediciones y las limitaciones de cada método. En general, los métodos de medición de aguas se basan en una relación área-velocidad o en el empleo de instrumentos o estructuras de aforo.

Los métodos de relación área-velocidad más comunes son el molinete y el flotador. Los instrumentos que se utilizan son: cronómetro o reloj, regla de medir, nivel y mira topográfica. Las estructuras de medidas más utilizadas son: canoa Parshall, vertederos y canoa de fondo plano.

8.3.4.1.2 Proceso de Adquisición de Derechos de Agua por Sucesión

La adquisición de los derechos de aprovechamiento de aguas por medio de la sucesión, ocurre por causa de muerte del propietario, quien transmite sus derechos a sus herederos.

Esta transmisión de derechos otorga a los herederos la posesión legal del derecho de aprovechamiento de aguas, por lo que pueden usarlo y actuar en las organizaciones de usuarios.

Este procedimiento se rige por el Código de Aguas, Artículo N° 114, N° 6, donde se indica que si los derechos están inscritos, es obligación practicar la inscripción de la posesión efectiva, la inscripción del testamento, si lo hay, la inscripción especial de herencia y la inscripción de la adjudicación del derecho.

En caso que los derechos no estén inscritos, los herederos serán los titulares del derecho de aprovechamiento de aguas, y deberán proceder a la regularización de la inscripción.

8.3.4.1.3 Proceso de Adquisición de Derechos de Agua por Tradición

Tradición se refiere a la entrega o traspaso, real o simbólico, de un derecho, en razón de una compraventa u otro acto jurídico.

Cuando los derechos ya están inscritos, este tipo de traspaso se hace mediante la inscripción del título o documento en que se acuerda la transferencia de dominio, al igual que si se tratara de cualquier otro bien.

En el caso en que los derechos no están inscritos, el nuevo titular adquiere la posesión al existir un título que le transfiere el dominio (contrato o donación). Igualmente, en este caso se debe regularizar el derecho para su inscripción.

8.3.4.1.4 Proceso de Adquisición de Derechos de Agua en Forma Originaria

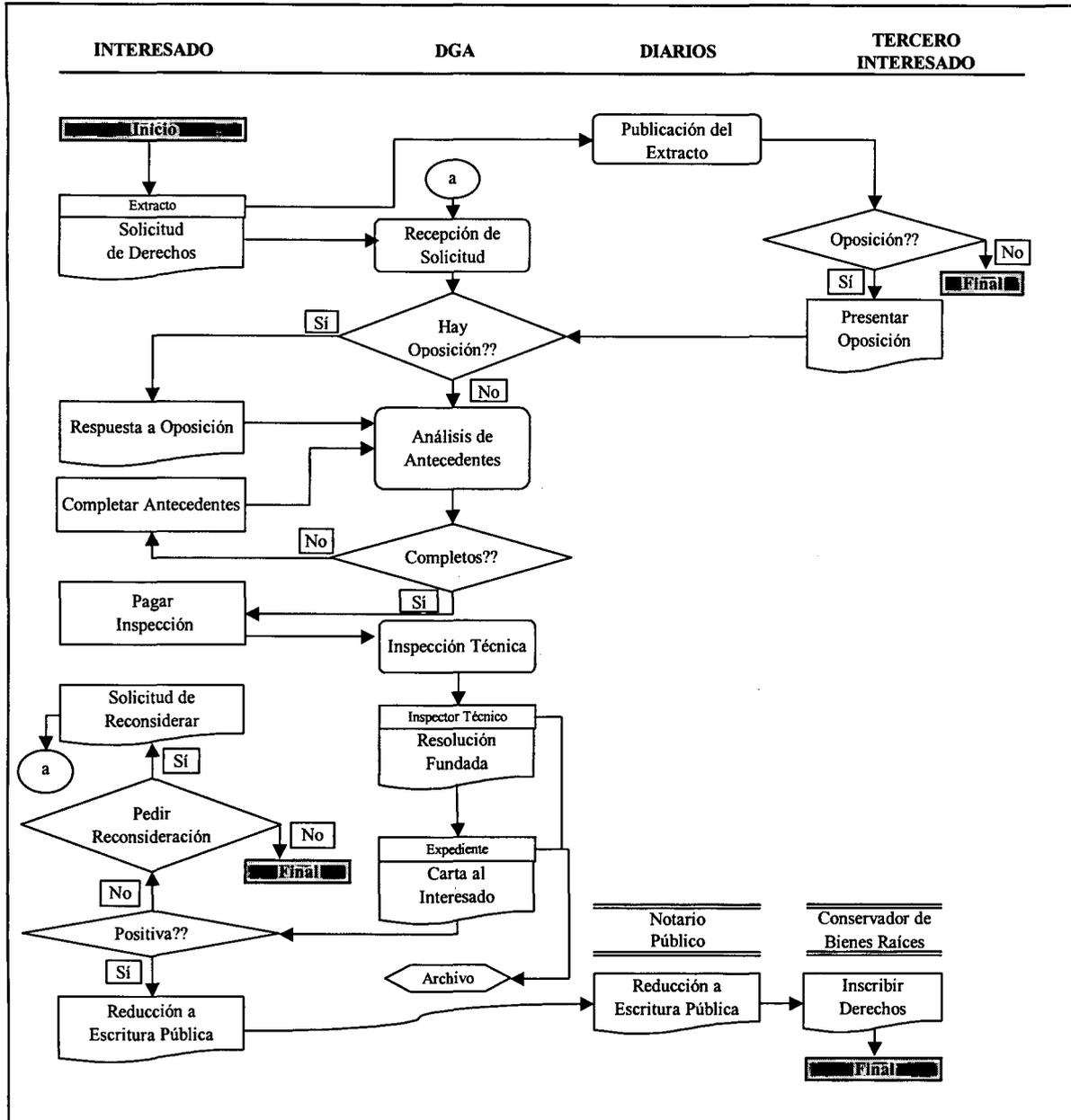
El proceso de adquisición de derechos de agua en forma originaria demora alrededor de 10 meses e involucra, a grandes rasgos, cuatro etapas:

- | | |
|----------------|--|
| <i>Etapa 1</i> | Preparación de expediente y presentación de la solicitud a la Dirección General de Aguas |
| <i>Etapa 2</i> | Publicaciones y respuestas a eventuales oposiciones |
| <i>Etapa 3</i> | Informe técnico de la Dirección General de Aguas |
| <i>Etapa 4</i> | Reducción a escritura pública e inscripción en el Conservador de Bienes Raíces |

En el flujograma que se presenta a continuación, se detallan los pasos a seguir en la tramitación de derechos de aprovechamiento de aguas que recaen sobre las aguas superficiales y subterráneas.

Las solicitudes son dirigidas al Director General de Aguas en las oficinas de parte de la Dirección General de Aguas de la provincia en que se encuentra ubicado el punto de captación de las aguas que se desean aprovechar. En caso de no existir tal oficina las solicitudes se entregan ante el Gobernador provincial respectivo (DGA, 2002 e INDAP, 1998).

Flujograma Constitución de Derechos de Aprovechamiento de Aguas



Fuente: Manual Básico para Capacitación en gestión de Recursos Hídricos. INDAP, 1998.

8.3.4.1.5 Proceso de Regularización de Derechos de Aprovechamiento de Aguas

Existen otros procedimientos que se realizan ante la Dirección General de Aguas relacionados con los derechos de aprovechamiento de aguas. Entre estos, la regularización de los derechos.

Existen algunas disposiciones en los artículos transitorios del Código de Aguas que permiten regularizar algunas situaciones que se presentan, tales como personas que ya tienen un derecho de aprovechamiento o quienes desean regularizar el dominio de las aguas que usan inscribiendo sus derechos.

Existen tres tipos de regularización de los derechos de aprovechamiento:

- a. Derechos de aprovechamiento de aguas que alguna vez estuvieron inscritos o su existencia consta en alguna organización de usuarios
- b. Derechos de aprovechamiento de aguas extraídas individualmente de fuentes naturales y derechos que no están inscritos o lo están a nombre de una persona distinta de la que realmente los utiliza y actúa como dueño
- c. Derechos de aprovechamiento de aguas en predios expropiados y parcelas asignadas por la Reforma Agraria

El procedimiento para la regularización de derechos de aprovechamiento de aguas sigue la misma estructura que la indicada para la solicitud de derechos de aprovechamiento de aguas descrita en el ítem 4.3.1.3 y detallada en el Flujograma. Sin embargo, difiere en el tipo de antecedentes que se deben presentar en la solicitud de regularización en cada uno de los tres casos, así como también en algunos requisitos indispensables exigidos (DGA, 2002).

Por otra parte, existen algunas situaciones en las cuales no es necesaria la regularización de los derechos de aprovechamiento de aguas, por lo que es posible utilizarlas sin la necesidad de contar con el permiso o autorización de la Dirección General de Aguas. Estas situaciones corresponden a:

- Uso de aguas lluvia que caen o se recogen en un predio de propiedad particular, mientras no caigan a cauces naturales de uso público
- Uso de aguas lluvias que corren por un camino público
- Uso de aguas que corresponden a vertientes que nacen, corren y mueren dentro de un mismo predio
- Uso de derrames que escurren en forma natural a predios vecinos
- Uso de aguas provenientes de drenajes

- Uso de riberas de lagos menores no navegables, de lagunas y de pantanos situados dentro de una sola propiedad
- Uso de aguas subterráneas, para la bebida y uso domésticos
- Uso de aguas halladas durante las labores de minería dentro de pertenencias mineras, mientras se conserve el dominio sobre la concesión respectiva y sólo en la medida necesaria para la explotación y laboreo (INDAP, 1998).

8.3.4.1.6 Proceso de Traslado del Ejercicio de Aprovechamiento de Aguas

Según se mencionó anteriormente, el ejercicio de un derecho de aprovechamiento de aguas puede trasladarse de un punto de extracción a otro, procedimiento que, según se establece en el Artículo N° 163 del Código de Aguas, deberá efectuarse mediante la autorización de la Dirección General de Aguas.

El traslado del ejercicio de este derecho, corresponde el llevar a cambiar el derecho de un lugar a otro, es decir, que las aguas que se captaban desde un punto, pasan a aprovecharse desde otro, debiendo necesariamente abandonarse el anterior.

El trámite que se realiza ante la autoridad pertinente (DGA), al igual que en los casos anteriores, sigue la misma estructura de las cuatro etapas descritas para la adquisición de derechos de agua en forma originaria (ítem 4.3.1.3), sin embargo, difieren en los antecedentes presentados en la solicitud de traslado, los cuales involucran, entre otros, la ubicación del punto de captación y lugar donde se desea trasladar.

Este trámite realizado ante la dirección General de Aguas, así como todos los anteriores, es gratuito, salvo que de conformidad a lo señalado en el Artículo N° 135 del Código de Aguas, la Dirección estimase realizar inspección ocular, en cuyo caso determinará la suma que el interesado deberá consignar para cubrir los gastos de esta diligencia (DGA, 2002).

8.3.4.1.7 Otros Procedimientos Legales Relacionados con los Derechos de Aprovechamiento de Aguas

a. Hipoteca del Derecho de Aprovechamiento de Aguas

Según se establece en el actual Código de Aguas, el derecho de aprovechamiento de aguas puede hipotecarse, independiente del inmueble al cual su propietario los tuviese destinados.

En tanto, los derechos de aprovechamiento de aguas no inscritos sólo pueden hipotecarse conjuntamente con el inmueble al que están adscritos.

La hipoteca es otorgada por escritura pública e inscrita en el Registro de Hipotecas y Gravámenes de Aguas del Conservador de Bienes Raíces respectivo. Normalmente, se hacen en el mismo momento y documento en que se contrae la deuda (INDAP, 1998 y Código de Aguas, 1981).

b. Construcción o Modificación de Obras

En general, tanto para aguas superficiales y subterráneas, se requiere en algunos casos la autorización de la Dirección General de Aguas para construir o modificar obras. Estos casos son:

- Pozos para uso múltiple (riego, minero, industrial), excepto los de uso doméstico
- Embalses de capacidad superior a 50.000 m³ o cuyo muro tenga más de 5 metros de altura
- Acueductos que conduzcan más de 2 m³/s
- Acueductos que conduzcan más de 0,5 m³/s, que se proyecten próximos a zonas urbanas y cuya distancia al extremo más cercano del límite urbano sea inferior a 1 km
- Sifones y canoas que crucen cauces naturales

Cabe destacar que los servicios dependientes del Ministerio de Obras Públicas quedan exentos de cumplir estos trámites y deberán remitir los proyectos de obras a la Dirección General de Aguas exclusivamente para su conocimiento, informe e inclusión en el Catastro Público de Aguas (Artículo N° 294).

Las normas de constitución del derecho de aprovechamiento de aguas subterráneas se aplican a los pozos y sus aguas, procedimiento administrativo que tiene ciertas diferencias respecto a las aguas superficiales.

Las diferencias más importantes aplicadas a las aguas subterráneas corresponden a:

- Para construir un pozo es necesario solicitar previamente al Director General de Aguas la certificación de que el pozo a construir se ajusta a las normas sobre exploración y explotación de aguas subterráneas
- En caso que el pozo sea para postular a los subsidios de fomento a la inversión en obras de riego y drenaje, la autorización para la perforación del pozo debe ser solicitada por el interesado al Director de Obras Hidráulicas de la Región correspondiente con certificado de la Dirección General de Aguas, de que las obras se ajustan a las normas correspondientes
- Para explotar o utilizar las aguas subterráneas deberá el interesado, previamente, constituir el derecho de aprovechamiento respectivo

- Solamente se podrá constituir el derecho de aprovechamiento sobre aguas subterráneas cuya disponibilidad haya sido comprobada a través de una prueba de bombeo, supervisada por la DGA.
- Existen áreas de protección para la construcción de pozos establecidas por el Código de Aguas. Es importante saber que no es posible constituir el derecho de aprovechamiento sobre un pozo que se encuentre en un área de protección o a menos de doscientos metros de distancia de otras captaciones subterráneas, cuyos derechos estén debidamente reconocidos o constituidos.
- No es posible constituir derechos de aprovechamiento de aguas subterráneas en zonas cercanas a afloramientos o vertientes, si ello perjudicase los derechos de terceros (INDAP, 1998 y Código de Aguas, 1981).

c. Cambio del Punto de Captación de Aguas Subterráneas

La figura jurídica del cambio de punto de captación de aguas subterráneas es muy parecida a la del traslado del ejercicio de derechos de aprovechamiento, y su objetivo es similar. Así, la diferencia fundamental existe entre ambas figuras, es que una resulta aplicable solamente en aguas superficiales (traslado del ejercicio), en cambio la otra dice relación con aguas subterráneas.

El Artículo N° 33 de la resolución N° 186 de 1996 dice que la Dirección General de Aguas podrá autorizar el cambio del punto de captación de derechos de aprovechamiento de aguas subterráneas en un mismo acuífero, siempre que exista disponibilidad del recurso, que no se perjudiquen derechos de terceros y que se respeten las disposiciones contenidas en esta resolución (Código de Aguas, 1981).

8.4 Organizaciones de Usuarios de Aguas

Las organizaciones de usuarios de aguas son entidades que se encargan de:

- Administrar las fuentes de agua y las obras a través de las cuales éstas son extraídas, captadas y/o conducidas
- Construir, explotar, conservar y mejorar las obras de captación, acueductos y otras que sean necesarias para el aprovechamiento y beneficio común
- Distribución de las aguas de cauces naturales o canales matrices entre los titulares de los derechos
- Resolver conflictos entre sus miembros y entre éstos y la organización

Se destaca que las actividades de las organizaciones de usuarios tienen distintos objetivos a los de las comunidades de drenaje, las cuales son una excepción, ya que el objetivo de estas es el de mantener, operar y reponer las obras de drenaje, administrar los costos que esto implica y conducir adecuadamente estas aguas y sus excesos a una fuente natural u otra, sin perjudicar a terceros.

Respecto a las obras que dependen de las organizaciones de usuarios se destacan las captaciones de aguas superficiales, donde se distinguen bocatomas, elevaciones mecánicas, obras de control (compuertas y decantadores) u obras de distribución (marcos partidores y cajas de distribución).

Las organizaciones de usuarios de aguas pueden o no tener personalidad jurídica y su actividad esta reglamentada por el Código de Aguas. En este Código se establece que “si dos o más personas tienen derechos de aprovechamiento en las aguas de un mismo canal o embalse, o usan en común la misma obra de captación de aguas subterráneas, podrán reglamentar la comunidad que existe como consecuencia de este hecho, constituirse en Asociaciones de Canalistas o en cualquiera sociedad, con el objeto de tomar las aguas del canal matriz, repartirlas entre los titulares de derechos, construir, explotar, conservar y mejorar las obras de captación, acueductos y otras que sean necesarias para su aprovechamiento. En el caso de cauces naturales podrán organizarse como Junta de Vigilancia”.

Según el Código de Aguas, aunque permite asociaciones de cualquier tipo, establece principalmente cuatro tipos de organizaciones de usuarios de aguas. Tres de estas se integran por titulares de derechos de aprovechamiento de aguas y corresponden a:

- Comunidades de Aguas
- Juntas de Vigilancia
- Asociaciones de Canalistas

El caso en que los beneficiarios no necesariamente son titulares de derechos de aprovechamiento de aguas o usuarios del agua, y corresponde a:

- Comunidades de Drenaje

Cabe destacar que las organizaciones de usuarios están automáticamente formadas desde el momento en que existen dos o más personas que tienen derechos de aprovechamiento de aguas de un mismo canal o embalse, o usan en conjunto la misma captación de aguas subterráneas. Desde ese momento pasan denominarse “comunidad de hecho” o “comunidad no organizada”.

8.4.1 Comunidades de Aguas

La Comunidad de Aguas es una organización de usuarios que distribuye el recurso de acuerdo a los derechos de aprovechamiento que poseen los usuarios en cada una de las obras que les son comunes. El funcionamiento de la Comunidad de Aguas debe ser equitativo y respetuoso respecto a todos los integrantes actuando de acuerdo a los derechos de aprovechamiento legalmente establecidos de cada uno de ellos (INDAP, 1998).

Las Comunidades de Aguas se clasifican en Comunidades No Organizadas o Comunidades de Hecho y Comunidades Organizadas.

- Comunidades No Organizadas. No están formal y legalmente organizadas de acuerdo a Ley, por lo que no tiene atribuciones para imponer ciertos acuerdos en forma obligatoria a sus miembros.
- Comunidades Organizadas. Formadas formal y legalmente, según lo establece el Código de Aguas, por dos o más usuarios titulares de derechos de aprovechamiento de aguas que utilizan agua de la misma captación, conducción y distribución. Se forman voluntariamente, por interés de todos los miembros y judicialmente, por voluntad de mínimo un miembro interesado.

8.4.2 Asociaciones de Canalistas

Las Asociaciones de Canalistas son organizaciones de regantes con personalidad jurídica que tienen como objetivo repartir el agua entre sus miembros de acuerdo a lo que le corresponde a cada uno según sus derechos de aprovechamiento. Estas organizaciones, por lo general, tienen buena información sobre el agua que corresponde a cada cual, ya que tienen toda la historia del uso del agua.

La constitución de la Asociación y la determinación de sus estatutos se hace por escritura pública firmada por todos los titulares de derechos de aprovechamiento de aguas que usan en común la misma obra de captación o el mismo canal o embalse (INDAP, 1998).

8.4.3 Juntas de Vigilancia

Las Juntas de Vigilancia son organizaciones constituidas por personas naturales o jurídicas que aprovechan aguas de cauces naturales de una misma cuenca u hoya hidrográfica.

El objetivo de este tipo de organización es administrar y distribuir las aguas a que tienen derecho sus miembros en los cauces naturales, explotar y conservar las obras de aprovechamiento común.

Además, podrán construir nuevas obras relacionadas con su objetivo o mejorar las existentes, con autorización de la Dirección General de Aguas (Código de Aguas, 1981).

Entre otras labores que cumple la Junta de Vigilancia y su Directorio, se destacan:

- Vigilar que la captación de aguas se haga por medio de obras adecuadas
- Declarar escasez de las aguas del cauce natural que administre y, en este caso, fijar las medidas de distribución extraordinarias con arreglo a los derechos establecidos y suspenderlas
- Mantener al día la matrícula de los canales

Según el Código de Aguas, se establece que el total de los derechos de aprovechamiento constituidos en la Junta de Vigilancia, se dividen en acciones, las cuales son distribuidas entre los interesados en proporción a sus derechos (Código de Aguas, 1981).

8.4.4 Comunidades de Obras de Drenaje

Las Comunidades de Obras de Drenaje corresponden a un grupo de personas, dos o más, que aprovechan obras de drenaje o desagüe en beneficio común.

El objetivo de estas organizaciones es la mantención, operación y reposición de las obras de drenaje, así como también enfrentar los costos que esto implica.

Los drenajes o sistemas de drenajes son todos los cauces naturales o artificiales que son colectores de aguas que se extraen con el objeto de recuperar terrenos que se inundan periódicamente, desecar terrenos pantanosos o vegosos y deprimir niveles freáticos cercanos a la superficie.

Las Comunidades de Obras de Drenaje se pueden organizar de la misma forma que las Comunidades de Aguas, esto es, extrajudicialmente, mediante escritura pública suscrita por todas las personas beneficiarias de la obra de drenaje y otra judicial. Esta última requiere un acto jurídico y administrativo complejo, que comprende desde la revisión técnica y jurídica de los antecedentes presentados, hasta su anotación en el Libro Registro de Comunidades de Obras de Drenaje (DGA, 1999). El proceso judicial se hace ante un juez de la comuna en que se encuentre ubicado cualquiera de los predios del desagüe.

Los beneficiarios de los sistemas de drenaje corresponden a las personas que los utilizan para desaguar sus propiedades y quienes aprovechan las aguas provenientes del mismo. Estas mismas personas, como integrantes de la Comunidad de Obras de Drenaje, son los responsables obligatorios de mantener los cauces u obras que constituyen el sistema de drenaje, acorde con lo establecido por la Ley (Código de Aguas, 1981).

Por otra parte, los beneficiarios de este tipo de organización tienen derecho a un voto por cada hectárea que posean afectas a este sistema, salvo que ellos mismos acuerden otra cosa.

La Comunidad de Obras de Drenaje es administrada por un Directorio nombrado por la Junta General de Comuneros (comuneros con derecho a voto), el cual tendrá los deberes y atribuciones que determinan los Estatutos. Sin embargo, siempre es la Junta General de Comuneros la primera autoridad y el órgano base.

Todos los asuntos más importantes que interesen a la Comunidad deben resolverse en asamblea general de comuneros.

8.5 Estado Actual de las Organizaciones de Usuarios en el Área de Estudio

A partir de las visitas a terreno, se ha podido evaluar el tipo de organización que tienen los agricultores del área de estudio en lo relacionado al aprovechamiento y sistemas de manejo y distribución del agua de riego.

Actualmente, en la zona de estudio existen organizaciones de tipo legal y de hecho. Entre estas están:

- Junta de Vigilancia Provisional del Río Huasco. Organización de hecho que se encarga de administrar y distribuir las aguas del río Huasco. Este río no tiene Junta de Vigilancia constituida legalmente, sin embargo, desde comienzos de siglo han existido organizaciones que en el tiempo han tenido como objetivo administrar el cauce del río Huasco y sus afluentes.

La actual organización, legalmente constituida, y equivalente a la Junta de Vigilancia Provisional, es la "Asociación de Canalistas del Río Huasco y sus Afluentes". Sus estatutos constan de la escritura pública de fecha 19 de noviembre de 1948, que según su artículo 1º corresponde a una corporación formada "con el objeto de repartir el agua del río Huasco y sus afluentes hasta la desembocadura del río Huasco al mar, como también el agua de las lagunas grande y Chica, ubicadas en la cordillera, entre los canales con derecho a ella y conservar y mejorar los acueductos de aprovechamiento común asociados".

Esta organización, con oficina en Vallenar, esta constituida por un Directorio integrado por un Presidente y ocho Directores. Estos directores se distribuyen según las secciones del río y corresponden a:

Primera sección	Don Héctor Páez Barraza
Segunda sección	Don Horacio Gaytán Arcos
Tercera sección	Don Daniel Llorente González
	Don Nelson Meneses Díaz
	Don Ignacio Franco Murria

Cuarta sección Don Mauricio Santelices Escala
 Don Guillermo González Grey
 Don Homero Callejas Molina

Además, dentro del personal encargado de la organización, se cuenta con una secretaria ejecutiva, Sra. Elba Páez, un repartidor jefe, Sr. Francisco Torres Campillay y, finalmente, un celador por sección.

La organización involucra un total de 303 canales.

- Comunidades de Agua, constituidas legalmente, de los canales que están dentro del área de estudio. Estas corresponden a:

Comunidad de Agua Canal San Juan
Comunidad de Agua Canal García Campusano
Comunidad de Agua Canal Lo Castillo
Comunidad de Agua Canal Madariaga
Comunidad de Agua Canal El Pino
Comunidad de Agua Canal La Cachina
Comunidad de Agua Canal Bellavista
Comunidad de Agua Canal Freirina
Comunidad de Agua Canal Olivar

Los dos canales restantes involucrados en el área de estudio (Mirador y las Tablas) no tienen constitución legal de Comunidad de Aguas.

Los administradores de cada Comunidad de Agua para cada canal son:

Canal San Juan	Sin información
Canal García Campusano	Don Manuel Cortés
Canal Lo Castillo	Don Roberto Bruzzone
Canal Madariaga	Don Samuel Vallejos
Canal El Pino	Don Manuel González
Canal La Cachina	Don Camilo González
Canal Bellavista	Don Homero Callejas
Canal Freirina	Don Sebastián Callejas
Canal Olivar	Don Sebastián Callejas

- Comunidad de Obras de Drenaje Las Tablas, la cual no está constituida legalmente y solamente presenta el acta de constitución.

Su presidente es Don Gregorio González y los Directores son: Don Daniel González, Oriel González y Homero Villalobos

Estas personas se reúnen en la Junta de Vecinos de Las Tablas para organización.

Actualmente están trabajando en un proyecto bonificado por la Comisión nacional de Riego para la construcción de obras que beneficia a 87,8 ha y a 17 personas.

8.6 Metodología de Trabajo de la Comunidad de Drenantes

Cumpliendo con uno de los principales objetivos de este capítulo, indicar una metodología para la formación de organizaciones y específicamente de Comunidades de Drenantes, ha sido necesario a través de todo el período de desarrollo del proyecto, tanto mediante las visitas a terreno y reuniones con los agricultores, como con los antecedentes obtenidos a partir de los datos bibliográficos del área de estudio y las encuestas en terreno, poder conocer y evaluar las características sociales, técnicas y económicas en que se desenvuelven los agricultores de la zona, información con la que será posible estimar y proyectar alternativas de desarrollo futuro y ver la posibilidad de implementar diferentes técnicas productivas, administrativas y de gestión, tal como la presencia y adecuado funcionamiento de una Comunidad de Drenantes que permita una óptima eficiencia en el aprovechamiento de la obra de drenaje a realizar.

Se determinaron las características de suelo, clima, patrones productivos, mercados, etc. del área de estudio. Esta información, junto con las posibilidades técnicas óptimas a implementar en la alternativa de desarrollo con proyecto, será la que se transfiera a los agricultores para que estos puedan adquirir los conocimientos y hacer un uso acorde con el incremento en el nivel técnico alcanzado.

Esta información será entregada principalmente a los líderes comunitarios que integren la Comunidad de Drenantes, de manera que a través de ellos la información técnica se transfiera y propague a toda la Comunidad.

Por otra parte, las reuniones con los agricultores que tuvieron los profesionales que desarrollan la Consultoría, sirvieron para evaluar a los agricultores y poder esquematizar la metodología de trabajo con relación al tipo y número de líderes dentro de la Comunidad, y también respecto al número de unidades funcionales y su distribución en toda el área de estudio.

8.6.1 Reuniones con los Beneficiarios de la Obra de Drenaje y Elección de Líderes

Los profesionales realizaron 8 reuniones con los agricultores a través del desarrollo de la Consultoría. Estas ocho reuniones se han diferenciado de acuerdo a los temas a tratar. La descripción de cada una de ellas se presenta a continuación:

Primera Reunión

Correspondiente a una reunión de presentación e informativa del proyecto, la cual se realizó el 8 de noviembre de 2001 antes del comienzo de la Consultoría, en la sede de la Junta de Vecinos de Las Tablas. Esta reunión estaba dirigida a todos los agricultores del área de estudio, sin embargo, asistieron solamente 5 agricultores de la zona de estudio,

más el Presidente de la Junta de Vecinos como apoyo, Sr. Luis Herrera, la SEREMI de agricultura de la III Región, Sr. Luis Mancilla, y su asesora Sra. Marcela del Solar, y la persona representante de la Comisión Nacional de Riego, Sra. Julia Toro.

Los agricultores asistentes fueron:

- Oscar Ocaranza
- Antonia Villalobos
- Benjamín González
- Gregorio González
- Daniel González

Los profesionales a cargo de la consultoría que participaron en la reunión corresponden a: Leonardo Machuca y Raúl Carrasco.

Segunda Reunión

La segunda reunión se realizó el 19 de noviembre de 2001 y contó con la asistencia, solamente, del Sr. Gregorio González, quien había sido el nexo de comunicación al resto de los agricultores.

A esta reunión solamente asistieron profesionales de la Consultoría a cargo del estudio, Leonardo Machuca, Rodrigo Alemany, Raúl Carrasco y Ramón Leva.

Debido a la casi nula participación de los agricultores del área de estudio, la reunión fue suspendida y el tema postergado para la próxima ocasión. Sin embargo, el tema que se trataría correspondía a la presentación del proyecto e introducción al tema de las organizaciones de drenantes, aclarar conceptos básicos, entablar las bases y recopilar antecedentes y opiniones de las personas.

Tercera Reunión

Con fecha 10 y 11 de enero de 2000, se realizó la tercera reunión a los agricultores del área de estudio. Aquí hubo mayor participación de la gente, por lo que se hicieron dos grupos de trabajo, uno en Huasco Bajo en oficinas del cuartel de bomberos y el otro en la localidad de Los Loros en la sede la Junta de Vecinos.

En esta oportunidad la convocatoria para la reunión no se hizo a través de una persona “nexo” sino que directamente a cada uno de los agricultores involucrados dentro el área de estudio, trabajo que fue realizado por los profesionales de la Consultora.

Los agricultores que participaron fueron, en Huasco Bajo:

- Héctor Portilla
- Miguel Zuleta
- Julio Cereceda
- Katia González
- Gregorio González
- Sonia González
- Sara Cisternas

En la reunión realizada en Los Loros asistieron:

- Eustaquio Hurtado
- Mario Astudillo
- Ana Hurtado
- Juan Castillo
- Ana Suma
- Víctor Cárdenas

En esta oportunidad se contó con la asistencia de la Sra. Julia Toro y Sr. Juan Pablo Schuster de la CNR.

El tema de la reunión deriva de la reunión anterior que fue suspendida, “presentación del proyecto e introducción al tema de las organizaciones de drenantes”. En esta oportunidad se entregó un folleto con los objetivos y alcances de la Consultoría.

Cuarta Reunión

Reunión llevada a cabo el 21 y 22 de febrero de 2002, se realizó en el cuerpo de bomberos de Huasco Bajo contando con la participación de un agricultor, el Sr. Héctor Portilla.

A pesar de la difusión directa a algunos agricultores de interés, una vez más, debido a la escasa participación de la gente, la reunión fue suspendida y aplazada para la próxima vez.

El tema que se iba a tratar en esta reunión correspondía a las organizaciones de drenantes y al “reconocimiento y consecuencias del mal drenaje en suelos agrícolas”.

Quinta Reunión

Se realizó el 4 y 5 de marzo en la sede social de la Junta de Vecinos de Huasco Bajo.

Se contó con la participación de la CNR (Sra. Julia Toro), los profesionales responsables del estudio y un agricultor del área de estudio, Don Aris Jeraldo, a pesar de la difusión radial para promover la asistencia e invitaciones personalizadas que se llevaron a cabo en esta oportunidad.

El tema a tratar derivaba de la reunión anterior, por lo que se le informó al único asistente respecto al tema de organizaciones de drenantes y “reconocimiento y consecuencias del mal drenaje en suelos agrícolas”, además de los objetivos del proyecto.

Sexta Reunión

Esta reunión se efectuó los días 15 al 19 de abril y se hizo tres grupos de trabajo, es decir, una reunión por día en distintos lugares del área de estudio, una en Huasco Bajo, otra en Las Tablas y otra en Los Loros.

En esta ocasión se invitó personalmente a los agricultores entregándoles un tríptico con información del proyecto en estudio y del funcionamiento general de los subsidio al fomento en la inversión de riego y drenaje de la Ley 18.450 administrada por la Comisión Nacional de Riego. Este tema fue tratado junto con el de organizaciones de drenantes, tema principal por el cual se han ejecutado las diferentes reuniones, y los problemas de mal drenaje que afectan a la zona.

Los asistentes a estas reuniones, según el lugar donde se realizó, fueron las siguientes personas:

En Huasco Bajo:

- Héctor Portilla
- Hugo Lutz
- Aris Jeraldo
- Katia González
- Belia Vásquez

En Las Tablas:

- Tomás Escobar
- Oscar Ocaranza
- Antonia Villalobos
- Benjamín González
- Daniel González
- César González
- Luis Herrera

En Los Loros:

- Mario Astudillo
- Eustaquio Hurtado
- Roberto Bruzzone
- Ramón Hurtado
- Juan Castillo

- Felisa Corrotea
- Ana Suma
- Guillermo Cárdenas
- Víctor Cárdenas

Séptima Reunión

Esta reunión se efectuó los días 29 y 30 de mayo, se continuó con los tres grupos de trabajo, es decir, Huasco Bajo, Las Tablas y Los Loros.

Sobre la base de inasistencia de personas, se invitó a las personas asistentes a reuniones anteriores en forma personal.

Se trató en primer lugar el tema del Proyecto de Drenaje propuesto por la Consultoría, las etapas de trabajo en el futuro y opciones de financiamiento principalmente. En segundo lugar se trató sobre los problemas de salinidad, y como reducir los daños a los cultivos. Finalmente se redondeó el tema de organización de Comunidad de Drenantes que ha sido tratado en todas las reuniones.

Los asistentes a estas reuniones, según el lugar donde se realizó, fueron las siguientes personas:

En Huasco Bajo:

- Aris Jeraldo
- Mario Olea
- Héctor Portilla
- Ismael González S.
- Julio Tamblay
- Gregorio González
- Belia Vásquez
- Raúl Guerra
- Cesar González

En Las Tablas:

- Tomás Escobar
- Oscar Ocaranza
- Luis Sagua A.
- Daniel González
- José González
- Luis Herrera

En Los Loros:

- Alex Astudillo
- Eustaquio Hurtado
- Antonio Hurtado
- Guillermo Cárdenas
- Luis Escobar
- Víctor Cárdenas

Octava Reunión

Esta reunión se efectuó entre los días 2 y 4 de julio, y tuvo como único objetivo entregar los últimos antecedentes del Proyecto de Drenaje. Se entregaron los Boletines Técnicos N° 2 y 3, titulados, “Salinidad de los Suelos y Técnicas de Recuperación” y “Comunidades de Obras de Drenaje”, respectivamente, los que estaban pendientes de la reunión anterior.

Se continuo con los tres grupos de trabajo en Huasco Bajo, Las Tablas y Los Loros.

Los asistentes a estas reuniones, según el lugar donde se realizó, fueron las siguientes personas:

En Huasco Bajo:

- Aris Jeraldo
- Héctor Portilla
- Gregorio González
- Belia Vásquez
- Raúl Guerra
- Cesar González
- Héctor Moyano Iriate
- Marlene Ibañez Vásquez
- Santiago Rojas G.
- Juan González Santander
- Wilson González Portilla

En Las Tablas:

- Oriel Benjamín González
- Oscar Ocaranza
- Luis Herrera

En Los Loros:

- Alex Astudillo Cárdenas
- Eustaquio Hurtado Cárdenas
- Guillermo Cárdenas Valderrama
- Víctor Cárdenas Donoso
- Daniel Barraza Cárdenas
- Olga Zenteno Tabali
- Ramón Hurtado Cárdenas
- Emilio Hurtado Cárdenas
- Ramón Hurtado Ossandon
- Juan Castillo Hidalgo

Todos los Boletines y trípticos entregados a los agricultores durante las reuniones efectuadas se presentan en el Anexo 8.

En general, el tema de las organizaciones de usuarios, específicamente, de comunidades de obras de drenaje se apuntó a desarrollar temas, tales como, bases legales, metodologías de funcionamiento, participación de los agricultores y lugares de reunión y de información de las actividades. En general, todos los temas que abarcan el proceso desde la implementación hasta el funcionamiento y mantención a través del tiempo de las comunidades de drenantes formadas.

Cabe destacar, además, que en todas las charlas que se hicieron a los agricultores, se trataron temas adicionales a la organización de regantes, principalmente, reconocimiento y consecuencia del mal drenaje en suelos agrícolas, manejo del riego y salinidad, comercialización, Ley N° 18.450 de fomento a inversiones de riego y drenaje, y temas reaccionados con el proyecto (trazado de drenes colectores, alternativas productivas, etc.), entre otros.

Estas actividades adicionales de extensión, se acordaron con los agricultores y la Comisión Nacional de Riego en la primera charla técnica efectuada con los agricultores, al fin de enriquecer este proceso de transferencia.

Como conclusión, en todas las reuniones llevadas a cabo antes y durante el desarrollo de la Consultoría, se puede decir que la participación de la gente fue bastante baja a pesar de la extensa y directa convocatoria que se les hizo a los agricultores. Debido a esta baja participación no fue posible hacer extensa la transferencia de información técnica hacia toda el área de estudio.

En este sentido se destaca el sector de Huasco Bajo, donde la inasistencia fue la más elevada debido al bajo interés de participación social generalizado por parte de la gente.

Sin embargo, cabe destacar que en la labor de invitación personal a los agricultores fue posible captar el elevado interés por parte de ellos respecto al mejoramiento del mal drenaje y, por ende, de la productividad.

A partir de las personas que sí asistieron a las reuniones, es posible decir a modo de diagnóstico, que los agricultores necesitan de apoyo profesional para la transferencia tecnológica, la que estaría enfocada en entregar la base para la implementación y mantención de una comunidad de obras de drenaje. Lo anterior a pesar de que se estima que los agricultores sí son capaces de formar organizaciones de este tipo, tal como lo ha demostrado la Comunidad de Obras de Drenaje de Las Tablas.

En base a las reuniones, también fue posible reconocer algunas personas líderes debido, principalmente, a que siempre han formado parte de la directiva de otras organizaciones, son líderes sociales dentro de la comunidad y tienen una personalidad acorde como guías grupales.

Las personas que fueron reconocidas como líderes y que se proponen con el objetivo de formar parte de los grupos directivos y ser nexos entre la directiva y el resto de la comunidad, tanto en las etapas de implementación del proyecto como en las posteriores, corresponden a:

- Víctor Cárdenas
- Roberto Bruzzone
- Luis Herrera
- Gregorio González
- Héctor Portilla
- Julio Tamblay

En general, todas las personas propuestas como líderes de las organizaciones tienen actualmente alguna responsabilidad en alguna organización social de su localidad, por ejemplo, Víctor Cárdenas es Presidente de la Junta de Vecinos, Roberto Bruzzone es presidente del canal Castillo, Héctor Portilla es tesorero del canal La Cachina y Julio Tamblay es Consejal de la comuna Huasco.

Se destaca que el Sr. Luis Herrera no tiene terrenos dentro del área de estudio, sin embargo, fue incluido dentro del grupo de líderes ya que él es el presidente de la Junta de Vecinos de Las Tablas y ejerce un rol organizativo de importancia en la zona de estudio, así como también de convocatoria de las personas.

8.6.2 Bases para la Constitución en Comunidad de Drenantes

Para formar una Comunidad de Drenantes, será necesario, además de la constitución de hecho o independiente de ésta, seguir el proceso legal correspondiente con la normativa vigente de acuerdo a lo establecido en el Código de Aguas. Esto, tanto para las nuevas organizaciones que se propondrán a continuación, como para la ya formadas por un grupo de personas en la localidad de Las Tablas.

Las Comunidades de Drenantes propuestas para el área de estudio se organizará por escritura pública suscrita por todos los titulares de derechos que se conducen por la obra común.

Se propone la formación de 3 Comunidades de Obras de Drenaje, de acuerdo a las localidades existentes dentro del área de estudio: Los Loros, Las Tablas, Huasco Bajo.

Se aclara que para la formación de la Comunidad de Drenaje Las Tablas que se propone, se considera la suma las personas de la Comunidad de Drenaje Las Tablas ya existente más el resto de los agricultores de la localidad que actualmente no participan en ella.

Además, se propone que la Comunidad de Drenantes Los Loros funcione, en términos administrativos, junto a la Comunidad de Aguas del Canal Lo Castillo, ya que es el único canal que riega la zona. Esto significa, principalmente, que el Directorio sería el mismo.

A partir de esto, se define que el número de personas que constituirán las Comunidades y las superficies beneficiadas serán de:

Comunidad de Drenantes Los Loros	23 beneficiados	172,06 ha.
Comunidad de Drenantes Las Tablas	39 beneficiados	208,4 ha.
Comunidad de Drenantes Huasco Bajo	92 beneficiados	419,41 ha.

Se propone, de acuerdo al proyecto en estudio, que las obras de drenaje corresponderán, según cada Comunidad a:

- Comunidad de Drenantes Los Loros

Sistema de drenes colectores entubados con una longitud de 5.586 m, con 28 cámaras de observación, y una Boca de Salida.

- Comunidad de Drenantes Las Tablas

Sistema de drenes colectores entubados con una longitud de 8.010 m, con 40 cámaras de observación, y dos Bocas de Salida.

- Comunidad de Drenantes Huasco Bajo

Sistema que combina 15.498 m de drenes colectores entubados y 2.480 m de zanjias colectoras abiertas, con 77 cámaras de observación, y cinco bocas de salida.

El Juez del lugar en que esté ubicado cualquiera de los predios de desagüe declarará la existencia de la Comunidad y fijará los derechos de los comuneros.

Declarada por el Juez la existencia de la Comunidad, en un comparendo con todos los beneficiarios, y fijados los derechos de los comuneros, se elegirá el Directorio. En este caso, se proponen solamente los líderes de cada una de las Comunidades de acuerdo a las reuniones realizadas, mientras que los constituyentes de la directiva serán propuestos por los mismos agricultores según votación. De esta manera, para la Comunidad de Drenantes Los Loros se propone a Don Víctor Cárdenas y Don Roberto Bruzzone, para la Comunidad de Drenantes Las

Tablas a Don Patricio Orellana y Don Gregorio González y para la Comunidad de Drenantes Huasco Bajo se propone a Don Héctor Portilla y a Don Julio Tamblay.

Llevado todo este proceso en acuerdo con todos los integrantes de la Comunidad de Drenantes formada, todos los acuerdos y resoluciones establecidas en el comparendo serán notificados públicamente de acuerdo al Artículo N° 188 del Código de Aguas y en forma ordinaria indicada en el Código de procedimiento Civil.

Se destaca que las personas interesadas que no hayan asistido al comparendo, a la escritura pública o no se les haya asignado lo correspondiente, podrán presentar sus reclamos posteriormente en juicio sumario.

En definitiva, la Comunidad de Drenantes se entenderá organizada por su registro en la Dirección General de Aguas. Es importante tener presente que sólo después de efectuado el registro se entenderá organizada la Comunidad de Drenantes y, en consecuencia, se puede practicar la inscripción en el Conservador de Bienes Raíces.

Se describen a continuación los antecedentes necesarios que debe contener la escritura de organización de la Comunidad de Drenantes.

- Nombres, apellidos y domicilios de los comuneros
- Nombre, domicilio y objeto de la comunidad
- Nombre de las obras que se realizarán y que están sometidas a su jurisdicción
- Nombre y ubicación de los predios o establecimientos involucrados en las obras de drenaje
- Bienes comunes
- Número de miembros que formarán el Directorio
- Atribuciones que tendrá el directorio o los administradores, fuera de las que confiere la Ley
- Fecha anual en que debe celebrarse la Junta General Ordinaria
- Otros pactos que acuerden los comuneros

El domicilio de la Comunidad será el que acuerden los interesados por mayoría de votos.

Se destaca que el costo de estos procedimientos son de cargo del interesado.

Finalmente, la inscripción de las Obras de Drenaje deberá contener las siguientes menciones:

- Nombre y domicilio de la comunidad
- Obras de drenaje sometidas a su jurisdicción
- Superficie involucrada en la obra de drenaje
- Notaría y fecha de escritura de la constitución
- División de los derechos entre los comuneros

Cabe destacar que en la localidad de Los Loros, existe un alto porcentaje de predios que no corresponden a propiedades legalmente establecidas, sino que son mayormente sucesiones. Este sería un inconveniente para el proceso de legalización de la Comunidad de Drenantes, así como también una limitación en el caso de postular para acceder a los beneficios de la Ley 18.450.

8.6.3 Responsabilidades del Directorio de la Comunidad de Drenantes

Considerando que los asuntos de la Comunidad de Drenantes son tratados en la asamblea general de comuneros, guiada por un Directorio nombrado por la Junta General de Comuneros, máxima autoridad, a continuación se describen las materias más importantes a tratar en cada una de estas reuniones

- Elección del Directorio
- Acuerdo sobre el presupuesto de gastos y las cuotas que deben pagar los comuneros
- Pronunciamiento y decisión sobre aceptar o rechazar la memoria y la cuenta de inversión del Directorio
- Nombramiento de inspectores para el examen de cuentas
- Fijación de sanciones a los deudores morosos
- Cualquier materia que se proponga y sea de interés para la organización

8.6.4 Conclusiones

Una vez constituida la Comunidad de Drenaje y definidos los cargos y participación de los integrantes, se estima necesario hacer una descripción general de la metodología de trabajo que se llevará a cabo, en función a la Directiva, los agricultores o comuneros y los profesionales encargados de la transferencia tecnológica.

Según se dijo anteriormente, existirán 3 Comunidades de Drenantes de acuerdo a las 3 localidades del área de estudio, las cuales estarán constituidas por un total de 23, 39 y 92 beneficiados para las Comunidades de Los Loros, Las Tablas y Huasco Bajo, respectivamente.

Se propone una reunión al mes para los integrantes de la Directiva, quienes tratarán temas relacionados con las construcciones de las obras y su mantención y mejoramiento, además de proponer soluciones y medidas adecuadas respecto a las opiniones recogidas de la comunidad.

Por otra parte, se estima que una vez al año, como mínimo, todos los agricultores integrantes de las Comunidades se reunirán en Asamblea General, para discutir temas que necesiten votación y/u otros relevantes relacionados con las obras de drenaje y de su organización.

Se considera que el profesional responsable de la transferencia tecnológica debe asistir a todas las reuniones mensuales y anuales que se lleven a cabo, considerando que esta persona será un encargado permanente en el área de estudio.

Se destaca que cada Comunidad se organizará y desarrollará sus actividades independientes unas de otras.

Este sistema de funcionamiento, permitirá el óptimo aprovechamiento de la obra de drenaje y por ende, una mejor aplicación de tecnología que repercutirá en mayores producciones y de mejor calidad, logrando un mayor ingreso y mejor nivel de vida para la población.

CAPÍTULO 9

PARCELA MODELO

CAPITULO 9 PARCELA MODELO

El objetivo general de estas Parcelas Modelo es validar para un suelo drenado algunas prácticas de lavado y patrones de cultivos económicamente más rentables.

Como objetivos específicos se pretende traspasar los resultados obtenidos dentro de estas parcelas demostrativas a los agricultores del área de proyecto, de manera que puedan ser aplicados total o parcialmente de acuerdo a los requerimientos o necesidades que presenten en sus respectivos predios.

9.1 Ubicación del Ensayo

Las Parcelas Modelo se ubicaran en un predio representativo de cada sector a drenar.

9.2 Selección de Parcelas Modelos

Debido a que el diseño de drenaje fue realizado dividiendo el área de proyecto en tres sectores, separados principalmente por su distribución geográfica con relación al Río Huasco, la selección de las Parcelas Modelo siguió el mismo criterio, es decir, una por cada sector.

La selección de las Parcelas Modelo, esta basado en la representatividad de cada estrato dentro de cada uno de los tres sectores. Según la disponibilidad de superficie o especialización de los predios, se determinó la posibilidad de particionar la parcela de tal manera de dejar en un predio sólo las parcelas experimentales con frutales y en otro, las parcelas que incluye las hortalizas y los invernaderos.

Finalmente, de acuerdo a los criterios o parámetros mencionados anteriormente se escogieron los siguientes predios:

Cuadro N° 9.1
Predios Seleccionados para Parcelas Modelo por Sector de Drenaje

Sector	N° Rol	Propietario	Superficie (ha)	Tipo Parcela
1	141-2	Luis Callejas Z.	49,73	Olivos
1	142-7	Olga Callejas	10,74	Hortalizas - Invernaderos
2	102-14	José Castillo A.	5,65	Hortalizas - Invernaderos
2	102-2	Juan H. Bruzzone	5,15	Olivos
3	107-2	Benjamín González	27,24	Olivos – Hortalizas - Invernaderos

Fuente: Elaboración propia.

9.3 Patrón Productivo

De acuerdo a los patrones productivos presentados en el proyecto de desarrollo futuro para el área de estudio, las especies seleccionadas para cada una de las parcelas Modelo fueron:

Frutales

- a. Olivo: *Olea europea L. variedad de mesa*
Olea europea L. variedad aceitera
- b. Membrillo: *Cydonia oblonga Mill.*

Hortalizas

- a. Pepino de ensaladas: *Cucumis sativus L.*
- b. Tomate: *Lycopersicon lycopersicum L*

Invernaderos

- a. Pepino de ensaladas: *Cucumis sativus L.*
- b. Tomate: *Lycopersicon lycopersicum L*

Para el caso de los frutales las parcelas experimentales incluirán plantaciones establecidas, que se encuentran en plena producción y plantaciones nuevas, las cuales estarán en etapa de formación.

9.4 Esquema de las Parcelas Modelo

Las Parcelas Modelo se componen de parcelas experimentales independientes unas de otras por cuanto cada una de ellas tendrá una determinada característica, ya sea por el tipo de cultivo o su sistema de riego.

En el caso de los frutales existirán dos parcelas experimentales para olivos y dos para membrillos. Una regada con riego tecnificado y la segunda con riego gravitacional, en este caso por surcos.

Para las hortalizas se tendrá solamente una parcela experimental, la cual será regada por surcos.

Finalmente en el caso de los invernaderos también habrá dos parcelas experimentales, una para tomates y otra para pepinos, pero dentro de un mismo invernadero, las cuales serán regadas por cintas.

El diseño de las Parcelas Modelo se basará principalmente en el siguiente esquema general:

Figura N° 9.1
Esquema General Parcela Modelo

		<i>Riego Gravitacional</i>			<i>Riego Tecnificado</i>		
Frutales							
		<i>Trat.</i>					
Bloque 3		<i>Frutal</i> <i>A ó B</i>					
	Bloque 2						
	Bloque 1						
Hortalizas							
		<i>Trat.</i>					
Bloque 3		<i>H</i> <i>A</i>		<i>H</i> <i>B</i>			
	Bloque 2						
	Bloque 1						
Invernadero							
<i>Hortaliza A</i>				<i>Hortaliza B</i>			

9.4.1 Tamaño de las Parcelas

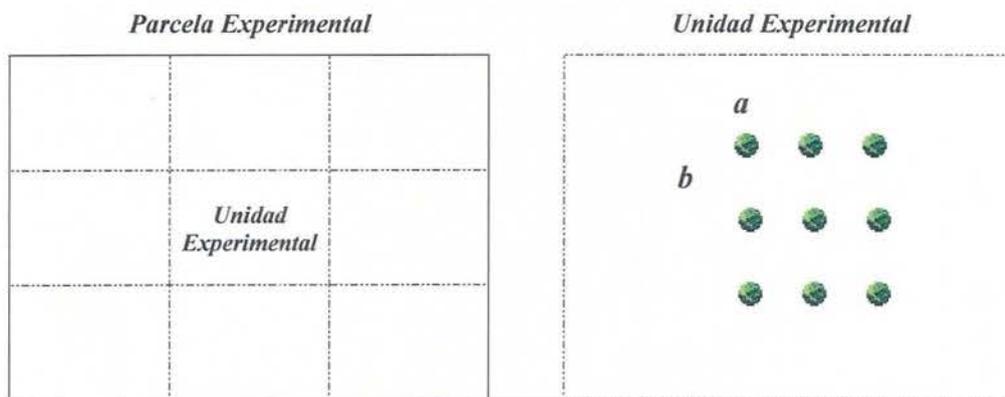
9.4.1.1 Parcela Experimental para Frutales

En los frutales ya establecidos, solamente se analizarán olivos, por cuanto plantaciones establecidas de membrillos prácticamente no existen, lo que hace difícil ubicar una por cada sector de drenaje. Como una alternativa a analizar para el caso de los membrillos, existen huertos mixtos con olivos y membrillos establecidos, los cuales podrían servir como parcela experimental.

La parcela experimental para los olivos tendrá una superficie de 8100 m^2 dado por 9 unidades experimentales de 900 m^2 , las cuales poseen 9 árboles con un marco de plantación de $10\text{m} \times 10\text{m}$

En las parcelas que tendrán árboles jóvenes el marco de plantación para los olivos y membrillos será de $6\text{m} \times 4\text{m}$ con 16 árboles por unidad experimental dando una superficie para ésta de 384 m^2 y de 3456 m^2 para las parcelas experimentales.

Figura N° 9.2
Esquema de una Parcela Experimental para Frutales



a: Distancia entre hilera

b: Distancia sobre hilera

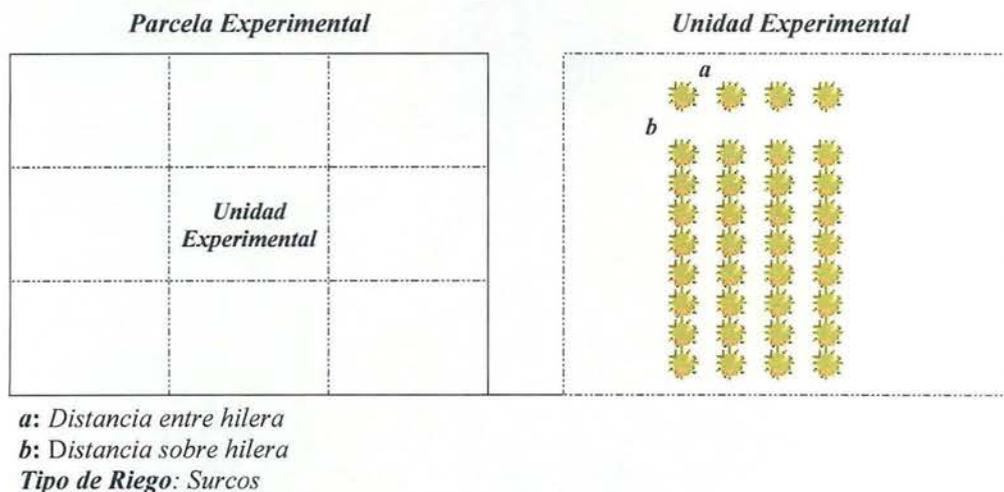
Tipo de Riego: Goteros y Surcos

9.4.1.2 Parcela Experimental para Hortalizas

Para el caso de las hortalizas, las parcelas experimentales tendrán un tamaño aproximado de 648 m^2 , dado por un largo de 18 m y un ancho de 36 m . Éstas a su vez estarán subdivididas en 3 unidades experimentales de menor tamaño por bloque. Estas unidades ocuparán una superficie de 36 m^2 , cuyo largo será de 6 m y el ancho de 6 m .

El tamaño de las unidades experimentales esta dado por el número de hileras y la cantidad de plantas sobre ella de las especies seleccionadas. En este caso se determinó para ambas especies al aire libre una distancia entre hilera de 1,5 m y sobre ella de 0,3 m. De esta manera cada unidad experimental tendrá 4 hileras con aproximadamente 20 plantas por cada una.

Figura N° 9.3
Esquema de una Parcela Experimental para Hortalizas



9.4.1.3 Parcela Experimental para Invernaderos

Para los invernaderos se utilizará un diseño tipo capilla con lucarna, el cual llevará polietileno como cubierta sobre una base de madera.

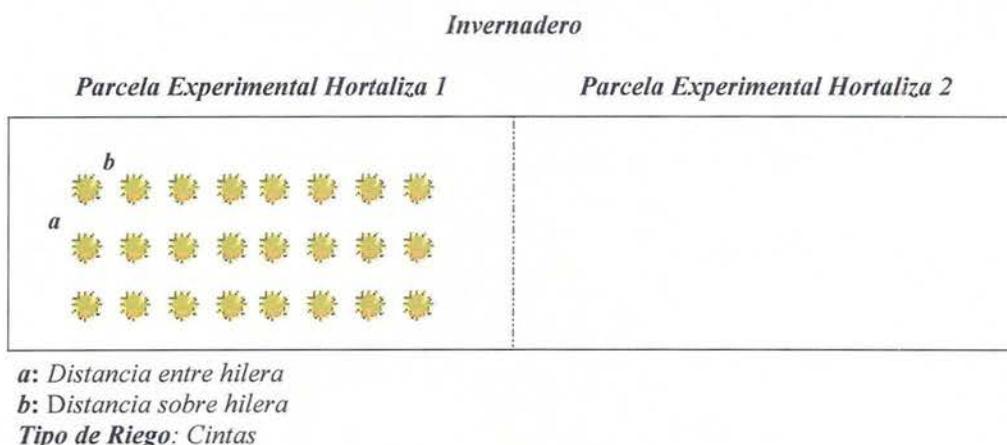
Para esta situación existirán dos parcelas experimentales por invernadero, las cuales no se subdividirán en unidades experimentales, debido al tamaño de éstos y la complejidad que esto involucra tanto en costo como en diseño.

La finalidad que consigue esta parcela experimental es comparar partiendo de una misma fecha de plantación el tiempo de desarrollo para las distintas etapas fenológicas del cultivo, rendimiento, calibre y peso de los frutos con respecto al mismo cultivo pero cultivado al aire libre, basados en el cálculo de medias, desviación estándar y otras variables estadísticas que puedan ser aplicadas.

El tamaño de los invernaderos será de 6 m de ancho por 40 m de largo con una superficie de 240 m². Dentro de éste se incluirán las dos especies seleccionadas ocupando cada una de ellas una superficie de 120 m². Los cultivos dentro invernadero serán regados por cintas.

Las distancias de plantación para ambos casos serán de 0,8 m de separación entre hilera y una distancia de 0,3 m sobre ella.

Figura N° 9.4
Esquema de una Parcela Experimental para Invernaderos



9.4.2 Pozos de Observación

Para determinar el estado del nivel freático en cada sector drenado se incluirán en las Parcelas Modelo pozos de observación, los cuales permitirán comprobar si el nivel freático se encuentra a la profundidad calculada y como se comporta en relación con el riego aplicado.

9.5 Diseño Estadístico

Para las parcelas experimentales se realizará un Diseño en Bloques Completos al Azar (DBCA), conformado por tres tratamientos y tres bloques o repeticiones. En el caso de existir pendiente en el área donde se realizará el ensayo, los bloques irán distribuidos en el sentido de ella.

En este tipo de diseño, los tratamientos se asignan aleatoriamente al grupo de unidades experimentales que corresponden a los bloques.

El objetivo de un DBCA consiste en mantener la variabilidad entre unidades experimentales dentro de un bloque tan pequeño como sea posible, y maximizar las diferencias entre bloques. De no existir diferencia entre los bloques el diseño no contribuye a la precisión para detectar las diferencias entre tratamientos.

Cada tratamiento es asignado el mismo número de veces a unidades experimentales dentro de un bloque, usualmente una vez; pero todos o ciertos tratamientos pueden repetirse dos o más ocasiones dentro de un bloque. Por regla general, es más eficiente tener una sola repetición de cada tratamiento por bloque. A fin de minimizar el error experimental, deben tomarse todas las precauciones para tratar las unidades experimentales dentro de un bloque lo más uniformemente posible.

Para el análisis estadístico se empleará un análisis de varianza y si existiesen diferencias significativas se hará una comparación múltiple de Duncan ($\alpha = 0,05$).

La prueba de Rango Múltiple de Duncan (RMD) es la más ampliamente utilizada entre las diversas pruebas de rango múltiple disponibles. Evita la comisión de errores inherentes al empleo indiscriminado de la prueba de Diferencia Significativa Mínima. La prueba de RMD es idéntica a la mencionada anteriormente para medias adyacentes de un arreglo ordenado, pero requiere valores progresivamente mayores para la significación entre medias, en la medida en que éstas se encuentran más ampliamente separadas en el arreglo.

La conformación de los tratamientos será la siguiente:

- **T1:** Tratamiento Testigo, corresponde al 100% de los requerimientos de lavados determinados en forma empírica de acuerdo a los antecedentes recopilados tanto en terreno como en la literatura.
- **T2:** Corresponde al 70 % de los requerimientos de lavados determinados para el tratamiento testigo.
- **T3:** Corresponde a un 30 % sobre los requerimientos de lavado determinados para el tratamiento testigo.

Figura N° 9.5
Esquema de un Diseño en Bloque Completo
al Azar con Tres Bloques y Tres Tratamientos

	<i>Unidad Experimental</i>	<i>Unidad Experimental</i>	<i>Unidad Experimental</i>
<i>Bloque 3</i>	<i>T_n</i>		
<i>Bloque 2</i>			
<i>Bloque 1</i>			

9.6 Materiales a Utilizar

9.6.1 Sistema de Riego

Para la aplicación del agua de riego en este ensayo, se diseñó un sistema de riego tecnificado, conformado por cintas y goteros. En los frutales, el agua se distribuye a través de una red de tuberías y será entregada a las plantas mediante goteros, dando un mojamiento en forma localizada, con un caudal de 4 L/hr. En el caso de los invernaderos el agua será entregada a las plantas mediante cintas de riego con un caudal aproximado de 2 L/m.

El control del tiempo de riego para los diferentes tratamientos se hará en forma manual mediante válvulas de bola y en una cantidad similar al número de tratamientos.

9.6.2 Pozos de Observación

Estos pozos serán de P.V.C hidráulico clase 4 de 63 mm de diámetro, los cuales irán perforados en su tercio inferior y recubiertos con una malla filtrante. En su parte superior llevarán un terminal He y una tapa gorro de P.V.C del mismo diámetro. Los tubos irán enterrados en unos hoyos realizados con un barreno agrológico a una profundidad de 2 m.

9.6.3 Huincha y Pie de Metro

Con la finalidad de seguir el crecimiento de los brotes y plantas se utilizará una huincha metálica. Por otra parte, el pie de metro se utilizará para medir el crecimiento de las aceitunas durante toda la temporada hasta su cosecha.

9.6.4 Almacigueras

Para las parcelas experimentales donde irán tomate y pepino, ya sea para invernadero o al aire libre, se utilizará el sistema almacigo-transplante. Es por este motivo que se deberán habilitar sectores para sembrar almacigueras, las cuales serán transplantadas dentro de la época que corresponda a cada especie.

9.7 Seguimiento y Evaluación

Durante la temporada, las mediciones se realizarán en forma periódica, una vez por semana, desde inicios de brotación hasta cosecha en frutales y desde transplante a cosecha en hortalizas.

En frutales, las mediciones serán hechas en 2 árboles previamente marcados, ubicados dentro de cada repetición por tratamiento. Cada árbol tendrá cuatro ramas seleccionadas según los puntos cardinales, las cuales se distinguirán por una cinta de color representativa de cada tratamiento.

Posteriormente, se seleccionará una cantidad de 20 frutos por árbol, 40 por repetición, con un total de 120 frutos por tratamiento en olivos. Esta selección deberá ser en forma aleatoria dentro del árbol, identificando cada fruto con un número representativo que lo distinga del resto. En membrillos se escogerán 10 frutos por árbol, dando 20 por repeticiones y 60 por cada uno de los tratamientos.

En el caso de las hortalizas, para la evaluación de rendimiento se marcarán al azar cinco plantas en dos hileras dentro de una unidad experimental, obteniéndose un total de 10 plantas marcadas por cada repetición y 30 por cada tratamiento.

Al final de la época de cosecha se determinará la producción total de cada tratamiento, tamaño final de la fruta, calidad del producto y posibles desordenes fisiológicos.

9.7.1 Mediciones al Suelo

Para determinar el contenido de sales dentro de cada Parcela Modelo se procederá a realizar muestreos de suelo de cada repetición por bloque, realizando una muestra compuesta por cada tratamiento, este se realizará en forma mensual al nivel de raíces.

Los análisis de suelo incluirán los siguientes parámetros: Conductividad eléctrica. pH, contenido de aniones y cationes solubles.

9.7.2 Mediciones a la Planta

9.7.2.1 Crecimiento

Con el objeto de cuantificar el crecimiento de los árboles, se medirá el crecimiento de las ramillas. Para ello se realizará una marca al inicio de la temporada unos centímetros por debajo del ápice en cada una de las cuatro ramillas marcadas por cada uno de los dos árboles seleccionados por tratamiento. A partir de esta marca se medirá semanalmente con una huincha metálica la distancia hasta el ápice.

9.7.2.2 Crecimiento de los Frutos

Para seguir el crecimiento de los frutos por cada tratamiento durante la temporada, se registrará el tamaño de los 20 frutos de olivos y 10 de membrillos por cada uno de los dos árboles marcados por repetición y tratamiento, estos se medirán en forma semanal con un pie de metro en su diámetro ecuatorial hasta el momento de la cosecha.

9.7.3 Mediciones al Momento de la Cosecha

9.7.3.1 Frutales

Se cosecharán dos árboles por repetición con un total de 6 árboles por tratamiento. El total de las aceitunas cosechadas se pesarán y contarán por cada árbol, posteriormente se separará el 10% de cada total, el cual se guardará en bolsas separadas e identificados por tratamientos, a las cuales se les medirán los siguientes parámetros: peso, diámetro y relación pulpa carozo de las aceitunas cosechadas.

9.7.3.2 Hortalizas

La metodología de cosecha consistirá en sacar los frutos comerciales desde el estado de tomate pintón en adelante y pesarlos en forma separada para cada una de las plantas seleccionadas, eliminándose los frutos defectuosos, agrietados o con problemas fitosanitarios. Se anotará además el número de frutos pesados. Desde el momento del inicio de la época de cosecha, una por semana. En la última medición se cosecharán todos los frutos presentes en la planta.

En el caso del pepino la metodología será similar pero la cosecha de los frutos se realizará desde el momento que alcance su tamaño medio.

9.7.4 Mediciones del Nivel Freático

Las mediciones del nivel freático se realizaran en forma semanal en cada uno de las Parcelas Modelos, durante toda la temporada de mediciones.

9.8 Planilla de Registros

Como una forma de mantener los datos recolectados en las parcelas Modelo de la mejor manera posible, se diseñó una planilla tipo, la cual incluye todos los datos que deben ser registrados para las parcelas experimentales de frutales y hortalizas. Las planillas se presentan a continuación.

Planilla de Registro Para Frutales			
Parcela Experimental N°	: _____	ROL	: _____
Fecha de Medición	: _____		
Tratamiento	T1 <input type="checkbox"/>	T2 <input type="checkbox"/>	T3 <input type="checkbox"/>
Bloque	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>
Frutal	Olivo <input type="checkbox"/> Membrillo <input type="checkbox"/>		
Plantación	Nueva <input type="checkbox"/> Establecida <input type="checkbox"/>		
Riego	Goteo <input type="checkbox"/> Surco <input type="checkbox"/>		
Mediciones			
Largo de Brotes (cm)			
Norte	: _____		
Sur	: _____		
Este	: _____		
Oeste	: _____		
Crecimiento de Frutos (mm)			
N°1	: _____	Sólo olivos	N°11 : _____
N°2	: _____	N°12	: _____
N°3	: _____	N°13	: _____
N°4	: _____	N°14	: _____
N°5	: _____	N°15	: _____
N°6	: _____	N°16	: _____
N°7	: _____	N°17	: _____
N°8	: _____	N°18	: _____
N°9	: _____	N°19	: _____
N°10	: _____	N°20	: _____
Cosecha			
kg/árbol			
árbol 1	: _____	árbol 2	: _____
N° de frutos			
árbol 1	: _____	árbol 2	: _____
Peso frutos (kg)			
árbol 1	: _____	árbol 2	: _____
Prof. del Nivel Freático (m) : _____			
Toma de Muestra de Suelo			
T1	Si <input type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>	
T2	Si <input type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>	
T3	Si <input type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>	

Planilla de Registro Para Hortalizas					
Parcela Experimental N°	: _____	ROL	: _____		
Fecha de Medición	: _____				
Hortaliza	Aire Libre <input type="checkbox"/>	Invernadero <input type="checkbox"/>			
Tratamiento (sólo aire libre)	T1 <input type="checkbox"/>	T2 <input type="checkbox"/>	T3 <input type="checkbox"/>		
Bloque (sólo aire libre)	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>		
Mediciones					
Crecimiento (m)					
Planta N°1	:	_____			
Planta N°2	:	_____			
Planta N°3	:	_____			
Planta N°4	:	_____			
Planta N°5	:	_____			
Cosecha					
N° de frutos					
Planta N°1	:	_____			
Planta N°2	:	_____			
Planta N°3	:	_____			
Planta N°4	:	_____			
Planta N°5	:	_____			
		Promedio	: _____		
Peso total de frutos (kg)		Peso unitario de frutos (kg)			
Planta N°1	:	_____	Planta N°1	:	_____
Planta N°2	:	_____	Planta N°2	:	_____
Planta N°3	:	_____	Planta N°3	:	_____
Planta N°4	:	_____	Planta N°4	:	_____
Planta N°5	:	_____	Planta N°5	:	_____
Promedio	:	_____	Promedio	:	_____
Diámetro promedio frutos (mm)			Largo promedio frutos (cm) (sólo pepinos)		
Planta N°1	:	_____	Planta N°1	:	_____
Planta N°2	:	_____	Planta N°2	:	_____
Planta N°3	:	_____	Planta N°3	:	_____
Planta N°4	:	_____	Planta N°4	:	_____
Planta N°5	:	_____	Planta N°5	:	_____
Promedio	:	_____	Promedio	:	_____
Prof. del Nivel Freático (m) : _____					
Toma de Muestra de Suelo					
T1	Si	<input type="checkbox"/>	No	<input type="checkbox"/>	
T2	Si	<input type="checkbox"/>	No	<input type="checkbox"/>	
T3	Si	<input type="checkbox"/>	No	<input type="checkbox"/>	

CAPÍTULO 10

ANÁLISIS AMBIENTAL

CAPITULO 10

ANÁLISIS AMBIENTAL

10.1 Tipo de Proyecto o Actividad

El proyecto corresponde a la construcción de un sistema de drenes cerrados y abiertos sobre la base de tubería de PVC perforado y zanjas, respectivamente, en un área con potencial agrícola. Es un proyecto nuevo que tiene por finalidad eliminar el exceso de agua del perfil de suelo y la abundancia de sales que van asociados a los suelos de esta área, perteneciente a la región desértica del país, la que se caracteriza porque las precipitaciones sobrepasan escasamente los 30 mm anuales, en términos medios.

El objetivo es mejorar la capacidad de uso del suelo, proporcionando al campo cierta aptitud para especies tolerantes a la salinidad y de alta rentabilidad para las condiciones climáticas imperantes, la cual en la actualidad no la posee debido al exceso de agua que en alguna época del año y en ciertos sectores llega hasta la superficie, mientras que en otros está presente a unos pocos centímetros, con las fluctuaciones propias de estos sistemas. En ciertos sectores el terreno inundado y las sales asociadas han impedido que se desarrollen y crezcan las plantas y árboles cultivados, reduciéndose las posibilidades de sobrevivencia y con menores productividades.

Se contemplan drenes interceptores del flujo del agua y colectores que descargarán al río Huasco, único cauce natural que podrá evacuar los flujos que saturan los suelos. La longitud de colectores alcanza a 31.574 m. La tubería enterrada fue diseñada para diámetros de 50 a 600 mm.

El sistema de drenaje proyectado beneficiará a un elevado número de usuarios y propiedades, los que corresponden a 154 roles de propiedad, siendo algunos agricultores dueños de más de un rol.

El análisis ambiental está basado en la propuesta técnica planteada en esta Consultoría, es decir, un sistema de drenes colectores cerrados. Sin embargo, este análisis es completamente aplicable para las dos alternativas estudiadas, es decir, drenes colectores abiertos o cerrados, de modo que para cualquiera de dichas opciones, las actividades pasan por la utilización de maquinaria para la construcción de zanjas, que quedan abiertas, o bien, reciben la tubería de drenaje y se tapan.

10.2 Antecedentes

A continuación se presentan los antecedentes que dan origen al presente proyecto. En este capítulo se presentan antecedentes que en capítulos anteriores se han consignado, con la finalidad que este sea autosustentable.

La Comisión Nacional de Riego asignó a CICA Ingenieros Consultores, el estudio “Estudio y Propuestas de Recuperación de Suelos con mal Drenaje en el sector Bajo del Huasco”, enmarcado dentro del proceso de Licitación. Los estudios se iniciaron en noviembre del año 2001 comprendiendo entre otros, el desarrollo de los aspectos pertinentes a la Caracterización Agroeconómica y Económica de los Sistemas Agrícolas, Tenencia de la Tierra, Evaluación Económica y Financiera, Charlas de difusión, así como también, la Caracterización Ambiental del área de proyecto.

La recopilación de antecedentes comprendió aspectos físicos tales como los recursos climáticos y meteorológicos, geológicos, geomorfológicos, edáficos, hidrológicos, florísticos y faunísticos, además de aspectos relacionados con la historia y cultura de la población, antecedentes de la población, de los servicios, infraestructura y actividades económicas presentes.

La generación de estudios básicos permitió reconocer y caracterizar los suelos con problemas de drenaje, clima y agroclima, algunos aspectos asociados a la hidrología e hidrogeología del sistema, la calidad de las aguas y, finalmente, una caracterización de la población, específicamente, la que trabaja en el sector silvoagropecuario.

El principal aspecto ambiental estuvo destinado a reconocer los criterios de conservación del hábitat de borde-río en el sector bajo del río Huasco. Este cauce constituye dentro de la franja costera de la Región de Atacama, un importante refugio para la fauna local que utiliza este tipo de hábitat, tal como micromamíferos (ratones), reptiles, anfibios y en particular las aves de comportamiento migratorio y residentes.

El proyecto de drenaje considera establecer un sistema de drenes colectores extrapediales o red matriz, que permita posteriormente a los agricultores construir sus propios sistemas de drenaje descargando a la red integral que se ha diseñado.

Producto de las restricciones para la conservación de humedales, el proyecto dentro de sus criterios ha contemplado mantener una franja húmeda en torno al río y parches en aquellos sectores con mayor abundancia de agua en superficie que permiten el desarrollo de la avifauna asociado a los cursos y cuerpos de agua.

Por lo tanto, en la identificación y caracterización de los sectores de estudio se reconocieron las mejores áreas para efectos de implementar proyectos de drenaje, correspondiendo a suelos con mal drenaje, que pueden ser incorporados a una agricultura de mayor productividad, a través del saneamiento de los problemas que los afectan, sin modificar o alterar el hábitat de las especies de aves u otras asociadas a los humedales.

El estudio de suelo abarcó aproximadamente desde 5 km al oriente de Freirina, hasta la desembocadura del río Huasco, lo que define un área de estudio de 15 km longitud por 1 km de ancho. Los suelos se caracterizaron agrológicamente y de acuerdo a sus clases interpretativas. Se tomaron muestras de suelo para análisis químico de modo de reconocer los actuales niveles de salinidad, los macro-iones dominantes y su reacción (pH). De esta manera fue posible caracterizar y clasificar los suelos del área bajo estudio, recopilando antecedentes que resultaron relevantes para seleccionar aquellas áreas que muestran un potencial productivo más alto.

Las principales limitaciones que poseen los suelos del sector bajo del río Huasco se resumen a continuación:

- Elevado nivel freático
- Suelos con problemas de salinidad y sodicidad
- Baja calidad del agua de riego (elevada conductividad eléctrica)
- Discontinuidades texturales en el perfil de suelo, que reducen la permeabilidad.
- Baja fertilidad natural y escasa materia orgánica

Existen otras limitaciones o restricciones que afectan directa e indirectamente el desarrollo y evaluación del proyecto. Entre estas, las que tienen mayor importancia para el desarrollo del sector silvoagropecuario, son:

- Lejanía de los centros de comercialización de los productos.
- Falta de títulos de dominio
- Fuentes de financiamiento restringido
- Comercialización insuficiente
- Asistencia técnica deficitaria
- Bajos precios de venta
- Bajo nivel educacional

La información recopilada mediante encuestas deja en evidencia que, en general, los principales factores restrictivos indicados por los agricultores se relacionan con aspectos económicos, esto es, financiamiento y comercialización

La Consultoría abarcó un área de estudio de 898 ha, reconociendo la existencia de 854 ha con problemas de drenaje, correspondiente al 95 % de la superficie total considerada, de esta superficie con problemas de drenaje el proyecto considera intervenir 805 ha, dejando 50 ha como zona de conservación, clasificadas como misceláneo aluvial y de pantano, correspondientes a humedales destinados a mantener el hábitat de la avifauna.

Las ventajas de estos suelos seleccionados con respecto a los suelos que se han descartado radica en que:

- Son posibles de ser drenados gravitacionalmente.
- Poseen la pendiente mínima necesaria para la evacuación de las aguas a través del dren.
- Propiedades físicas y químicas apropiadas para el establecimiento de cultivos.
- No están incluidos dentro de la zona de conservación del proyecto.

10.2.1 Zona de conservación

Considerando los criterios de conservación de humedales y de acuerdo a las Bases Técnicas del Estudio, además de las reuniones sostenidas tanto con la contraparte técnica de la CNR y con los organismos técnicos sectoriales, en especial las recomendaciones del Médico Veterinario, Dr. Jorge González Vilches ¹, se acordó que dentro del área de estudio agronómico (que abarca una superficie de 897,81 ha), se dejará sin intervención una superficie de 49,635 ha, correspondientes a zonas de protección, que se ubican en la caja del río (44,268 ha) y en áreas de pantano (5,367 ha).

La zona de conservación existente en la desembocadura del río Huasco, cuyos límites son: por el nororiente el camino costero, pasando por el puente de Huasco Bajo hasta la línea férrea desde donde se extiende hasta el centro poblado de Huasco, se encuentra actualmente intervenida en algunos sectores con huertos de olivos en producción y con obras de drenaje, principalmente en el sector de La Cachina. El sector está dividido en 14 predios que suman una superficie de 84,56 ha.

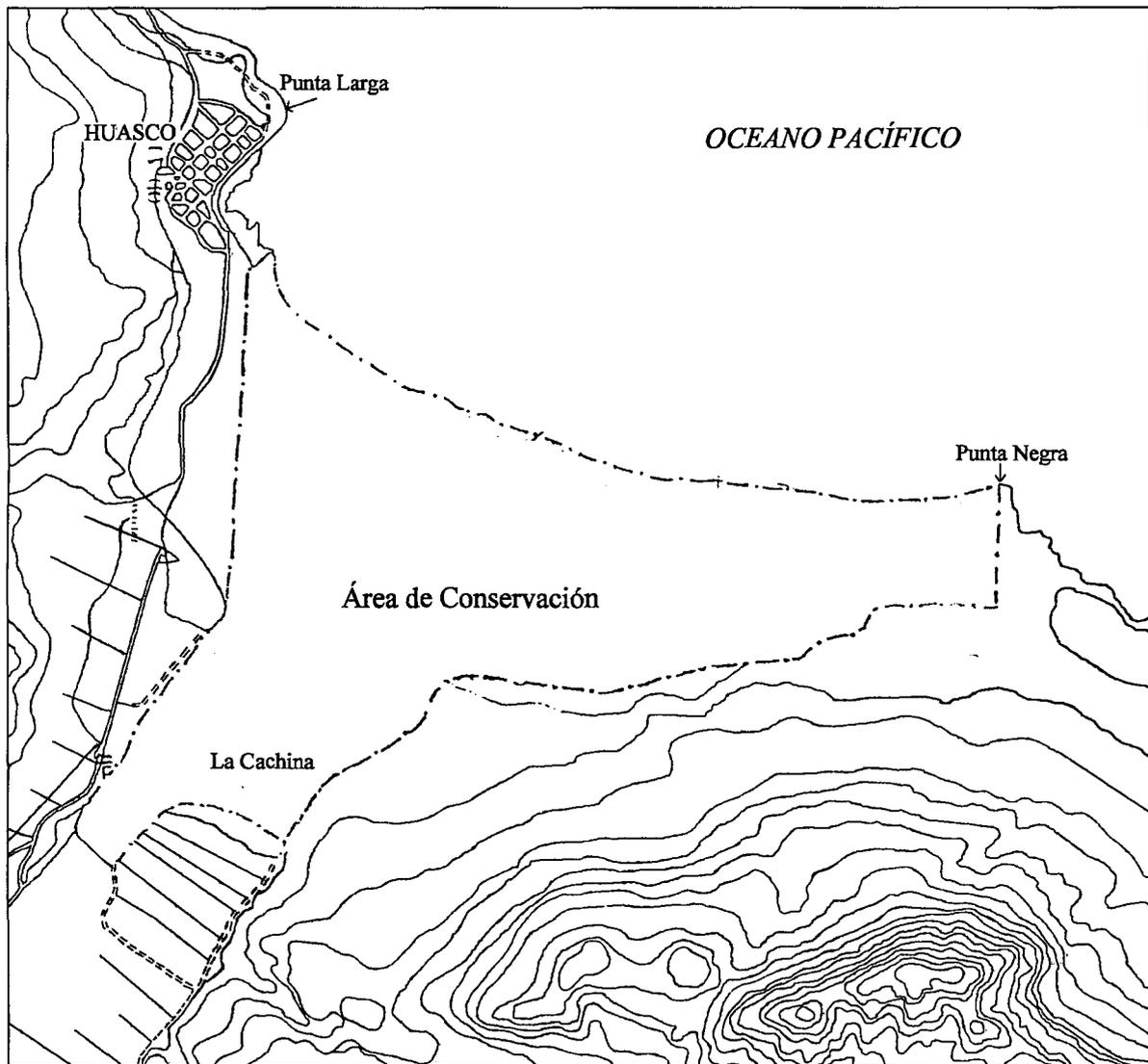
Se consulta una intervención mínima desde el puente de Huasco Bajo (6.848.900 N, 286.800 E) hasta la localidad de Los Loros (6.846.000 N, 294.000 E), quedando como zona de conservación la franja de suelos clasificados como misceláneo aluvial. En esta condición habrían 44,268 ha, que se descuentan de los suelos con drenaje restringido.

Desde la localidad de los Loros hasta 2 km aguas arriba del puente Los Guindos en Freirina, la intervención propuesta es más intensa, involucrando los suelos clasificados como misceláneo aluvial. Sin embargo queda como zona de conservación toda la franja aledaña al río Huasco, no involucrada por los predios seleccionados.

Por lo tanto, de la superficie total preseleccionada por el proyecto de drenaje, quedarían en la zona de conservación 49,635 ha, de las cuales 9,2 ha se encuentran en la actual zona de conservación (aguas abajo desde el puente de Huasco Bajo), más las 40,435 ha que se encuentran en los suelos Misceláneos Aluvial entre el puente de Huasco Bajo y la localidad de Los Loros. En la Figura N° 1 se observa un plano que muestra la ubicación de los sectores de conservación bajo el puente Huasco Bajo. En la Figura N° 1 es posible apreciar la zona de conservación ubicada bajo el puente Huasco Bajo.

¹ Departamento de Higiene Ambiental, Servicio de Salud, III Región.

Figura N° 1
Zona de conservación en la desembocadura del río Huasco



Fuente: Diario Oficial 26 de Mayo de 1995

Las áreas de conservación y protección están constituidas por zonas de interés ecológico, por ser hábitat para la vida silvestre, sitio de reproducción y/o nidificación.

10.2.2 Organismos públicos involucrados

Entre los organismos públicos regionales que han participado en el desarrollo de la presente Consultoría se cuenta:

- Secretaría Regional Ministerial de Agricultura (SEREMI Agricultura) Sr. Luis Mancilla Pereira, Ing. Agrónomo y Sra. Marcela del Solar, Ing. Agrónomo.
- Servicio Agrícola Ganadero (SAG) Sr. Agustín Iriarte, Biólogo, Sra. Olga Espinosa, Ing. Agrónomo y Sr. Carlos González O., Ing. Agrónomo.
- Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA) Sr. Alfonso Osorio Ulloa, Ing. Agrónomo y Sr. Leoncio Martínez B., Ing. Agrónomo.
- Instituto de Desarrollo Agropecuario (INDAP) Sr. Tito Villalobos, Ing. Agrónomo, Sr. Patricio Araya, Ing. Agrónomo y Sr. Miguel Toledo, Ing. Agrónomo.
- Departamento de Higiene Ambiental del Ministerio de Salud. Dr. Jorge González Vilches, Médico Veterinario.
- Comisión Nacional de Riego (CNR) Sra. Julio Toro, Ing. Agrónomo, Coordinadora del Estudio, Sr. Juan Pablo Schuster, Ing. Civil, Sr. Miguel Andrade, Ing. Agrónomo y Sra. Alicia Espinosa C., Ing. Agrónomo.
- Dirección de Obras Hidráulicas III Región (DOH – MOP) Sr. Sergio Catalán G., Ing. Constructor y Sr. Edgardo Cerda Morales, Ing. Civil Agrícola.

10.3 Objetivos del Análisis Ambiental

A continuación se indican los objetivos (general y específicos) del análisis ambiental

10.3.1 Objetivo General

- Identificar y analizar, a nivel preliminar, los diferentes elementos y componentes ambientales y ecológicos asociados a las actividades involucradas en la construcción y operación de un sistema de drenes y sus obras asociadas, para las distintas alternativas factibles técnicamente y para aquella que sea seleccionada.

10.3.2 Objetivos Específicos

Para cumplir con el objetivo general se planteó, como objetivos específicos:

- Identificar y describir las partes, componentes, acciones y actividades para cada etapa del proyecto: construcción y operación (la etapa de abandono quedará fuera del análisis, ya que un sistema de drenaje se construye para ser usados a largo plazo; si se llegara a presentar dicho momento se deberá estudiar la situación y es posible que solamente se pidan los permisos de acuerdo a la normativa ambiental vigente en ese momento).
- Determinar la Línea Base del Proyecto identificando el área de influencia directa e indirecta de cada componente ambiental.
- Determinar el marco legal ambiental aplicable al Proyecto.
- Identificar, predecir y evaluar los impactos ambientales en sus etapas de construcción y operación (tanto positivos como negativos).
- Determinar zonas de restricción de acuerdo a los componentes sensibles presentes en el área del proyecto, asociadas a las obras, instalaciones y acciones que requerirá la ejecución del proyecto.
- Proponer un Plan de Manejo Ambiental que incluya medidas de mitigación y/o reparación, según corresponda.
- Proponer un Plan de Seguimiento Ambiental, si corresponde.
- Determinar una estimación de los costos económicos asociados a los estudios y/o acciones involucradas en el Plan de Manejo y seguimiento Ambiental.

- Analizar la pertinencia de sometimiento del estudio al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA) vigente en nuestro país, conforme a la Ley 19.300 y D.S. N° 30/97 MINSEGPRES.

10.4 Consideraciones Ambientales que Justifiquen su Ingreso al SEIA y Forma de Presentación

Los proyectos de drenaje conforme a la normativa existente requieren de un análisis para determinar si se deben someter al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA), imperante en nuestro país. Dos son las preguntas claves. La primera dice relación para decidir si los proyectos deben someterse al SEIA y la segunda, de que forma deben hacerlo.

De ingresar al SEIA se debe realizar un análisis si lo debe hacer a través de un Estudio de Impacto Ambiental (EIA) o una Declaración de Impacto Ambiental (DIA), que son las dos modalidades que se contemplan.

La normativa ambiental general vigente en Chile corresponde a la Ley N° 19.300 y al D.S. N° 30/97, denominado Reglamento del SEIA. A continuación se indican algunas definiciones y conceptos que se aplican para proyectos de inversión, tanto públicos como privados, que pueden ingresar al SEIA, en especial los que dicen relación con las obras de drenaje.

Definiciones

Ley N° 19.300/94: Corresponde a la Ley de Bases Generales del Medio Ambiente (LBGMA), concebida como una ley marco que concentra los fundamentos para una gestión ambiental moderna, realista e integradora. Se sustenta en una política, una legislación y una institucionalidad para el medio ambiente.

La política ambiental tiene como propósito definir los principios y los objetivos básicos que el país se propone alcanzar en materia ambiental. Como tal, ha tenido un carácter gradual y realista y fue concebida por el Estado para conciliar el crecimiento económico y social con el desarrollo económico sustentable.

La legislación ambiental se fundamenta en cinco principios:

- II. La prevención para evitar que se produzcan daños.
- III. El que contamina paga, por lo cual se deben incorporar a los proyectos productivos las inversiones necesarias para evitar la contaminación o el deterioro de los recursos naturales
- IV. La gradualidad en la incorporación a los procedimientos de evaluación de impacto ambiental.
- V. La responsabilidad por mitigar, restaurar o reparar el daño ambiental causado; y,
- VI. La participación para que la ciudadanía informada a nivel local colabore en la protección del medio ambiente.

Institucionalidad Ambiental: Se relaciona con las competencias propias de los ministerios y servicios en la problemática ambiental, entendiéndose por ello, el manejo de los recursos naturales y la contaminación y el deterioro de los mismos.

Impacto Ambiental: Alteración del ambiente, provocada directa o indirectamente por un proyecto o actividad, en un área determinada.

Estudio de Impacto Ambiental (EIA): Es el documento que contiene detalladamente la descripción del proyecto o actividad; la línea base o diagnóstico del estado actual de los recursos naturales del área de influencia del proyecto, previo al inicio de las obras; una descripción de los efectos, características o circunstancias del Artículo 11 de la LBGMA, que hacen necesaria la presentación de un Estudio de Impacto Ambiental; la predicción del impacto ambiental del proyecto o actividad en cada etapa y su evaluación, incluidas las situaciones de riesgo eventual; y la descripción de las medidas que se adoptarán para eliminar o minimizar los efectos adversos.

Declaración de Impacto Ambiental (DIA): Es el documento descriptivo de una actividad o proyecto que se pretende realizar, o de las modificaciones que se le introducirán, otorgado bajo juramento por el respectivo titular, cuyo contenido permite al organismo competente evaluar si su impacto ambiental se ajusta a las normas ambientales vigentes.

Los proyectos o actividades susceptibles de causar impacto ambiental en cualquiera de sus fases, han sido determinados en el Artículo 10° de la LBGMA y caracterizados en mayor detalle en el Artículo 3° (letras a - q) del Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental.

La Declaración de Impacto Ambiental informa, con el debido respaldo, que el proyecto no genera alguno de los efectos, características o circunstancias contemplados en el Artículo 11° de la Ley N° 19.300 y en los Artículos 5° al 11° del Título II del Reglamento del SEIA.

Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA): Es un conjunto de procedimientos para la aplicación del principal instrumento de gestión ambiental que es la evaluación de impacto. Deberán someterse a estas disposiciones legales vigentes, todos los proyectos públicos y privados a fin de asegurar que el desarrollo económico es compatible con la preservación del medio ambiente y las personas que lo sustentan.

CONAMA: Comisión Nacional del Medio Ambiente. Es un servicio público descentralizado, con personalidad jurídica y patrimonios propios, bajo la supervisión del Presidente de la República, ejercida a través del Ministerio Secretaría General de la Presidencia.

Su organigrama lo componen el Consejo Directivo, la Dirección Ejecutiva, el Consejo Consultivo y las Comisiones Regionales del Medio Ambiente.

COREMA: Corresponde a las Comisiones Regionales del Medio Ambiente y están integradas por el Intendente, en calidad de Presidente; los Gobernadores de la Región; los

Secretarios Regionales Ministeriales; cuatro Consejeros regionales elegidos por el Consejo, y el Director de CONAMA de la Región, quien actúa como Secretario.

Resolución de Calificación Ambiental (RCA): Por ser resolución, contiene disposiciones emanadas de la autoridad competente, que dispone, permite y/o prohíbe realizar determinadas acciones, conforme al análisis ambiental realizado del proyecto y en virtud de las atribuciones propias del servicio que las dictó, en este caso las Comisiones Regionales del Medio Ambiente o a la Dirección Ejecutiva de la Comisión Nacional del Medio, según se trate de un proyecto regional o interregional, respectivamente. La RCA se compone de tres partes principales: Vistos, Considerando y Resuelvo. En el Resuelvo se debe señalar la calificación ambiental del proyecto o actividad, pudiendo ser favorable o desfavorable. Si la resolución es favorable, la RCA certificará que se cumple con todos los requisitos ambientales aplicables. Por el contrario, si la Resolución es desfavorable, no se podrá ejecutar.

10.4.1 Justificación de Ingreso al SEIA

Las obras que ingresan al SEIA son las señaladas en la Ley N° 19.300, la que en su Artículo 10°, consigna:

Los proyectos o actividades susceptibles de causar impacto ambiental, en cualesquiera de sus fases, y que deberán someterse al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental, son:

- a) "Acueductos, embalses o tranques y sifones que deban someterse a la autorización establecida en el Artículo 294 del Código de Aguas, presas, drenaje, desecación, dragado, defensa o alteración, significativos de cuerpos o cursos naturales de aguas".

Posteriormente, el Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental puntualiza en su Artículo 3°:

Los proyectos o actividades susceptibles de causar impacto ambiental, en cualquiera de sus fases, que deberán presentarse al SEIA, son los siguientes:

- a) Acueductos, tranques y sifones que deban someterse a la autorización establecida en el artículo 294 del Código de Aguas.

Presas, drenaje, desecación, dragado, defensa o alteración significativos de cuerpos o cursos de aguas naturales. Se entenderá que estos proyectos o actividades son significativos cuando se trate de:

- a.1. Presas cuyo muro tenga una altura igual o superior a cinco metros (5 m) o una longitud de coronamiento igual o superior a quince metros (15m).

- a.2. Drenaje o desecación de vegas y bofedales ubicados en las regiones I y II, cualquiera sea su superficie. Drenaje o desecación de cuerpos naturales de aguas tales como lagos, lagunas, pantanos, marismas, turberas, vegas, humedales o bofedales, exceptuándose los identificados en el inciso anterior, cuya superficie sea igual superior a diez hectáreas (10 ha) tratándose de las Regiones I a IV, o a veinte hectáreas (20 ha), tratándose de las Regiones V a VII y Metropolitana, o a treinta hectáreas (30 ha), tratándose de las Regiones VIII a XII.

Se exceptuarán de lo dispuesto en ese literal, la desecación de los suelos con problemas de drenaje y cuya principal fuente de abastecimiento de agua provenga de aguas lluvias, tales como los suelos "ñadis".

A continuación, el Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental, en su Artículo 3° letra a.4, indica:

- a.4. Defensa o alteración de un cuerpo, cauce o curso natural de agua terrestre, tal que para su modificación se movilice una cantidad igual o superior a veinte mil metros cúbicos de material (20.000 m³) tratándose de las Regiones I a V y Metropolitana, o cincuenta mil metros cúbicos (50.000 m³), tratándose de las Regiones VI a XII".

Por lo tanto, considerando lo anteriormente señalado, el proyecto de drenaje de la presente Consultoría requiere ingresar al SEIA ya que su superficie supera largamente el límite impuesto por la Ley N° 19.300 y su Reglamento.

10.4.2 Proyectos de Drenaje y su Relación con la Ley N° 18.450

Desde hace ya dos años, la Secretaría Ejecutiva de la Comisión Nacional de Riego ha incorporado a los diseños de los proyectos de inversión en riego y drenaje el ámbito ambiental, conforme a lo establecido en la Ley N° 19.300 y su Reglamento. Así, todos los proyectos que superan el acotamiento en cuanto a superficie establecida en el D.S. N° 30/97, deben ser evaluados ambientalmente en el SEIA y contar con la "Resolución de Calificación Ambiental (RCA) favorable", antes de ser presentados a la Ley de Fomento.

Cabe señalar que, la CNR recomienda a los agricultores comunicar a la CONAMA, de la intención de presentar un proyecto de drenaje a la Ley N° 18.450, mediante la presentación del documento respectivo (DIA o EIA) en la Etapa de pre-factibilidad, de modo que el proyecto, en la evaluación ambiental en el SEIA, quede sujeto a la incorporación de modificaciones en su diseño o la incorporación de medidas de mitigación, entre otras.

10.4.3 Forma de Ingreso al SEIA

El Título II del Reglamento define la pertinencia de presentar un Estudio de Impacto Ambiental, y señala en su Artículo 4° que:

"El titular de un proyecto o actividad de los comprendidos en el Título I, Artículo 3° de este Reglamento o aquel que se acoja voluntariamente al SEIA, deberá presentar una Declaración de Impacto Ambiental, salvo que dicho proyecto o actividad genere o presente algunos de los efectos, características o circunstancias contempladas en los Artículos siguientes de este Título y en el Artículo 11° de la Ley, en cuyo caso deberá presentar un Estudio de Impacto Ambiental.

El Artículo 11° de la Ley N° 19.300, distingue seis categorías de proyectos que representan:

- a) Riesgo para la salud de la población, debido a la cantidad y calidad de efluentes, emisiones o residuos;
- b) Efectos adversos significativos sobre la cantidad y calidad de los recursos naturales renovables, incluidos el suelo, agua, aire;
- c) Reasentamiento de comunidades humanas, o alteración significativa de los sistemas de vida y costumbres de grupos humanos;
- d) Localización próxima a población, recursos, áreas protegidas susceptibles de ser afectados, así como el valor ambiental del territorio en que se pretende emplazar;
- e) Alteración significativa, en términos de magnitud o duración, del valor paisajístico o turístico de una zona; y,
- f) Alteración de monumentos, sitios con valor antropológico, arqueológico, histórico y, en general, los pertenecientes al patrimonio cultural.

Para evaluar el riesgo indicado en la letra a) y los efectos adversos señalados en la letra b), se considerará lo establecido en las normas de calidad ambiental y de emisión vigentes.

El Reglamento del SEIA, profundiza lo anterior en el Título II, más precisamente en los Artículos 5; 6; 8; 9; 10 y 11.

A continuación, en el Cuadro N° 10.1, se presenta un análisis de los artículos que definen la pertinencia de ingresar al SEIA, el Proyecto de Drenaje para el sector bajo del río Huasco, ya sea mediante un EIA o una DIA.

Cuadro N° 10.1
Pertinencia de Forma de Ingreso al SEIA

Artículo	Contenido	Pertinencia
5	El titular deberá presentar un Estudio de Impacto Ambiental (EIA) si su proyecto o actividad genera o presenta riesgos para la salud de la población, debido a la cantidad y calidad de los efluentes, emisiones o residuos que genera o produce. A objeto de evaluar el riesgo a que se refiere el inciso anterior, se considerará:	
Letra a)	Lo establecido en las normas primarias de calidad ambiental y de emisión vigentes. A falta de tales normas, se utilizarán como referencia las vigentes en el Estado que se señala en el artículo 7 del presente Reglamento.	No aplicable. El proyecto no generará efluentes, residuos o emisiones que alteren la calidad ambiental en términos de normas primarias. El proyecto tiene como objetivo evacuar las aguas de las escorrentías subsuperficiales como aguas de drenaje las que serán dispuestas en el río Huasco.
Letra b)	La composición, peligrosidad, cantidad y concentración de los efluentes líquidos y de las emisiones a la atmósfera.	No aplicable. El proyecto no genera un efluente líquido de procesos industriales, como los denominados riles (residuos industriales líquidos). Sólo se evacuan las aguas de subsuperficiales como aguas de drenaje las que serán dispuestas en el río Huasco. Eventualmente elimina aguas de escorrentías superficiales o de agua de precipitaciones. No existen emisiones atmosféricas.
Letra c)	La frecuencia, duración y lugar de las descargas de efluentes líquidos y de emisiones a la atmósfera.	No aplicable.
d)	La composición, peligrosidad y cantidad de residuos sólidos.	No aplicable. El proyecto no genera residuos sólidos como los que se generan en los procesos industriales (rises). Sin embargo se generarán materiales sólidos del suelo y subsuelo, proveniente de las excavaciones de las zanjas, las que permiten rellenar sectores algo más deprimidos en el entorno de las zanjas.

Artículo	Contenido	Pertinencia
e)	La frecuencia, duración y lugar del manejo de residuos sólidos.	No aplicable.
f)	La diferencia entre los niveles estimados de ruido emitido por el proyecto o actividad y el nivel de ruido de fondo representativo y característica del entorno donde exista población humana permanente.	En la etapa de construcción la maquinaria pesada utilizada para la construcción de zanjas de drenaje generará ruido. No obstante se estima bajo y puntual.
g)	Las formas de energía, radiación y vibraciones generadas por el proyecto o actividad.	No aplicable.
h)	Los efectos de la combinación o interacción conocida de los contaminantes emitidos o generados por el proyecto o actividad	No aplicable.
6	El titular deberá presentar un EIA si su proyecto o actividad genera o presenta efectos adversos significativos sobre la cantidad y calidad de los recursos naturales renovables, incluidos el suelo, agua, aire. A objeto de evaluar los efectos adversos significativos a que se refiere el inciso anterior, se considerará:	
Letra a)	Lo establecido en las normas secundarias de calidad ambiental y de emisión vigentes. A falta de tales normas, se utilizarán como referencia las vigentes en el Estado que se señala en el artículo 7 del presente Reglamento concentración de los efluentes líquidos y de las emisiones a la atmósfera	No aplicable.
Letra b)	La composición, peligrosidad, cantidad y concentración de los efluentes líquidos y de las emisiones a la atmósfera	No aplicable.
Letra c)	La frecuencia, duración y lugar de las descargas de efluentes líquidos y de emisiones a la atmósfera	No aplicable.
Letra d)	La composición, peligrosidad y cantidad de residuos sólidos	No aplicable.
Letra e)	La frecuencia, duración y lugar del manejo de residuos sólidos	No aplicable.
Letra f)	La diferencia entre los niveles estimados de ruido emitido por el proyecto o actividad y el nivel de ruido de fondo representativo y característico del entorno donde se concentre fauna nativa asociada al hábitat de relevancia para su nidificación, reproducción o alimentación	Durante la etapa de construcción se generará ruido que podría afectar .
Letra g)	Las formas de energía, radiación o vibraciones generadas por el proyecto o actividad	No aplicable.
Letra h)	Los efectos de la combinación y/o interacción conocida de los contaminantes emitidos y/o generados por el proyecto o actividad	No aplicable.
Letra i)	La relación entre las emisiones de los contaminantes generados por el proyecto o actividad y la calidad ambiental de los recursos naturales renovables	No aplicable.
Letra j)	La capacidad de dilución, dispersión, autodepuración, asimilación y regeneración de los recursos naturales renovables presentes en el área de influencia del proyecto o actividad	No aplicable.

Artículo	Contenido	Pertinencia
Letra k)	La cantidad y superficie de vegetación nativa intervenida y/o explotada	No significativo. El proyecto busca habilitar una superficie de suelo para el desarrollo agrícola de grupos de agricultores que en la situación actual tienen bajas expectativas de desarrollo económico.
Letra l)	La forma de intervención y/o explotación de vegetación nativa	El proyecto busca habilitar una superficie de suelo para el desarrollo agrícola-ganadero, de modo que se intervendrá vegetación nativa.
Letra m)	La extracción, explotación, alteración o manejo de especies de flora y fauna que se encuentren en alguna de las siguientes categorías de conservación: en peligro de extinción, vulnerables, raras e insuficientemente conocidas.	Existen varias especies de la avifauna que potencialmente podrían verse afectadas por un proyecto de drenaje al bajar o disminuir los niveles de agua que permiten su sustentación. Así, este se constituiría en el mayor y más importante impacto derivado del proyecto.
Letra n)	El volumen, caudal y/o superficie, según corresponda, de recursos hídricos a intervenir y/o explotar en: n.1) Vegas y/o bofedales ubicados en las Regiones I y II, que pudieran ser afectadas por el ascenso o descenso de los niveles de aguas subterráneas. n.2) Areas o zonas de humedales que pudieran ser afectadas por el ascenso o descenso de los niveles de aguas subterráneas o superficiales. n.3) Cuerpos de aguas subterráneas que contienen aguas milenarias y/o fósiles. n.4) Una cuenca o subcuenca hidrográfica transvasada a otra. n.5) Lagos o lagunas en que se generen fluctuaciones de niveles.	No aplicable. El proyecto tiene como objetivo bajar el nivel freático para que el suelo pueda ser utilizado en actividades agrícolas, de modo que los humedales en torno al río Huasco se verían afectados. No aplicable. No aplicable. No aplicable.
Letra ñ)	La introducción al territorio nacional de alguna especie de flora o de fauna, u organismos modificados genéticamente, o mediante otras técnicas similares en consideración a: ñ.1) La existencia de dicha especie u organismo en el territorio nacional. ñ.2) Las alteraciones que su presencia pueda generar sobre otros elementos naturales y/o artificiales del medio ambiente	No aplicable.

Artículo	Contenido	Pertinencia
Letra o)	La superficie de suelo susceptible de perderse o degradarse por erosión, compactación o contaminación	No aplicable, dado que no se esperan riesgos por erosión y contaminación. El objetivo es recuperar suelo para actividades agrícolas, por lo que cambiará la condición que posee actualmente: desde altos niveles de humedad y saturación hasta llegar a un contenido de humedad que permita el desarrollo de las plantas cultivadas. Es posible que se produzca compactación del suelo superficial por el posterior tránsito de maquinaria agrícola, como ocurre con todos los suelos agrícolas.
Letra p)	La diversidad biológica presente en el área de influencia del proyecto o actividad, y su capacidad de regeneración.	Se podría alterar la biodiversidad de la avifauna si las especies migran.
8	El titular deberá presentar un EIA si su proyecto o actividad genera reasentamiento de comunidades humanas o alteración significativa de los sistemas de vida y costumbres de grupos humanos. A objeto de evaluar si el proyecto o actividad genera reasentamiento de comunidades humanas, se considerará el desplazamiento y reubicación de personas que habitan en el lugar de emplazamiento del proyecto o actividad, incluidas sus obras y/o acciones asociadas. Asimismo, a objeto de evaluar si el proyecto o actividad, incluidas sus obras y/o acciones. Asociadas, en cualquiera de sus etapas, genera alteración significativa de los sistemas de vida y costumbres de grupos humanos, se considerarán:	No aplicable.
Letra a)	Los índices de población total; de distribución urbano rural; de población económicamente activa; de distribución según rama de actividad económica; y/o de distribución por edades y sexo.	No aplicable.
Letra b)	La realización de ceremonias religiosas u otras manifestaciones propias de la cultura o del folklore del pueblo, comunidad o grupo humano.	No aplicable.
Letra c)	La presencia de formas asociativas en el sistema productivo; o el acceso de la población, comunidades o grupos humanos a recursos naturales.	No aplicable,
Letra d)	El acceso de la población, comunidades o grupos humanos a los servicios y equipamiento básicos.	No aplicable.
Letra e)	La presencia de población, comunidades o grupos humanos protegidos por leyes especiales.	No aplicable.

Artículo	Contenido	Pertinencia
9	El titular deberá presentar un EIA si su proyecto o actividad, incluidas sus obras o acciones asociadas, en cualquiera de sus etapas, se localiza próximo a Población, recursos y áreas protegidas susceptibles de ser afectados, así como el valor ambiental del territorio en que se pretende emplazar.	La desembocadura del río Huasco en atención a su rica diversidad faunística está definida como área protegida bajo Resolución del Servicio Agrícola y Ganadero. Un gran número de aves se encuentra en ésta área como sitio de refugio, alimentación, apareamiento y nidificación. El proyecto no intervendrá el área protegida.
10	El titular deberá presentar un EIA si su proyecto o actividad genera o presenta alteración significativa, en términos de magnitud y duración, del valor paisajístico o turístico de una zona. A objeto de evaluar si el proyecto o actividad, incluidas sus obras y/o acciones asociadas, en cualquiera de sus etapas, genera o presenta alteración significativa, en términos de magnitud y duración, del valor paisajístico o turístico de una zona, se considerará:	No aplicable.
Letra a)	La intervención o emplazamiento del proyecto o actividad en zonas con valor paisajístico y/o turístico.	No aplicable.
Letra b)	La duración o la magnitud en que se obstruye la visibilidad a zonas con valor paisajístico.	No aplicable.
Letra c)	La duración y la magnitud en que se alteren recursos o elementos del medio ambiente de las zonas con valor paisajístico o turístico	No aplicable.
Letra d)	La duración o la magnitud en que se obstruye el acceso a los recursos o elementos del medio ambiente de las zonas con valor paisajístico o turístico	No aplicable.
Letra e)	La intervención o emplazamiento del proyecto o actividad en un área declarada zona o centro de interés turístico nacional, según lo dispuesto en el Decreto Ley N° 1.224 de 1975	No aplicable.
11	El titular deberá presentar un EIA si su proyecto o actividad genera o presenta alteración de monumentos, sitios con valor antropológico, arqueológico, histórico y, en general, los pertenecientes al patrimonio cultural. A objeto de evaluar si el proyecto o actividad, incluidas sus obras y/o acciones asociadas, en cualquiera de sus etapas, genera o presenta alteración de monumentos, sitios con valor antropológico, arqueológico, histórico y, en general, los pertenecientes al patrimonio cultural, se considerará:	No aplicable en principio (se deberán realizar estudios específicos).
Letra a)	La localización en o alrededor de algún Monumento Nacional de aquellos definidos por la Ley N° 17.288.	No aplicable.
Letra b)	La remoción, destrucción, excavación, traslado, deterioro o modificación de algún Monumento Nacional de aquellos definidos por la Ley 17.288.	No aplicable.

Artículo	Contenido	Pertinencia
Letra c)	La modificación, deterioro o localización en construcciones, lugares o sitios que por sus características constructivas, por su antigüedad, por su valor científico, por su contexto histórico o por su singularidad, pertenecen al patrimonio cultural.	No aplicable.
Letra d)	La localización en lugares o sitios donde se lleven a cabo manifestaciones propias de la cultura o folklore de algún pueblo, comunidad.	No aplicable.

De acuerdo a lo consignado en el Cuadro N° 10.1, el Artículo 5° del Reglamento del SEIA, señala que el titular de un proyecto debe presentar un Estudio de Impacto Ambiental, "si su proyecto o actividad genera o presenta riesgo para la salud de la población, debido a la cantidad y calidad de los efluentes, emisiones o residuos que genera o produce". Según lo expuesto, no existe este riesgo.

El Artículo 6°, señala que se debe presentar un Estudio de Impacto Ambiental "si el proyecto o actividad genera o presenta efectos adversos significativos sobre la calidad y cantidad de los recursos naturales renovables, incluidos el suelo, agua y aire".

El suelo afecto al proyecto de drenaje será modificado. Desde una condición de saturación o de alto contenido de humedad, se llegará a una situación de intermitencia entre saturación y un porcentaje de humedad aprovechable que permita el desarrollo de las plantas cultivadas. Se esperaría, con el tránsito de la maquinaria agrícola, que aumente la densidad aparente del suelo superficial, lo que se traduce en compactación como ocurre en los suelos agrícolas.

Existe la potencialidad de afectar los humedales que soportan la avifauna del sector bajo del Huasco, estimándose éste en más relevante de los potenciales impactos, si no se toman los resguardos necesarios. Como se indica más adelante, se contó con la participación, en el desarrollo de este estudio, del Dr. Jorge González Vilches, Médico Veterinario del Depto. de Ambiente del Servicio de Salud, con asiento en la localidad de Vallenar, quien estableció los criterios para la conservación de los humedales en el sector bajo del río Huasco. Estos criterios fueron respetados en el desarrollo del proyecto.

Conforme a lo señalado en el Artículo 8° del D.S. N° 30/97, el sistema de drenaje integrado como los posibles proyectos que ingresen a la CNR para obtener la bonificación que permite la Ley N° 18.450 de Fomento a la inversión en obras de riego y drenaje no generarán reasentamiento de comunidades humanas o alteración significativa de los sistemas de vida y costumbres de los grupos humanos.

De acuerdo al Artículo 9°, se requiere presentar un Estudio de Impacto Ambiental por cuanto el proyecto se localiza próximo a un área protegida susceptible de ser afectada.

Se estima, según lo señalado en el Artículo 10° que no se producirá alteración significativa, en términos de magnitud o duración, del valor paisajístico o turístico del área de proyecto.

El Artículo 11° indica que se debe presentar un EIA si el proyecto o sus actividades generan alteración de monumentos, sitios con valor antropológico, arqueológico, histórico y, en general, los pertenecientes al patrimonio cultural. De acuerdo a las consultas realizadas en terreno, entre los lugareños, no se esperaría encontrar algún sitio como los indicados. Sin embargo, considerando que la desembocadura del río Huasco fue un punto de interés de pueblos nómades marítimos como los Changos y el río Huasco entre los Diaguitas, existe la potencialidad de encontrar algún sitio con restos arqueológicos, por lo que se sugiere, que al momento de elaborar el documento a ser presentado al SEIA, se contemple inspecciones visuales de un arqueólogo, de modo de cumplir con la Ley N° 17.288 de 1970, acerca de Monumentos Nacionales.

El proyecto no interfiere con:

- La localización de algún Monumento Nacional, que pudiera ser removido, destruido, excavado, trasladado o modificado;
- La localización de construcciones, lugares o sitios que por sus características constructivas, por su antigüedad, por su valor científico, por su contexto histórico o por sus singularidades, pertenecen al patrimonio cultural;
- La localización de sitios donde se lleven a cabo manifestaciones propias de la cultura o folklore de algún pueblo, comunidad o grupo humano.

10.4.4 Conclusiones

De los antecedentes expuestos se desprende que el proyecto “Estudio y Propuesta de Recuperación de Suelos con mal Drenaje en el sector bajo del Huasco” al generar los potenciales efectos o circunstancias descritos en el Cuadro N° 10.1, debería ingresar al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental vía *Estudio de Impacto Ambiental*.

En particular, el impacto potencial de mayor significación radica en el sistema de humedales los que se constituyen en el hábitat de un apreciable número de aves tanto residentes como migratorias. La parte baja del río Huasco en la región desértica de la Tercera Región, es una de las pocas áreas de humedales (con la salvedad de lo que ocurre en los sectores altiplánicos) en que sirve de lugar de refugio, de alimento, sociabilización, apareamiento y nidificación de la avifauna. Además, se encuentran otras especies como reptiles, anfibios y micromamíferos.

Por otra parte, en la desembocadura del río Huasco existe un área protegida bajo el Decreto N° 27/95 del Ministerio de Agricultura ², el que establece un período de veda de conservación de 30 años, a partir de la publicación en el Diario Oficial, para la protección de anfibios, reptiles, aves y mamíferos. De esta veda se exceptúan especies consideradas dañinas. Esta área queda delimitada

² Decreto N° 27 de 1995. Minagri. Establece periodo de veda de conservación en la zona de la desembocadura del río Huasco, III Región. Publicado en el Diario Oficial el 26 de mayo de 1995.

al oriente por una línea que corre, de norte a sur, por el costado poniente del camino Huasco Bajo-Carrizal Bajo. Esta área, indudablemente, no será intervenida.

El Estudio de Impacto Ambiental que se elabore del Proyecto de la presente Consultoría se debe ingresar al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (COREMA III Región), de modo que sea evaluado ambientalmente por las autoridades sectoriales competentes. En el proceso de evaluación, por razones ambientales, se podría solicitar modificaciones al proyecto o implementar medidas de mitigación de los efectos, circunstancias o impactos que se produzcan sobre uno o más componentes ambientales definidos en el Artículo 11^a de la LBGMA y Título II del Reglamento del SEIA, como así, que el titular del proyecto se haga cargo de los impactos negativos.

Una vez que el proyecto cuente con la Resolución de Calificación Ambiental favorable el proyecto se puede ejecutar, dando cumplimiento integro a lo señalado en dicha RCA.

10.5 Descripción del Proyecto o Actividad

10.5.1 Localización

10.5.1.1 Ubicación Político-Administrativa:

El proyecto “Recuperación de suelos con mal drenaje en el sector bajo de Huasco” se encuentra ubicado en las Comunas de Huasco y Freirina ambas pertenecientes a la Provincia de Huasco; III^a Región de Atacama.

10.5.1.2 Ubicación Geográfica

El valle del río Huasco se encuentra ubicado entre los paralelos 28°30’ de Latitud Sur y los meridianos 69°45’ y 71°00’ de Longitud Oeste, posee las típicas características de los valles transversales del norte de Chile, que se desarrolla a partir de cordones montañosos que descienden desde la cordillera. Específicamente, el área de estudio constituye una franja de tierra que va desde Freirina a la costa, con un largo máximo de alrededor de 15 km y un ancho promedio de 1 km. Esta superficie se enmarca dentro del sector más bajo del valle del río Huasco, aguas abajo de Vallenar, el que presenta extensas terrazas de origen fluvial ubicadas en ambos márgenes del río, además de caracterizarse por extensas zonas desérticas a ambos lados del valle (CEDEC, 1985).

Las localidades de interés para el análisis y caracterización de la zona corresponde a:

SECTOR 1 Huasco

Comprende las localidades de: La Cachina, Huasco Bajo, La Arena, El Pino y La Camelia

Coordenadas U.T.M.

Latitud Norte : desde 6.850.743 hasta 6.847.162 m
Longitud Este : desde 285.824 hasta 291.604 m
Altitud : desde 6 a 40 m.s.n.m.

SECTOR 2 Los Loros

Comprende la localidad de Los Loros

Coordenadas U.T.M.

Latitud Norte : desde 6.846.020 hasta 6.845.161 m
Longitud Este : desde 293.930 hasta 298.011 m
Altitud : desde 58 a 93 m.s.n.m.

SECTOR 3 Las Tablas

Comprende las localidades de Las Tablas y Freirina.

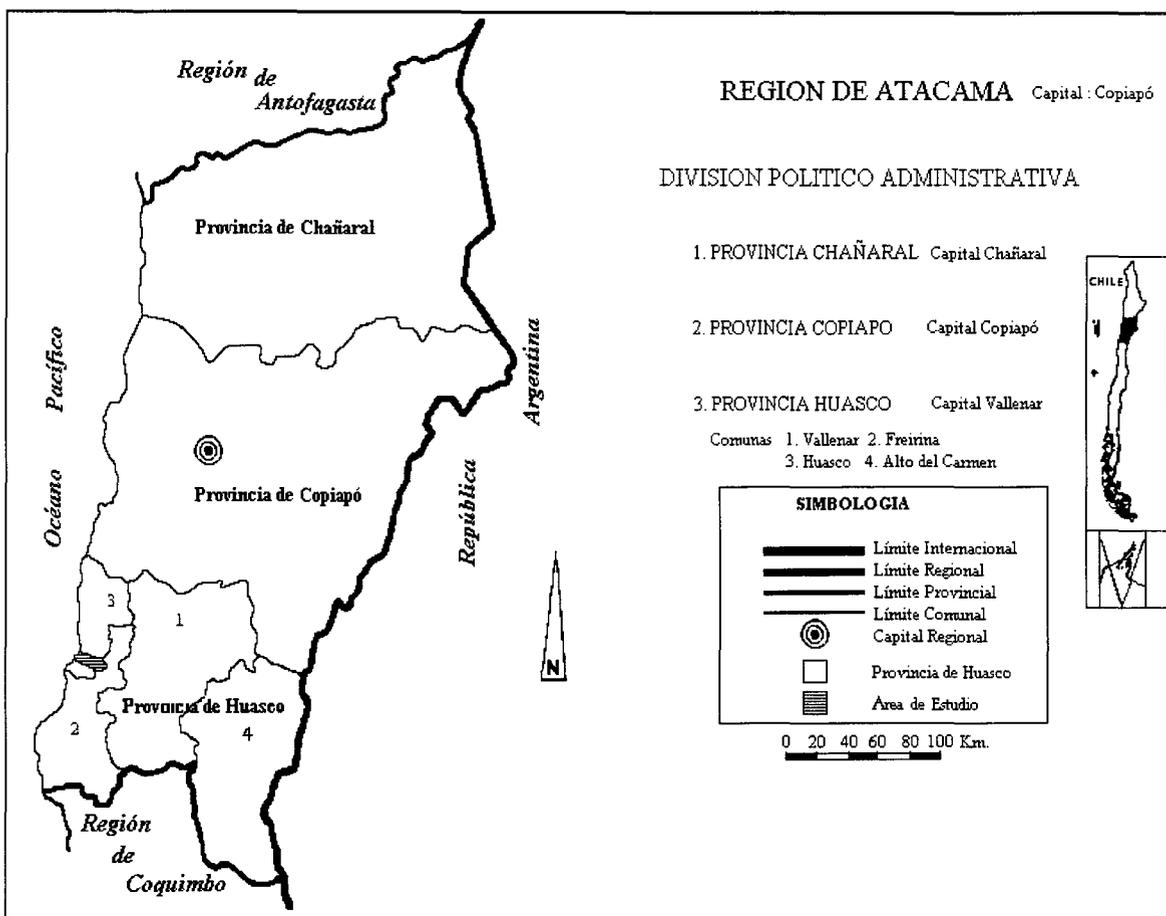
Coordenadas U.T.M.

Latitud Norte : desde 6.847.057 hasta 6.845.180 m
Longitud Este : desde 290.405 hasta 297.072 m
Altitud : desde 35 a 85 m.s.n.m.

Las Coordenadas U.T.M. y la altitud, fueron obtenidas de la Restitución Aerofotogramétrica a escala 1:5.000, del I.G.M., del año 1977 y del Levantamiento Topográfico realizado en la presente Consultoría. En la Figura N° 2 se presenta la ubicación del área de estudio dentro de la provincia de Huasco.

El acceso al área de estudio es por la Ruta G-46, que une Vallenar con Huasco.

Figura N° 2.
Ubicación del área en estudio



Fuente: Localidades Pobladas. Abril, 1982. III Región. XV Censo Nacional de Población y IV de Vivienda – Chile. INE, 1992.

10.5.2 Consideraciones Respecto de la Localización de la Actividad

En particular, respecto de la localización de la actividad se puede señalar lo siguiente:

- Monumentos Nacionales (Letra a, Art. 11° D.S. N° 30/97)

En el entorno inmediato del área de la actividad no se encuentra ningún Monumento Nacional (Monumento Histórico, Zona Típica, Santuario de la naturaleza) de aquellos definidos en la Ley N° 17.288.

- Zonas con Valor Paisajístico y/o Turístico (Letra a y e, Art. 10° D.S. N° 30/97)

El proyecto se realizará en una zona que no tiene valor paisajístico y/o turístico especial.

- Cultura y Folklore (Letra d, Art. 11° D.S. N° 30/97)

El proyecto de drenaje o las actividades para su implementación se realizarán en lugar o sitio donde no se llevan a cabo manifestaciones propias de la cultura o folklore de algún pueblo, comunidad o grupo humano, por lo tanto no se generará alteración sobre dicho patrimonio cultural.

- Población, recursos y áreas protegidas (Art. 9° D.S. N° 30/97)

Tal como se ha señalado, el proyecto se realizará en un área que no generará ningún efecto adverso sobre la población.

Sin embargo, el proyecto se llevará a cabo cercano a un área protegida, según lo dispone el Decreto N° 27 del año 1995 del Ministerio de Agricultura. En un área entre la señalada y la localidad de Freirina existen varios sitios considerados prioritarios para la conservación de especies en alguna categoría de conservación. El proyecto contempla no intervenirlos, por cuanto se estima que sustentan especies de la fauna que deben ser protegidas, aún cuando no hayan sido consideradas en el Decreto señalado anteriormente.

El proyecto no se encuentra cercano a Parques Nacionales y Monumentos Naturales.

- Suelos, relieve, geología (Letra o, Art. 6° D.S. N° 30/97)

La actividad implica la intervención de los suelos. El objetivo es bajar el nivel freático del suelo hasta una profundidad que permita su utilización agrícola. La eliminación de los excedentes de humedad traerán como consecuencia, en alguna medida, cambios en las características del terreno.

No se modificará el relieve ni la geología del lugar.

- Diversidad Biológica (Letra p, Art. 6° D.S. N° 30/97)

Al cambiarse el uso del suelo se persigue un cambio en la composición florística con fines productivos.

Cabe señalar que, como medida de mitigación se dejará una franja de exclusión del proyecto de drenaje y parches húmedos con la finalidad del que continúen siendo sitios de conservación de la diversidad faunística. En ningún caso se afectará el sitio protegido por el Decreto N° 27/95 del Ministerio de Agricultura (SAG).

- Zona Latente o Saturada (D.S. N° 131 / 98)

El área del proyecto no se encuentra inserto dentro de una localidad declarada como "Zona Latente o Saturada".

- Calidad del Aire (D.S. N° 4 / 92 MINAGRI)

Establece Norma de Calidad del Aire para Material Particulado en la cuenca del río Huasco. Es una norma ambiental de calidad secundaria para material particulado sedimentable y para hierro en el material particulado.

10.5.3 Definición de sus Partes, Acciones y Obras Físicas

A continuación se indica las superficies involucradas en el proyecto de drenaje integral, como así la superficie involucrada en el levantamiento de la información de la presente Consultoría.

Etapa	Superficie (ha)
Levantamiento Información Sup. Estudio Agronómico	897,81
Área de Estudio Obras de Drenaje	804,81
Etapa de Construcción	799,86
Etapa de Operación	799,86
Etapa de Mantenición	799,86 (toda el área de proyecto durante toda la vida útil)
Etapa de Abandono	No se contempla el abandono

De las 897,81 ha levantadas en el estudio agronómico de la Consultoría, se excluyeron las superficies que se indican:

- 49,635 ha por corresponder a zonas de preservación de hábitat de la fauna.
- 43,366 ha de suelos de drenaje bueno a excesivo, que no requieren obras de drenaje.

por lo tanto, la superficie resultante es de 804,81 ha, que se estudiaron para construir obras de drenaje.

De la última superficie señalada, se descontaron 4,95 ha, por corresponder a:

- suelos que no pueden ser drenados, por no tener cota de salida del exceso de agua

descontada la superficie señalada, se obtiene la superficie de drenaje a proyecto (799,86 ha).

10.5.3.1 Estudio y Diseño del sistema de drenaje

El diseño del sistema de drenaje, en las áreas seleccionadas del proyecto, exigió una serie de estudios básicos, dentro de los cuales está la determinación de la profundidad y fluctuación del nivel freático en el tiempo y mediciones de conductividad hidráulica del suelo. Con estos antecedentes, se elaboró un plano de las equipotenciales que permitió conocer la dirección del movimiento de las aguas subterráneas.

Para la determinación de la profundidad del nivel freático y su fluctuación en el tiempo, se utilizó una red de tubos de observación, enterrados hasta una profundidad de 2 m. Efectuando mediciones periódicas a la profundidad del nivel freático en los pozos de observación, aproximadamente cada 25 a 30 días, utilizando para tal efecto una sonda eléctrica.

Con los datos recopilados se procedió a elaborar un hidrograma, gráfico que muestra las variaciones del nivel de agua en el suelo, relacionando la profundidad (o altura) del nivel freático en el tiempo. La confección de estas relaciones permitió definir, el efecto de las recargas de agua y su posible origen.

Cada punto de observación presenta su respectiva cota, las que fueron utilizadas para la confección de curvas de nivel de la napa, generando de esta forma los planos de isohypsas que proveen de información suficiente para derivar datos sobre gradientes hidráulicos, dirección de flujo, cantidad de agua subterránea en movimiento y áreas de recarga y descarga.

La determinación de la conductividad hidráulica es fundamental para el diseño y funcionamiento de los drenes subsuperficiales. Para tal efecto, la conductividad hidráulica se determinó *in situ* en cada uno de los puntos de observación (con agua libre suficiente para realizar las mediciones), mediante el método del barreno o método de Hooghoudt, que consiste en tomar el tiempo de recuperación del nivel freático original, en el orificio del barreno, después de extraer el agua rápidamente mediante un sistema de bombeo. Una vez determinada la conductividad hidráulica en cada uno de los puntos de observación, se confeccionaron planos de conductividad hidráulica con el objeto de observar la magnitud y variación espacial y temporal de ésta.

10.5.3.2 Construcción

En base al estudio y diseño, se identificaron diversos sectores con igual comportamiento hidráulico, cada sector tiene un sistema de drenaje independiente, que utilizará como colector final el río Huasco.

Las principales recargas a drenar corresponden a las originadas por el riego, específicamente a la fracción de percolación profunda requerida para la lixiviación de las sales fuera de la zona radicular. Como criterio de diseño, se asumió una profundidad de la napa freática de 1,55 m, de tal manera de no afectar el desarrollo de los cultivos.

En primer lugar se verificó, en el plano de isohypsas, el sentido de avance del nivel freático, de manera de modelar el sentido que deberían llevar los drenes laterales. Estos últimos deben tratar de cortar perpendicularmente el sentido del flujo.

Luego sobre el plano base con las curvas de nivel interpoladas cada 25 cm, se trazaron las alternativas de drenes colectores, siguiendo en general los límites de los predios. Cada alternativa iterada fue corroborada con las pendientes del terreno y las posibilidades de descarga en el río. El dren colector pertenece al sistema de drenaje extrapredial. Como alternativa preliminar se estudió tener zanjas colectoras con un talud de 2:1, con un fondo de ancho variable (entre 40 y 120 cm por las condiciones de terreno), y una profundidad de 2,5 m. Posteriormente se estudió la alternativa de colectores en tubería enterradas. Finalmente, se concluyó en un sistema mixto, con dominancia de la tubería enterrada. Sólo donde no fue posible disponer de tuberías enterradas, se consultó zanjas abiertas.

El diseño contempla drenes entubados, con una pendiente de 1 por mil, con una cámara de inspección por dren, y una obra de albañilería en la boca de salida hacia el colector. Los drenes intraprediales (laterales y central) serán enterradas a una profundidad que varía entre 1,74 y 1,79 m, estos deben descargar libremente sus aguas a un dren colector, para lo cual necesitarán una altura libre de agua de 30 cm por sobre el fondo de este dren, es decir los drenes colectores deberán tener una profundidad mínima de 2,04 m a 2,09 m, según corresponda el sector.

Posteriormente se debe ejecutar el trazado de obras y topografía, excavación con retroexcavadora (ancho de pala de 70 cm), colocación de tuberías (tubo de drenaje corrugado), relleno inicial de las tuberías a mano y posteriormente con máquina.

Toda construcción de una obra de drenaje debe comenzar en la cota más baja, para continuar hacia las más altas, para permitir que durante su construcción el agua de drenaje fluya libremente fuera del sistema y no se acumulen e inunden la excavación, es decir, la construcción debe comenzar desde la boca de salida y terminar con la construcción de los drenes secundarios.

10.5.3.3 Operación y Mantención

El manejo de las instalaciones de drenaje consiste casi exclusivamente en las operaciones de limpieza y mantenimiento de los distintos elementos, aunque en ciertos casos pueden incluirse también operaciones como manejo de compuertas, accionamiento de bombas, etc. Todos estos trabajos no se pueden considerar separadamente de otras operaciones de uso y mantenimiento, sobre todo las que afectan a la red de riego. Por ello es importante que el manejo de las instalaciones de riego y drenaje estén a cargo de las mismas organizaciones.

a) Conservación de los cauces

Los cauces abiertos (emisarios, colectores, desagües, drenes-zanjas), cuando no están revestidos son elementos fácilmente deteriorables, debido a la erosión, sedimentación,

aparición de vegetación, etc. En consecuencia son obras que necesitan mucha mantención, con limpiezas y reparaciones periódicas.

Por medios mecánicos se pueden realizar variadas mantenciones en los cauces; como extracción de fangos y reconstrucción de la sección, siega de la vegetación de los taludes, eliminación de la vegetación acuática. El único inconveniente de la utilización de este sistema es la necesidad de contar con maquinaria especialmente adaptada para estas operaciones.

En los desagües se acumula sedimento, que reducen la capacidad del cauce, estos que deben ser extraídos periódicamente, con una frecuencia que depende de los siguientes factores; naturaleza del terreno, pendiente de los taludes, pendiente longitudinal del cauce. Sin embargo, el geotextil se constituye en una barrera que impedirá el paso de sedimentos a las tuberías de PVC corrugado y por lo tanto no aportarán sedimentos a los drenes abiertos, donde descargan en algunos casos. Por otro lado, las zanjas abiertas representan sólo un 7,85% de la totalidad de drenes. Una buena práctica es retirar los fangos una vez por año. A pesar de estas obras de conservación, cada cierto número de años es necesario reconstruir la sección del cauce, donde el instrumento típico para este trabajo es la retroexcavadora, que se desplaza por los márgenes del desagüe efectuando su limpieza. Los taludes de los desagües son lugares propicios para el desarrollo de la vegetación, que encuentra en ellos excelentes condiciones de humedad. La vegetación ejerce una función favorable al aumentar la estabilidad de la tierra, sin embargo un desarrollo excesivo va en desmedro de la capacidad de transporte, lo que obliga a eliminar periódicamente la vegetación de los taludes.

Un tercer método de eliminación de la vegetación de los cauces y zanjas abiertas es a través de métodos químicos, que tienen la ventaja de tener reducidos costos en comparación con los otros sistemas de control. Además herbicidas de traslocación eliminan incluso las partes subterráneas de la planta, reduciendo el rebrote. De esta manera el cauce se mantiene limpio por más tiempo. Su principal inconveniente es el daño que estos productos químicos pueden causar a la fauna local y eventualmente al hombre. Se recomienda por ser más inocuos y con efecto residual sobre las plantas, pero no sobre la fauna, herbicidas tales como Karmex (para aplicación otoño-invierno) y Azolan (primavera-verano). El primero de ellos presenta un cierto efecto residual en tanto que el segundo es un herbicida sistémico que controla malezas anuales y perennes; entre otras controla zarzamora y totora.

b) Conservación de los drenes y colectores enterrados

La principal causa que disminuye la eficiencia de los drenes consiste en el depósito de sedimentos. Las partículas de suelo pueden entrar por las juntas o perforaciones y depositarse en el interior del dren, llegando a veces a tapanlo completamente cuando no se emplea un medio filtrante. Los suelos que contienen altos contenidos de limo en su composición son los más complicados, debido a la baja estabilidad del material. La

formación de depósitos se combate mediante el empleo de materiales filtrantes y dando pendientes adecuadas a los drenes. Otra causa que perjudica el funcionamiento de los drenes es la formación de depósitos de hierro. Como se ha indicado, los drenes enterrados serán recubiertos con geotextil que impide el paso de los sedimentos al interior de la tubería, permitiendo sólo el paso del agua de drenaje.

Limpieza de los drenes: Existen varios métodos de eliminación de los sedimentos depositados en los drenes. Uno de ellos consiste en introducir por la boca del dren un bailer con un mango largo y flexible que permita alcanzar el fondo del dren, el bailer se va llenando con los sedimentos y luego se extrae. El método más eficaz es el de limpieza por agua a presión. Consiste en introducir por la boca del dren una tubería flexible que en el extremo lleva una cabeza inyectora. El agua a presión sale por el orificio central del inyector, arrastrando los sedimentos hasta la boca del dren.

10.5.4 Vida Útil

No se considera una etapa de abandono, pues la producción agrícola requiere de la evacuación constante de las aguas de saturación del suelo.

Se considera que la operación estará acompañada de una adecuada mantención de las zanjas.

10.5.5 Cronograma de Actividades

Por las características del proyecto y la actual fase de la ingeniería no se puede definir un cronograma de actividades.

En primer lugar se debe elaborar un EIA que debe ser evaluado ambientalmente en el SEIA. Una vez obtenida la RCA favorable se podrá pasar a una etapa de ingeniería más avanzada. Cabe recordar que el Proyecto es de Prediseño, lo que sería equivalente a la Etapa de Factibilidad, según otras instituciones o entidades de carácter privado.

En una Etapa de Diseño se debieran incorporar las modificaciones y restricciones que queden indicadas en la RCA. Posteriormente se podría construir, una vez que los fondos para ello sean aprobados.

Antes de iniciar las obras de construcción del sistema de drenaje se debe dar aviso oportuno a la Comisión Regional del Medio Ambiente de la IIIª Región de las fechas de inicio y término de las actividades de construcción.

10.6 Legislación Ambiental Aplicable al Proyecto

Se analizará la normativa ambiental vigente aplicable al proyecto: normativa de carácter general y específica relacionada con la protección del medio ambiente, la preservación de la naturaleza, el uso y manejo de los recursos naturales.

10.6.1 Normativa General

El proyecto actual (a nivel de prediseño) y final (a nivel de diseño definitivo) de drenaje para la recuperación de suelos con mal drenaje en el sector bajo del río Huasco, se enmarca y se debe enmarcar dentro de las exigencias de la normativa general, de acuerdo a la etapa de estudio en que se enmarca y se enmarcará, según lo imponen:

- La Ley N° 19.300/94, Ley de Bases Generales del Medio Ambiente (LBGMA), y
- El Decreto N° 30/97, Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA).

Cabe consignar que, en una etapa más avanzada el proyecto (diseño definitivo) debe recoger las modificaciones que impongan las autoridades ambientales a través de la RCA, una vez que se elabore un Estudio de Impacto Ambiental y se someta al SEIA.

10.6.2 Normativa Ambiental Específica

El análisis de los artículos que respaldan la entrada al SEIA mediante un Estudio de Impacto Ambiental se presentó en el ítem 10.4

A continuación se presenta una reseña del marco legal específico, indirectamente relacionado con las actividades del Proyecto, el aspecto que regula, su relación con el proyecto y el cumplimiento que debiera adoptarse.

- D.S. N° 90/00 Ministerio Secretaría General de la Presidencia (publicado el 07 de marzo del 2001) "Norma de Emisión para la regulación de contaminantes asociados a las descargas de residuos líquidos en aguas marinas y continentales superficiales.

Aspecto que regula: Regula los contaminantes asociados a las descargas de residuos líquidos

Pertinencia con el estudio:

No es aplicable. La descarga corresponde a aguas de riego que se infiltran desde canales ubicados en cotas superiores o a la elevación del nivel freático por acción del río Huasco.

- D.F.L. N° 1.122/81 Código de Aguas.

Aspecto que regula: Regula el aprovechamiento del recurso hídrico.

Por ser un cuerpo matriz para la regulación del recurso agua, no constituye una norma fundamental en el tema de la contaminación.

Pertinencia con el estudio:

Las aguas de drenaje no son residuos industriales o residuos mineros por lo tanto no son aplicables las normas señaladas u otras tales como:

- Ley 3.133 (D.S. 2.491/16) y su Reglamento sobre Neutralización de los Residuos provenientes de establecimientos industriales.
- D.L. N° 3.557/81 que Establece Disposiciones sobre Protección Agrícola. Se encuentra referido a prescribir que los establecimientos industriales, mineros, fabriles u otros que manipulen productos susceptibles de contaminar la agricultura.
- D.S. N° 594/99: “Aprueba Reglamento sobre Condiciones Sanitarias y ambientales Básicas en los Lugares de Trabajo”

Aspecto que regula:

Este Decreto reemplazó al D.S. N° 745/93.

Establece y regula las condiciones sanitarias y ambientales que deben cumplir las áreas de trabajo, en cuanto a exposición y tiempo de niveles de ruido, vibraciones y elementos.

Pertinencia con el estudio:

El proyecto no generará residuos, ruido u otra descarga al ambiente que afecte o que potencialmente podría afectar la salud de los trabajadores. Las faenas se desarrollarán al aire libre en un ambiente no controlado. La salvedad dice con la utilización de maquinaria pesada para la construcción de las zanjas, sobre la base de una retroexcavadora. Está es la mayor fuente de ruido, siendo puntual y sólo para la etapa de construcción. Eventualmente se podría utilizar en la mantención de las zanjas. En la operación no se utiliza.

Cumplimiento:

Se debiera cumplir todo aquello que pudiera ser atingente al tipo de proyecto.

- D.L. N° 3.557/81: “Protección Agrícola”

Aspecto que regula:

En su Artículo 9 dispone que los propietarios, arrendatarios o tenedores de predios rústicos están obligados a destruir, tratar o procesar las basuras, malezas o productos perjudiciales para la agricultura que aparezcan o se depositen en canales o cursos de agua.

Pertinencia con el estudio:

El proyecto no generará basuras, pero si generará malezas, troncos y ramas. Además, generará el material suelo que se extraerá de las zanjias de drenaje.

Al nivel actual de desarrollo del proyecto se estima la corta de vegetación, en el caso más desfavorable, de 800 a 1.000 individuos, principalmente de olivos. En forma secundaria se cortarían membrilleros y eucaliptos. Adicionalmente, arbustos y herbáceas como ciperáceas, juncáceas, y gramíneas de ambientes húmedos y salinos.

Cumplimiento:

- Especies Arbóreas y Arbustivas

No existen especies arbóreas o arbustivas con problemas de conservación que se puedan ver afectadas.

Todas las especies arbóreas señaladas no tienen restricción para su corta. Para materializar el proyecto de drenaje será indispensable cortar los árboles.

La madera que se obtiene en la zona, como parte de la corta de olivos, se utiliza para la fabricación de carbón, constituyéndose en una entrada económica para aquellos que la practican, la que sin embargo sólo es ocasional. El material vegetal menor se propone enterrarlo. El material edáfico obtenido de la excavación de las zanjias se esparcirá sobre toda la superficie de los predios para rellenar sectores más deprimidos.

- Áreas Protegidas

El proyecto no se desarrollará en un suelo que se ubique en alguna de las categorías de áreas protegidas reconocidas por la legislación.

Sin embargo, en la desembocadura del río Huasco existe una amplia zona protegida mediante un periodo de veda de conservación de la fauna, que comprende desde el año 1995 hasta el año 2025.

- Fauna

La Ley de Caza N° 19.473 ³ y su Reglamento (D.S. N° 5/98) establece las categorías y criterios de conservación de la fauna de vertebrados.

Es aplicable por cuanto en el área de proyecto existe una diversidad de especies, especialmente aves, que se encuentran en alguna categoría de conservación.

- Calidad del Aire

El D.S. N° 4 de 1992, del Ministerio de Agricultura establece Norma de Calidad del Aire para Material Particulado en la cuenca del río Huasco. Este cuerpo reglamentario establece norma de calidad ambiental secundaria para material particulado sedimentable y para hierro en el material particulado. El proyecto y sus actividades no modificarán la calidad del aire, por lo cual no es aplicable.

10.7 Permisos Ambientales Sectoriales

No existe en la legislación vigente permiso sectorial aplicable a la construcción de proyectos de drenaje, en la forma que los define el Título VII del Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental y en función de los antecedentes que se disponen a la fecha. A continuación se indica la pertinencia de solicitar dichos permisos:

Cuadro N° 10.2
Solicitud de permisos ambientales sectoriales asociados al proyecto

Permisos	Autoridad que lo Otorga	Pertinencia con el Proyecto
Artículo 66.- Permiso para arrojar lastre, escombros o basuras y derramar petróleo o sus derivados o residuos, aguas de relaves de minerales u otras materias nocivas o peligrosas de cualquier especie, que ocasionen daños o perjuicios en las aguas sometidas a la jurisdicción nacional, y en puertos, ríos y lagos, a que se refiere el artículo 142 del D.L. 2.222/78, Ley de Navegación	DIRECTEMAR	No aplicable
Artículo 67.- Permisos para efectuar vertimientos en aguas sometidas a jurisdicción nacional o en alta mar, desde naves, aeronaves, artefactos navales, construcciones y obras portuarias, a que se refieren los artículos 108 y 109 del D.S. 11/2 del Ministerio de Defensa Nacional	DIRECTEMAR	No aplicable
Artículo 68.- Permiso para emplazar instalaciones terrestres de recepción de mezclas oleosas en puertos y terminales marítimos del país, a que se refiere el artículo 113 del D.S. 1/92 del Ministerio de Defensa Nacional	DIRECTEMAR	No aplicable

³ Sustituye a la Ley N° 4.601, sobre Caza y Artículo 609° del Código Civil

Permisos	Autoridad que lo Otorga	Pertinencia con el Proyecto
Artículo 69.- Permiso para descargar en aguas sometidas a la Jurisdicción nacional, aguas que contengan mezclas oleosas, provenientes de una planta de tratamiento de instalaciones Terrestres de recepción de mezclas oleosas, a que se refiere el artículo 116 del D.S. 1/92 del Ministerio de Defensa Nacional	DIRECTEMAR	No aplicable
Artículo 70.- Permisos para instalar y operar un terminal marítimo y las cañerías conductoras para el transporte de sustancias contaminantes o que sean susceptibles de contaminar, a que se refiere el artículo 117 del D.S. 1/92 del Ministerio de Defensa Nacional	DIRECTEMAR	No aplicable
Artículo 71.- Permiso para introducir o descargar en aguas sometidas a la jurisdicción nacional, materias, energía o sustancias nocivas o peligrosas de cualquier especie, que no ocasionen daños o perjuicios en las aguas, la flora o la fauna, a que se refiere el artículo 140 del D.S. 1/92 Ministerio de Defensa Nacional	DIRECTEMAR	No aplicable
Artículo 72.- Permisos para realizar actividades de cultivo y producción de recursos hidrobiológicos, D.S. N° 430 Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción	SERNAP	No aplicable
Artículo 73.- Permisos para realizar trabajos de conservación, reparación o restauración de Monumentos Históricos; para remover objetos que formen parte o pertenezcan a un Monumento Histórico; para destruir, transformar o reparar un Monumento Histórico, o hacer construcciones en sus alrededores; o para excavar o edificar si el Monumento Histórico fuere un lugar o sitio eriazo, a que se refieren los artículos 11 y 12 de la Ley N° 17.288, sobre Monumentos Nacionales	CONSEJO DE MONUMENTOS NACIONALES	No aplicable
Artículo 74.- Permisos para hacer excavaciones de carácter o tipo arqueológico, antropológico, paleontológico o antropo-arqueológico, a que se refieren los artículos 22 y 23 de la Ley N° 17.288, sobre Monumentos Nacionales, y su Reglamento sobre Excavaciones y/o Prospecciones Arqueológicas, Antropológicas y Paleontológicas, aprobado por D.S. 4841/0, del Ministerio de Educación	CONSEJO DE MONUMENTOS NACIONALES	Requiere de estudios específicos para identificar la necesidad de solicitarlo
Artículo 75.- Permiso para hacer construcciones nuevas en una zona declarada típica o pintoresca, o para ejecutar obras de reconstrucción o de mera conservación, a que se refiere el artículo 30 de la Ley N° 17.288, sobre Monumentos Nacionales.	CONSEJO DE MONUMENTOS NACIONALES	No aplicable
Artículo 76.- Permiso para iniciar trabajos de construcción o excavación, o para desarrollar actividades como pesca, caza, explotación rural o cualquiera otra actividad que pudiera alterar el estado natural de un Santuario de la Naturaleza, a que se refiere el artículo 31 de la Ley N° 17.288, sobre Monumentos Nacionales	CONSEJO DE MONUMENTOS NACIONALES	No aplicable
Artículo 77.- Permiso para efectuar exploraciones de aguas subterráneas en terrenos públicos o privados de zonas que alimenten áreas de vegas y de los llamados bofedales, en las Regiones de Tarapacá y Antofagasta, a que se refiere el inciso tercero del artículo 58 del D.F.L. 1.122/81, Código de Aguas	DIRECCION GENERAL DE AGUAS	No aplicable
Artículo 78.- Permiso para realizar nuevas explotaciones o mayores extracciones de aguas subterráneas que las autorizadas, en zonas de prohibición, a que se refiere el artículo 63 del D.F.L. 1.122/81, Código de Aguas	DIRECCION GENERAL DE AGUAS	No aplicable

Permisos	Autoridad que lo Otorga	Pertinencia con el Proyecto
Artículo 79.- Permiso para el emplazamiento, construcción, puesta en servicio, operación, cierre y desmantelamiento, en su caso, de las instalaciones, plantas, centros, laboratorios, establecimientos y equipos nucleares, Artículo 4, Ley N° 18.302, Ley de Seguridad Nuclear.	CCHEN	No aplicable
Artículo 80.- Permiso para centrales nucleares de potencia..., Artículo 4, Ley N° 18.302, Ley de Seguridad Nuclear.	CCHEN	No aplicable
Artículo 81.- Permiso para el transporte de materiales radiactivos en todas las modalidades de transporte por vía terrestre, acuática o aérea, mientras tales materiales radiactivos no formen parte integrante del medio de transporte, a que se refiere el artículo 1 del D.S. 12/85	CCHEN	No aplicable
Artículo 82.- Permiso para emprender la construcción de tranques de relave, artículo 47 del D.S. N° 86/70, del Ministerio de Minería.	SERNAGEOMIN	No aplicable
Artículo 83.- Permiso para ejecutar labores mineras dentro de una ciudad o población, en cementerios, en playas de puertos habilitados y en sitios destinados a la captación de las aguas necesarias para un pueblo; a menor distancia de cincuenta metros (50 m), medidos horizontalmente, de edificios, caminos públicos, ferrocarriles, líneas eléctricas de alta tensión. Andariveles, conductos, defensas fluviales, cursos de agua y lagos de uso público, y a menor distancia de doscientos metros (200 m), medidos horizontalmente, de obras de embalse, estaciones de radiocomunicaciones, antenas e instalaciones de telecomunicaciones, a que se refiere el artículo 17 N° 1 de la Ley N° 18.248, Código de Minería	SERNAGEOMIN	No aplicable
Artículo 84.- Permiso para ejecutar labores mineras en lugares declarados parques nacionales, reservas nacionales o monumentos naturales, a que se refiere el artículo 17 N° 2 de la Ley N° 18.248, Código de Minería	SERNAGEOMIN	No aplicable
Artículo 85.- Permiso para ejecutar labores mineras en covaderas o en lugares que hayan sido declarados de interés histórico o científico, a que se refiere el artículo 17, N° 6, de la Ley N° 18.248, Código de Minería.	SERNAGEOMIN	No aplicable
Artículo 86.- Permiso para establecer botaderos en las minas a tajo abierto, a que se refiere el artículo 318 del D.S. 72/85 del Ministerio de Minería	SERNAGEOMIN	No aplicable
Artículo 87.- Permiso para la extracción del ripio y arena en los cauces de los ríos y esteros, a que se refiere el artículo 11 de la Ley N° 11.402	MOP	No aplicable
Artículo 88.- Permisos para la producción y/o distribución de agua potable, D.F.L N° 382/88, Ley Gral. Servicios Sanitarios.	SISS	No aplicable
Artículo 89.- Permiso para vaciar residuos líquidos que contengan sustancias nocivas a la bebida o al riego, provenientes de establecimientos industriales... artículo 3, Ley N° 3.133	SISS	No aplicable
Artículo 90.- Permiso para la construcción, modificación y ampliación de cualquier obra pública o particular destinada a la provisión o purificación de agua potable. Artículo 71, Código Sanitario.	SERVICIO DE SALUD	No aplicable
Artículo 91.- Permiso para la construcción, modificación y ampliación de cualquier obra pública o particular destinada a la evacuación, tratamiento o disposición final de residuos industriales o mineros...artículo 71, D.F.L. 725/67, Código Sanitario.	SERVICIO DE SALUD	No aplicable
Artículo 92.- Permiso para la construcción, modificación y ampliación de cualquier obra pública o particular destinada a la evacuación, tratamiento o disposición final de desagües y aguas servidas de cualquier naturaleza, a que se refiere el artículo 71 letra b) del D.F.L. 725/67	SERVICIO DE SALUD	No aplicable

Permisos	Autoridad que lo Otorga	Pertinencia con el Proyecto
Artículo 93.- Permiso para ejecutar labores mineras en sitios donde se han alumbrado aguas subterráneas en terrenos particulares o en aquellos lugares cuya explotación pueda afectar el caudal o la calidad natural del agua, a que se refiere el artículo 74 del D.F.L. 725/67	SERVICIO DE SALUD	No aplicable
Artículo 94.- Permisos para la construcción, modificación y ampliación de cualquier planta de tratamiento de basuras y desperdicios de cualquier clase; o para la instalación de todo lugar destinado a la acumulación, selección, industrialización, comercio o disposición final de basuras y desperdicios de cualquier clase, a que se refieren los artículos 79 y 80 del D.F.L. 725/67, Código Sanitario.	SERVICIO DE SALUD	No aplicable
Artículo 95.- Permiso para la instalación, ampliación o traslado de industrias, DFL 725/67, Código Sanitario.	SERVICIO DE SALUD	No aplicable
Artículo 96.- Permiso para el funcionamiento de recintos públicos o privados, ubicados preferentemente en zonas no urbanas, destinados a albergar personas que hacen vida al aire libre con fines de recreación..., artículo 3 D.S. N° 301/84, ministerio de Salud	SERVICIO DE SALUD	No aplicable
Artículo 97.- Permiso para subdividir y urbanizar terrenos rurales...artículo 55 del D.F.L. N° 458/75 del Ministerio de Vivienda y Urbanismo.	MINAGRI	No aplicable

Siglas empleadas:

DIRECTEMAR	:	Dirección del Territorio Marítimo y Marina Mercante
SERNAP	:	Servicio Nacional de Pesca
CCHEN	:	Comisión Chilena de Energía Nuclear
SERNAGEOMIN	:	Servicio Nacional de Geología y Minería
MOP	:	Ministerio de Obras Públicas
SISS	:	Superintendencia de Servicios Sanitarios
MINVU	:	Ministerio de Vivienda y Urbanismo
MINAGRI	:	Ministerio de Agricultura

10.8 Línea Base

En el marco de la realización del “Estudio y Propuestas de Recuperación de Suelos con Mal Drenaje en el Sector Bajo del Huasco” se estudiaron una serie de componentes ambientales relacionadas con el proyecto mismo y que conforman la Línea Base Ambiental. En el presente Capítulo se hace una relación de los aspectos más importantes de los componentes descritos en capítulos anteriores, a los que se agregan otros que no están relacionados en forma directa con el proyecto pero que tienen relación con aspectos ambientales que deben ser contemplados en la realización de un Estudio de Impacto Ambiental, si el Proyecto se decide llevar a cabo, según el análisis de pertinencia de someterse al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental que se realizó, precedentemente.

Para evaluar ambientalmente el proyecto se requiere contrastar el proyecto con la línea base ambiental, por lo que a continuación se presentan los componentes y elementos ambientales que se indican. De igual forma se hizo un resumen del proyecto en este mismo capítulo.

El desarrollo de la línea base, del estudio de la presente Consultoría, ha estudiado los componentes ambientales que se indican a continuación, ya que son los que están relacionados directa o indirectamente con el Proyecto:

- **Medio Físico**
- *Clima y Meteorología*
- *Geología y Geomorfología*
- *Suelo*
- *Hidrología*
- *Calidad de Aguas*

- **Medio Biótico**
- *Flora y Vegetación*
- *Fauna*

- **Medio Antrópico**
- *Antecedentes Demográficos*
- *Aspectos Socioeconómicos y Culturales*
- *Paisaje y Estética*

Para el levantamiento de la línea base se contó con información bibliográfica generada en estudios llevados a cabo en el área de Huasco y con el desarrollo de campañas de terreno realizados por este Consultor, por lo que, en general, la caracterización de los distintos componentes considera una componente bibliográfica y otra de terreno.

10.8.1 Medio Físico

10.8.1.1 Clima y Meteorología

La zona climática del Valle del Huasco pertenece al cinturón de altas presiones subtropicales, influenciado por anticiclón del Pacífico suboriental. Estas áreas de alta presión inhiben el paso de frentes por encima de la zona mediterránea y aumentan la estabilidad vertical del aire. En verano, las áreas de alta presión están ubicadas lejos del Ecuador entre 35° y 31° de latitud sur, y la actividad frontal está desplazada a los polos. En invierno, las celdas de alta presión se mueven hacia el Ecuador entre 25° y 28° y los frentes húmedos pueden avanzar más cerca del Ecuador, cruzando las regiones mediterráneas. Estos frentes de invierno son las principales fuentes de precipitación en estas regiones.

Desde un punto de vista ecológico, esta área se encuentra inserta en Chile en la zona de tendencia mediterránea, que se extiende prácticamente desde el paralelo 25° hasta el sur del paralelo 40°. En efecto, se puede caracterizar este clima mediterráneo por dos condiciones: lluvias regulares de invierno, aún cuando ellas sean insuficientes y un periodo variable de sequía en verano, la sequedad es algo templada en la costa por la humedad elevada y las neblinas persistentes.

El bioclima marítimo de tendencia mediterránea se acentúa por las influencias oceánicas, siendo más húmeda que aquella banda interior, con temperaturas mínimas más elevadas, las máximas más bajas y por lo tanto una menor diferencia térmica. Desde este punto de vista existen 9 a 10 meses absolutamente secos en la costa, 11 en el interior y 9 en la parte preandina. Ningún mes es suficientemente húmedo, sino simplemente semiárido.

La temperatura media del año es de 16,5°C en la costa, 16°C en la parte central y 11°C en el área preandina.

La temperatura media máxima es de 20°C en la costa, 24,5°C en la parte central y 16,5°C en el área preandina.

La temperatura medias mínimas es de 13°C en la costa, 8°C en la parte central y 7°C en el área preandina.

La pluviosidad es de 20-25 mm en la costa, 25 mm en la parte central y 50-75 mm en el área preandina.

El valle del Huasco es un sector en el cual no ocurren heladas, como lo demuestran los datos climáticos. La influencia del mar se hace sentir en términos de temperaturas moderadas, que no oscilan a extremas considerables. Las temperaturas mínimas medias, registradas en el mes de Julio han sido de 8,8°C La presencia de neblina es un factor que contribuye a la estabilidad de las temperaturas por el aumento de la humedad relativa, favoreciendo la adaptación y comportamiento de las especies vegetales, pero disminuye la radiación solar, lo que incide en la tasa fotosintética de los cultivos.

Los grados-días, base 10, alcanzan un total acumulado de 1.861 al año, lo que no es una cifra muy alta, para muchos cultivos, situación que favorece el desarrollo y crecimiento de una amplia gama de especies de cultivos y frutales.

El viento es un factor de ocurrencia frecuente en el sector, convirtiéndose en un elemento limitante para la adaptación de algunas especies vegetales, sino se adoptan medidas de protección.

10.8.1.2 Geología y Geomorfología

Chile, desde el punto de vista geomorfológico, se divide en cinco grandes conjuntos regionales. La primera agrupación regional comprende las regiones de Tarapacá, Antofagasta y Atacama, de

acuerdo a la nomenclatura administrativa actual, se identifica como: “Región Septentrional de las Pampas Desérticas y Cordilleranas Prealtiplánicas. Comprende una superficie de 291.100 km², dentro de la cual se inserta una serie muy variada de zonas morfoclimáticas, entre ellas el valle del Huasco.

Morfológicamente es posible enunciar cuatro grandes áreas insertas en la geomorfología local: Las terrazas marinas al oeste, las cadenas montañosas intermedias, la alta cordillera y los fondos de ríos y quebradas. Todas ellas son importantes en la definición de microclimas locales.

Las unidades microregionales del valle del río Huasco son: La Planicie Litoral, Los Llanos de Sedimentación Fluvial y/o Aluvional y La Pampa Transicional.

Los Llanos de Sedimentación Fluvial y/o Aluvional: Esta zona geomorfológica corresponde al efecto de llanura de acumulación detrítica producida por la coalescencia de materiales continentales con depositaciones marinas. El río Huasco en una extensión de 30 km, genera una zona de acumulación fluvial, la cual ha estado sometida a efectos de una tectónica litoral muy enérgica.

10.8.1.3 Suelo

a) Caracterización física del suelo

El muestreo de los suelos y la descripción de calicatas se realizaron hasta una profundidad de 1,2 m cuando no se encontró impedimento físico o presencia de nivel freático, tomando muestras de suelo desde cada horizonte descrito.

Las calicatas se realizaron en aquellas Series de suelos representativas del área del proyecto que presentan drenaje restringido, además se caracterizaron los terrenos Misceláneo aluvial y pantano, que también presentan drenaje restringido. La descripción de las calicatas fue orientada a reconocer los factores limitantes para la adaptación de cultivos. A continuación en el Cuadro N° 10.3 se presentan las Series de suelo y los Misceláneos muestreados, con sus respectivas superficies.

Cuadro N° 10.3

Series de suelo y Misceláneos muestreados y su representación en el área de estudio

Serie	Fase	Superficie (ha)	Porcentaje (%)
Bellavista	BVT-D2 W3	134,70	15,0%
Paona	PNA-D2 W3	175,18	19,5%
	PNA-D3 W2	61,04	6,8%
	PNA-Var. D3 W1S	67,66	7,5%
Misceláneo Aluvial	MAL	180,11	20,1%
Misceláneo Pantano	MPT	50,80	5,7%
Total reconocido en muestreo		669,48	74,6%
Total Suelos drenaje restringido		854,44	95,2%
Suelos drenaje bueno o excesivo		43,37	4,8%
Total Suelos área de estudio (ha)		897,81	100,0%

Del cuadro anterior se reconoce que fueron muestreados prácticamente el 75% de los suelos involucrados.

En total, cada serie y misceláneo que ingresa a proyecto comprende:

- Serie Bellavista: 168,57 ha
- Serie Paona: 449,61 ha
- Misceláneo Aluvial: 135,84 ha
- Misceláneo Pantano: 50,82 ha
- Total: 804,82 ha

A continuación se describen de forma general las distintas series de suelo presentes dentro del área en estudio.

Serie Bellavista BVT – D2_{w3}

Esta Serie de suelo presenta en los primeros 30 cm del perfil una texturas franco arenosa gruesa, con estructura de bloques subangulares finos y una abundante presencia de raíces finas, su limite con el horizonte inferior es abrupto. Bajo los 30 cm la textura cambia a arenosa gruesa, desapareciendo gradualmente la estructura y las raíces en el perfil, la presencia de moteados y oxidaciones se hacen comunes, debido al nivel freático fluctuante que afecta al perfil.

Serie Paona PNA – D2_{w3} y PNA – D3_{w3}

En esta Serie de suelo la textura franco arenosa predomina en los primeros 50-60 cm del perfil, presenta además estructura de bloques subangulares débiles, abundantes restos de raíces muertas sin descomponer, desde los primeros 20 cm se observan moteados que

aumentan gradualmente en profundidad, evidenciando problemas de drenaje más acentuados que en la Serie Bellavista. Bajo los 60 cm, las texturas cambian abruptamente entre los horizontes, encontrándose variadas texturas como arenosa, limosa, arcillo limosa, arcillosa, arenas sin estructura, esta condición se debe a origen sedimentario del depósito que forma esta serie de suelo. Además se observa la presencia de abundantes moteados de forma esférica y tubular, producidas por procesos de oxidación-reducción estacional, debido al nivel freático fluctuante, se observan la presencia de abundantes raíces muertas.

Misceláneo Aluvial

En este misceláneo el perfil muestreado corresponde a un sustrato de gravas, piedras y bolones con matriz arenosa gruesa. Pedregosidad 60 a 70%. La pendiente del terreno es de 0 a 2%, con microrelieve acentuado, el nivel freático se encuentra a los 30 cm.

Misceláneo Pantano

Este misceláneo presenta una diferenciación incipiente de los horizontes pero con una gran presencia de raíces en todas ellas. Se encontró el nivel freático a los 40 cm de profundidad, identificando 3 estratas en el perfil.

b) Caracterización química del suelo

Los pH son moderadamente alcalinos a fuertemente alcalinos, fluctuando en un rango de 7,85 a 8,70. Los cationes de intercambio dominantes en todas las muestras son sodio y luego calcio, mientras que los aniones dominantes son sulfatos y luego cloruro.

La conductividad eléctrica del extracto de saturación, en los distintos puntos muestreados fluctúa entre 0,77 a 8,8 dS/m, es decir se hallan suelos con distintos grados de salinidad, desde no salinos a moderadamente salinos. En la zona en estudio las aguas cargadas de sales, tanto subterráneas (manto freático), como superficiales (riego) ingresan al suelo y se acumulan en el perfil, cuando los lavados no son adecuados. Los sectores no salinos se ubican en predios donde se han aplicado técnicas de drenaje y lavado de sales. Se detectaron suelos salino sódicos en algunas series representativas del proyecto, los que registraron valores de RAS de 23,5 unidades, superior al rango límite.

En cuanto a los nutrientes disponibles, se observaron bajos niveles de nitrógeno y fósforo. Este último elemento, en un 80% de los suelos de la Serie Freirina y un 90% de los suelos Paona, presentó esta condición. El potasio en un 50% de los sitios se encuentra bajo los 1000 ppm y un 37% en un rango de 101 a 150 ppm. El Zn, Mn y B son altos en todas las muestras. La materia orgánica es muy baja en el 82% de los sitios y en los restantes es baja.

Cabe señalar que en la prospección nutricional mediante análisis foliar, se observaron problemas de deficiencias de nitrógeno, potasio y manganeso. En el caso del nitrógeno y potasio se observó un aumento de las deficiencias el año de alta producción.

10.8.1.4 Hidrología

La hoya hidrográfica del río Huasco tiene una superficie total de 9.850 km² y en ella se distinguen dos grandes subcuencas, correspondientes a los ríos El Tránsito y El Carmen. El río Huasco propiamente tal se forma justamente por la confluencia de estos ríos en la localidad denominada Alto del Carmen. Desde este lugar y hasta el mar recibe el aporte de varias quebradas, todas con régimen de escurrimiento pluvial intermitente.

El río El Tránsito se ubica en la parte alta de la cuenca, con una superficie total de 4.139 km², esta conformado por la confluencia de los ríos Conay y Chollay, mientras que la cuenca del río El Carmen, ocupa una superficie total de 3.020 km², está orientada principalmente de sur a norte

El río Huasco desde Junta del Carmen hasta la Quebrada El Jilguero, ubicada a pocos kilómetros al oriente de Vallenar, es un valle muy estrecho con superficies de riego relativamente pequeñas ubicadas sobre terrazas o faldeos de cerros. Aguas abajo de la Quebrada, desde el sector inferior de El Jilguero hasta el mar, el río se ensancha y el valle se abre conformando las superficies agrícolas más importantes de la cuenca (cerca de 10.000 hectáreas bajo canal). Estas superficies agrícolas se ubican tanto en la caja del río, como en terrazas en distintos niveles.

El recurso hídrico proviene tanto de los deshielos que se producen en la alta cordillera, como de los aportes de las lagunas Grande y Chica, ubicadas en la cuenca del río El Tránsito. Eventualmente, en épocas de invierno y producto de las lluvias, el río Huasco recibe la escorrentía superficial desde múltiples quebradas.

De acuerdo al estudio de CEDEC (1985), el acuífero del valle del río Huasco se ha formado por la acumulación de material detrítico permeable de tipo grava, arena, bolones y arcilla, el cual descansa sobre la roca fundamental, conformada por material granítico. Para efectos hidrogeológicos, estas rocas se pueden considerar impermeables y constituyen las condiciones de borde del acuífero.

Prácticamente a lo largo de toda su longitud, el río Huasco se comunica hidráulicamente con el acuífero, ya sea entregando o recibiendo agua del mismo. El funcionamiento hidráulico es tal, que los aportes de agua o recargas al sistema hidrogeológico se producen por infiltración directa desde el río, por efectos de la precipitación y/o por escurrimientos subterráneos originados en las quebradas afluentes. La descarga natural de agua se produce por distintas situaciones: en forma subterránea hacia el mar, en el proceso de evaporación o por afloramientos de vertientes.

10.8.1.5 Calidad de Aguas

Como una forma de determinar la calidad de las aguas, tanto superficiales como subterráneas presentes al interior del área de estudio, se seleccionaron 10 puntos de muestreo distribuidos entre el río Huasco (3), pozos de observación (3), drenes (2) y canales de riego (2).

Los parámetros analizados corresponden a pH, conductividad eléctrica (CE), relación de adsorción de sodio (RAS), aniones (CO_3^{-2} , HCO_3^{-2} , Cl^- , SO_4^{-2} , NO_2^- y NO_3^-) y cationes (Ca^{+2} , Mg^{+2} , Na^+ y K^+). Además, en forma indirecta se realizó el cálculo del porcentaje de sodio intercambiable (PSI).

La Conductividad Eléctrica (CE), presenta valores que aumentan a medida que el río avanza por el valle del Huasco Bajo. En el punto de muestreo río Huasco en Puente Los Guindos el valor de CE es de 2,7 dS/m, valor que aumenta en río Huasco en Puente El Pino con 2,95 dS/m y 3,66 dS/m en río Huasco en Puente Huasco Bajo. Es decir, se pasa de una situación en que el agua por su concentración salina, puede tener efectos adversos en muchos cultivos y necesita de métodos de manejo cuidadosos, a una situación en que el agua puede ser usada para plantas tolerantes en suelos permeables con métodos de manejo cuidadosos. Las aguas del río Huasco presentan limitaciones al ser utilizadas en riego agrícola, ya que se podrían esperar efectos adversos en cultivos que no presenten tolerancia a la salinidad.

De acuerdo a los valores de RAS y CE para los puntos de muestreo considerados, las aguas del río Huasco caen en la categoría de aguas con peligro de sodio (grado medio) y salinidad muy alta.

El pH presenta valores que varían entre 7,8 y 8,0 para los puntos de muestreo río Huasco en Puente Huasco Bajo y río Huasco en Puente Los Guindos, respectivamente. Estos valores están dentro del rango que establece la NCh 1333 para aguas de riego, calificándose como moderadamente alcalinos. La ausencia de carbonatos y la presencia de bicarbonatos son concordantes con los valores de pH de las aguas.

En el tramo Puente Nicolasa y Puente Huasco Bajo, la concentración de sulfatos supera ampliamente el valor máximo tolerable para agua potable y riego, al registrar valores de 844 mg/l y 1597 mg/l respectivamente. La concentración de cloruros también excede los máximos tolerables, al registrar valores de 484 mg/l y 925 mg/l respectivamente.

El boro posee un límite máximo permisible de 0,75 mg/l para agua de riego. Se observa que en todos los sitios, los valores registrados exceden claramente el umbral de tolerancia. Al analizar los promedios, es posible dividir la cuenca en dos tramos: el río El Carmen, con concentraciones bajo la norma, y los ríos El Tránsito y Huasco, con valores sobre la norma.

De acuerdo a lo señalado por la empresa SGS en 1995, el mayor problema antrópico de las aguas del río Huasco, es la contaminación microbiológica, situación que no afecta, por cierto, a las aguas subterráneas; esta contaminación de origen fecal sería de alto impacto en el río Huasco, a partir de Vallenar, aunque subsanable mediante el tratamiento de las aguas servidas. Según los antecedentes recopilados por esta misma empresa, los centros urbanos que cuentan con

alcantarillado y que descargan sus aguas servidas a los cursos naturales son: Vallenar, Freirian y Huasco. Vallenar y Freirian vierten sus aguas servidas al río Huasco, en tanto que las de Huasco van al mar desde emisarios que terminan en el borde costero. Sin embargo un estudio realizado por la DGA señala que el problema tiene una significación de tipo “medio” en la actualidad y que a futuro seguirá siendo “medio” (Univ. De Chile, 2000)⁴.

La concentración de nitratos en el agua estuvo por debajo del umbral máximo de la NCh 409, lo que debe interpretarse como un reflejo del escaso poblamiento de la cuenca, un bajo nivel tecnológico de su agricultura y de las características de su ciclo, lo que sin embargo no refleja las descargas de aguas servidas. En el río Huasco, bajo el puente de la Ruta 5 Norte, se obtuvo un registro de un valor máximo ligeramente bajo el umbral de la norma, lo que se debe atribuir a la presencia de aguas servidas, se pudo apreciar que la concentración de nitratos tiende a disminuir sustancialmente aguas abajo, indicando una buena capacidad de autopurificación del río. En el punto de muestreo Puente Huasco Bajo, la presencia de coliformes fecales aumenta nuevamente, con valores de 2000 NMP/100 ml, concentración superior a la NCH de riego.

Los antecedentes analíticos sobre arsénico, cobre, mercurio, selenio, níquel, litio, manganeso, molibdeno, cinc y otros, permiten concluir que para la cuenca del Huasco, se registran escasos contenidos de estos elementos, reflejando así el nulo nivel de industrialización de la cuenca.

La calidad de las aguas subterráneas se determinó en base a pozos de muestreo, localizados en diversos puntos ubicados dentro de la zona del proyecto. El análisis de pH entregó valores ligeramente a moderadamente alcalinos para las aguas subterráneas, con una conductividad eléctrica superior a los valores permitidos por la Norma Chilena de riego, con valores de 2,5 a 4,1 dS/m, que limitan el establecimiento de cultivos sensibles y de algunos tolerantes.

Respecto a la concentración de cloruros y sulfatos presentes en las aguas subterráneas, ambos elementos superan con creces los valores permitidos por la NCh de agua potable y la NCh de riego.

10.8.2 Medio Biótico

De acuerdo a la naturaleza árida y semi árida de la III Región, existe cierta continuidad biótica tanto de especies de la flora y fauna del sur del país, como de otras propias de las Regiones de Antofagasta y Tarapacá.

Las escasas precipitaciones, las neblinas costeras y la progresión en altitudes y variaciones de temperaturas, son factores que condicionan la cubierta vegetal de la Región de Atacama, presentando dos tipos de estratificación: a) con la altura; b) con los niveles de humedad (desde los valles más húmedos a los sectores desérticos interfluviales).

⁴ Universidad de Chile. 2000. Informe País – Estado del Medio Ambiente en Chile – 1999: Recursos Hídricos.

10.8.2.1 Flora y Vegetación

Este estudio tiene como objetivo establecer una línea base biológica que refleje el estado actual de la flora y vegetación presentes en el área de influencia directa del proyecto de recuperación de suelos con mal drenaje en el sector bajo del río Huasco. El estudio de flora y vegetación se desarrolló por un largo de 15 kilómetros y un ancho de 1 km aproximadamente, abarcando ambos lados del eje del río Huasco, evaluando por lo tanto una amplia área florística perteneciente al proyecto.

a) Metodología

Para el caso de vegetación y flora inicialmente se realizó una completa revisión bibliográfica de antecedentes tanto nacionales (Gajardo, 1993), como regionales y locales (Mieres, 1984). Una vez en terreno se caracterizó la vegetación en forma general considerando: formaciones vegetales presentes y sus especies dominantes.

Para establecer un listado de la flora del área se procedió a registrar y a recolectar muestras de las especies vegetales presentes. Una vez elaborado este listado, se revisó si existen en él especies de flora con problemas de conservación, de acuerdo a lo señalado en el Libro Rojo de la Flora Terrestre de Chile (CONAF, 1989).

b) Vegetación

De acuerdo a lo señalado por Gajardo (1993) la zona del proyecto se encuentra ubicada dentro de la región ecológica del Desierto, sub – región del Desierto Costero y más específicamente en la formación del Desierto Costero del Huasco. En todo caso el sector en estudio se encuentra cubierto por formaciones vegetales azonales debido a que se ubica en pleno cauce de río, lo que genera en el suelo una humedad mucho más alta que en su entorno.

La parte baja de la cuenca del río Huasco presenta una alteración importante de la vegetación natural, producto de la utilización de terrenos para agricultura y de los trabajos de encauzamiento del río. Lo anterior dificulta una diferenciación clara de unidades vegetales homogéneas, presentándose en cambio una variada mezcla de especies arbustivas y herbáceas con un fuerte componente de origen exótico (malezas). Indudablemente este tipo de vegetación no representa ninguna singularidad en relación a las formaciones vegetales presentes en el país, tanto a nivel regional como nacional.

En términos generales se pueden distinguir tres tipos de formaciones vegetales:

- Formaciones Riparias: Son las que se ubican inmediatamente al lado del curso del río, presentan suelos arenosos con gran contenido de clastos redondeados y sus especies dominantes son: *Baccharis salicifolia* (Chilca), *Pluchea absinthioides* (Brea), *Salix humboldtiana* (Sauce amargo) y *Baccharis linearis* (Romero).

- Formaciones Salinas: Se encuentran asociadas a suelos altamente salinos y con un gran contenido de humedad. Sus especies dominantes son: *Sarcocornia fruticosa* (Sosa), *Suaeda divaricata* (Sosa), *Distichlis spicata* (Pasto salado) y *Pluchea absinthioides* (Brea).
- Formaciones Pantanosas: La característica principal de estas formaciones es que se encuentran asociadas a suelos permanentemente saturados de humedad. Las especies dominantes son: *Typha angustifolia* (Totora) y *Equisetum giganteum* (Hierba de la plata).

c) Flora

En el área de estudio se encontraron 78 especies de flora, las que se encuentran clasificadas en 66 géneros y 36 familias. Las familias con mayor representación son: **Asteraceae** (Compositae) con 12 especies, **Brassicaceae** (Cruciferae) con 7, **Poaceae** (Graminae) con 6 y **Chenopodiaceae** con 5.

En cuanto a su origen, de estas 78 especies, solo 38 son originarias del país (48,7 % son autóctonas) y 40 corresponden a especies introducidas (51,3 % son alóctonas). Dentro de las especies autóctonas ninguna es endémica de Chile.

d) Conclusiones

El área de influencia del proyecto se ha visto afectada por una fuerte intervención antrópica, por lo que presenta una variada mezcla de especies arbustivas y herbáceas de origen fundamentalmente exótico y que no representa ninguna singularidad en relación a las formaciones vegetales presentes en el país.

En el área de estudio se encontraron 78 especies de flora, las que se encuentran clasificadas en 66 géneros y 36 familias. De acuerdo a su origen solo un 48,7 % son originarias del país y de ellas ninguna es endémica de Chile ni tampoco se encuentran clasificadas en alguna categoría de conservación; un 51,3 % corresponde a especies introducidas lo que excede en casi cinco veces el porcentaje de la flora alóctona a nivel nacional.

A continuación se presenta un registro fotográfico que muestra algunas agrupaciones vegetales características dentro del área del proyecto, junto al Cuadro N° 10.4 que entrega el listado florístico de todas las especies vegetales encontradas en el área, ordenadas sistemáticamente por familias, géneros y especies. Ninguna de las especies señaladas en este listado se encuentra clasificada en alguna categoría de conservación según lo señalado en el Libro Rojo de la Flora Terrestre de Chile (CONAF, 1989).

Descripción Fotográfica

Foto 1: Canal de drenaje rodeado por abundantes ejemplares de *Pluchea absinthioides* (Brea). Flotando en el agua, con tenos rojizos, aparece *Azolla filiculoides* (Hierba del pato).



Foto 2: Acercamiento a un canal de drenaje, al costado izquierdo se observan ejemplares de *Pluchea absinthioides* (Brea) y al costado derecho un individuo muy desarrollado de *Sarcocornia fruticosa* (Sosa)



Foto 3: Vista general del cauce del río Huasco. En primer plano se observa: al costado izquierdo un matorral de *Pluchea absinthioides* (Brea) y al costado derecho un ejemplar aislado de *Salix humboldtiana* (Sauce amargo). A orillas del río se aprecia una formación vegetal riparia, muy alterada por la extracción de áridos, en la que aparecen algunos individuos de *Baccharis salicifolia* (Chilca). Al fondo, al lado derecho, se observa un pequeño bosque compuesto fundamentalmente por *Salix humboldtiana* (Sauce amargo).



Foto 4: Acercamiento a una de las formaciones del tipo ripario. Al costado derecho se observa la gran cantidad de clastos redondeados en superficie, producidos por las labores de encauzamiento del río Huasco. Los ejemplares arbustivos corresponden casi en su totalidad a *Baccharis salicifolia* (Chilca).



Foto 5: Vista de un sector del cauce del río Huasco. Al lado izquierdo se observa una de las formaciones vegetales pantanosas, con suelos inundados y con una dominancia absoluta de *Typha angustifolia* (Totora).



Foto 6: Vista general de la localidad de Las Tablas. Al centro se observa una formación vegetal salina dominada por: *Sarcocornia fruticosa* (Sosa), *Suaeda divaricata* (Sosa) y *Distichlis spicata* (Pasto salado). Al costado inferior, al aumentar la humedad y disminuir un poco la salinidad, aparece dominando *Pluchea absinthioides* (Brez) y *Typha angustifolia* (Totora).



Foto 7: Formación vegetal pantanosa ubicada a la orilla de un canal de drenaje. En primer plano se aprecian como especies dominantes a *Typha angustifolia* (Totorá) y *Equisetum giganteum* (Hierba de la plata). Al fondo se observan algunos ejemplares de *Olea europaea* (Olivo).



Foto 8: Acercamiento a una formación vegetal pantanosa ubicada a la orilla de un canal de drenaje. Se pueden observar claramente al fondo ejemplares de *Typha angustifolia* (Totorá), al centro de *Equisetum giganteum* (Hierba de la plata) y, en primer plano, algunos individuos de *Pluchea absinthioides* (Brea).



Cuadro N° 10.4 Listado Florístico de la vegetación identificada dentro del área del proyecto

DIVISIÓN

CLASE

FAMILIA

ESPECIE	NOMBRE COMÚN	FORMA DE VIDA	ORIGEN	EST. CONS.
---------	--------------	---------------	--------	------------

PTERIDOPHYTA

POLYPODIOPSIDA

ADIANTACEAE

<i>Adiantum chilense</i> Kaulf.	Palito negro	Hierba perenne	Autóctona	SP
---------------------------------	--------------	----------------	-----------	----

AZOLLACEAE

<i>Azolla filiculoides</i> Lam.	Hierba del pato	Hierba anual	Autóctona	SP
---------------------------------	-----------------	--------------	-----------	----

EQUISETACEAE

<i>Equisetum giganteum</i> L.	Hierba de la plata	Hierba perenne	Autóctona	SP
-------------------------------	--------------------	----------------	-----------	----

PINOPHYTA (=Gymnospermae)

PINOPSIDA

EPHEDRACEAE

<i>Ephedra breana</i> Phil.	Pingo - pingo	Arbusto	Autóctona	SP
-----------------------------	---------------	---------	-----------	----

MAGNOLIOPHYTA (=Angiospermae)

MAGNOLIOPSIDA (=Dicotyledonae)

APIACEAE

<i>Apium panul</i> (Bert.ex DC.) Reiche	Apio silvestre	Hierba anual	Autóctona	SP
<i>Hydrocotyle bonariensis</i> Comm. ex Lam.	Tangue	Hierba anual	Autóctona	SP

AMARANTHACEAE

<i>Amaranthus retroflexus</i> L.	Bledo	Hierba anual	Alóctona	nt
----------------------------------	-------	--------------	----------	----

APOCYNACEAE

<i>Skytanthus acutus</i> Meyen	Cuerno de cabra	Arbusto	Autóctona	SP
--------------------------------	-----------------	---------	-----------	----

ASTERACEAE (COMPOSITAE)

<i>Baccharis linearis</i> (R. et P.) Pers.	Romero	Arbusto	Autóctona	SP
<i>Baccharis pingraea</i> DC.	Chilquilla	Arbusto	Autóctona	SP
<i>Baccharis sagittalis</i> (Less.) DC.	Chilquilla	Arbusto	Autóctona	SP
<i>Baccharis salicifolia</i> (R. et P.) Pers.	Chilca	Arbusto	Autóctona	SP
<i>Bidens aurea</i> (Aiton) Sherff	Falso té	Hierba perenne	Alóctona	nt
<i>Cichorium intybus</i> L.	Achicoria	Hierba anual	Alóctona	nt
<i>Cotula coronopifolia</i> L.	Botón de oro	Hierba perenne	Alóctona	nt
<i>Lactuca serriola</i> L.	Ñilhue	Hierba anual	Alóctona	nt
<i>Ophryosporus triangularis</i> Meyen	Cola de ratón	Arbusto	Autóctona	SP
<i>Pluchea absinthioides</i> (H. et A.) H. Rob. et Cuat.	Brea	Arbusto	Autóctona	SP
<i>Sonchus oleraceus</i> L.	Diente de león	Hierba anual	Alóctona	nt
<i>Xanthium spinosum</i> L.	Clonqui	Hierba anual	Alóctona	nt

DIVISIÓN

CLASE

FAMILIA

ESPECIE	NOMBRE COMÚN	FORMA DE VIDA	ORIGEN	EST. CONS.
---------	--------------	---------------	--------	------------

BRASSICACEAE

<i>Brassica napus</i> L.	Nabo	Hierba anual	Alóctona	nt
<i>Brassica nigra</i> (L.) Koch.	Mostacilla negra	Hierba anual	Alóctona	nt
<i>Capsella bursa - pastoris</i> (L.) Medik.	Bolsita del pastor	Hierba anual	Alóctona	nt
<i>Cardamine hirsuta</i> L.	Mostacilla	Hierba anual	Alóctona	nt
<i>Nasturtium officinale</i> R. Br.	Berro	Hierba perenne	Alóctona	nt
<i>Raphanus raphanistrum</i> L.	Rábano silvestre	Hierba anual	Alóctona	nt
<i>Raphanus sativus</i> L.	Rábano silvestre	Hierba anual	Alóctona	nt

CHEENOPODIACEAE

<i>Atriplex leuca</i> Phil.	Cachiyuyo	Arbusto	Autóctona	SP
<i>Chenopodium album</i> L.	Quinguilla	Hierba anual	Alóctona	nt
<i>Chenopodium ambrosioides</i> L.	Paico	Hierba anual	Autóctona	SP
<i>Sarcocornia fruticosa</i> (L.) Scott	Sosa	Hierba perenne	Autóctona	SP
<i>Suaeda divaricata</i> Moq.	Sosa	Hierba perenne	Autóctona	SP

CAMPANULACEAE

<i>Hypsela reniformis</i> (H.B.K.) K. Presl	Hierba anual	Autóctona	SP
---	-------	--------------	-----------	----

CONVOLVULACEAE

<i>Convolvulus arvensis</i> L.	Correhuela	Hierba anual	Alóctona	nt
--------------------------------	------------	--------------	----------	----

EUPHORBIACEAE

<i>Euphorbia helioscopia</i> L.	Pichoga	Hierba anual	Alóctona	nt
<i>Euphorbia peplus</i> L.	Pichoga	Hierba anual	Alóctona	nt

FABACEAE (Papilionaceae)

<i>Melilotus indicus</i> (L.) All.	Trébol dulce	Hierba anual	Alóctona	nt
------------------------------------	--------------	--------------	----------	----

GERANIACEAE

<i>Erodium cicutarium</i> (L.) U' Hérit. ex Aiton	Alfilerillo	Hierba anual	Alóctona	nt
---	-------------	--------------	----------	----

HALORAGACEAE

<i>Myriophyllum quitense</i> H.B.K.	Hierba del sapo	Hierba anual	Autóctona	SP
-------------------------------------	-----------------	--------------	-----------	----

LAMIACEAE

<i>Mentha aquatica</i> L.	Hierba buena	Hierba perenne	Alóctona	nt
<i>Marrubium vulgare</i> L.	Toronjil cuyano	Hierba perenne	Alóctona	nt

MALVACEAE

<i>Anoda cristata</i> (L.) Schlecht.	Malva	Hierba anual	Alóctona	nt
<i>Malvella leprosa</i> (Ort.) Krap.	Malva	Hierba anual	Autóctona	SP

NOLANACEAE

<i>Nolana crassulifolia</i> Poepp.	Suspiro del campo	Sub - arbusto	Autóctona	SP
<i>Nolana peruviana</i> (Gaud.) Johnst.	Sosa	Sub - arbusto	Autóctona	SP

DIVISIÓN

CLASE

FAMILIA

ESPECIE	NOMBRE COMÚN	FORMA DE VIDA	ORIGEN	EST. CONS.
---------	--------------	---------------	--------	------------

MYRTACEAE

<i>Eucalyptus globulus</i>	Eucalipto	Árbol	Alóctona	nt
----------------------------	-----------	-------	----------	----

PAPAVERACEAE

<i>Argemone hunnemannii</i> Otto et Dietr.	Cardo blanco	Hierba anual	Autóctona	SP
--	--------------	--------------	-----------	----

PLANTAGINACEAE

<i>Plantago australis</i> Lam.	Llantán	Hierba anual	Autóctona	SP
<i>Plantago lanceolata</i> L.	Llantén	Hierba anual	Alóctona	nt
<i>Plantago major</i> L.	Lengua de vaca	Hierba anual	Alóctona	nt

POLYGONACEAE

<i>Muehlenbeckia hastulata</i> (J. E. Sm.) Johnst.	Quilo	Sub - arbusto	Autóctona	SP
<i>Polygonum aviculare</i> L.	Pasto del pollo	Hierba perenne	Alóctona	nt
<i>Polygonum persicaria</i> L.	Sanguinaria	Hierba perenne	Alóctona	nt
<i>Rumex crispus</i> L.	Romasa	Hierba anual	Alóctona	nt

PORTULACACEAE

<i>Portulaca oleracea</i> L.	Verdolaga	Hierba anual	Alóctona	nt
------------------------------	-----------	--------------	----------	----

PRIMULACEAE

<i>Anagallis arvensis</i> L.	Pimpinela	Hierba anual	Alóctona	nt
------------------------------	-----------	--------------	----------	----

RUBIACEAE

<i>Galium aparine</i> L.	Lengua de gato	Hierba anual	Alóctona	nt
--------------------------	----------------	--------------	----------	----

SALICACEAE

<i>Salix babylonica</i> L.	Sauce llorón	Árbol	Alóctona	nt
<i>Salix humboldtiana</i> Wild.	Sauce amargo	Árbol	Autóctona	SP

SCROPHULARIACEAE

<i>Veronica anagallis-aquatica</i> L.	Nomeolvides del campo	Hierba anual	Alóctona	nt
---------------------------------------	-----------------------	--------------	----------	----

SOLANACEAE

<i>Nicotiana glauca</i> Graham	Palqui extranjero	Arbusto	Alóctona	nt
<i>Solanum eleagnifolium</i> Cav.	Tomatillo	Hierba perenne	Autóctona	SP

URTICACEAE

<i>Urtica urens</i> L.	Ortiga	Hierba anual	Alóctona	nt
------------------------	--------	--------------	----------	----

VERBENACEAE

<i>Phyla nodiflora</i> (L.) Greene	Verbena	Sub - arbusto	Alóctona	nt
<i>Verbena bonariensis</i> L.	Verbena	Sub - arbusto	Autóctona	SP

DIVISIÓN

CLASE

FAMILIA

ESPECIE	NOMBRE COMÚN	FORMA DE VIDA	ORIGEN	EST. CONS.
---------	--------------	---------------	--------	------------

MAGNOLYOPHYTA (=Angiospermae)

LILIOPSIDA (=Monocotyledonae)

CYPERACEAE

<i>Carex sp</i>	Cortadera	Hierba perenne	Autóctona	SP
<i>Cyperus eragrostis</i> Lam.	Cortadera	Hierba perenne	Autóctona	SP
<i>Eleocharis melanostachys</i> (D'Urv.) C.B. Clarke	Hierba perenne	Autóctona	SP
<i>Scirpus californicus</i> (C.A. Mey.) Steud.	Estoquillo	Hierba perenne	Autóctona	SP

JUNCACEAE

<i>Juncus balticus</i> var <i>mexicanus</i> (Willd.) O.K.	Junquillo	Hierba perenne	Autóctona	SP
---	-----------	----------------	-----------	----

JUNCAGINACEAE

<i>Triglochin palustris</i> L.	Hierba perenne	Autóctona	SP
--------------------------------	-------	----------------	-----------	----

POACEAE (GRAMINAE)

<i>Arundo donax</i> L.	Caña	Hierba perenne	Alóctona	nt
<i>Cortaderia atacamensis</i> (Phil.) Pilger	Cola de zorro	Hierba perenne	Autóctona	SP
<i>Distichlis spicata</i> (L.) Greene	Pasto salado	Hierba perenne	Autóctona	SP
<i>Muhlenbergia asperifolia</i> (Nees et Meyen ex Trin.) Matthei	Pasto	Hierba perenne	Autóctona	SP
<i>Paspalum vaginatum</i> Sw.	Chépica	Hierba perenne	Autóctona	SP
<i>Polypogon monspeliensis</i> (L.) Desf.	Cola de zorra	Hierba anual	Alóctona	nt

TYPHACEAE

<i>Typha angustifolia</i> L.	Totora	Hierba perenne	Alóctona	nt
------------------------------	--------	----------------	----------	----

Simbología

- EST. CONS. : Estado de conservación
 SP : Sin problemas conocidos
 nt : No tiene clasificación, especie introducida
 : Sin nombre vernacular
 Autóctona : Especie nativa del país
 Alóctona : Especie introducida

10.8.2.2 Fauna

La metodología usada para fauna contempló una revisión bibliográfica inicial. En la campaña de terreno se hicieron observaciones sobre la base de evidencias directas (avistamientos) con orientación a la avifauna, que es la más susceptible de verse impactada por los efectos ambientales del proyecto de drenaje.

El objetivo de esta metodología era solamente establecer la presencia de las especies de fauna, sin incluir elementos cuantitativos.

En el sector costero, dentro de la fauna regional, destaca una macrofauna representada por algunos mamíferos como lobos marinos, chungungos, algunos cetáceos y delfines. También existen varias especies de peces, todos los cuales se encuentran fuera del área de influencia directa e indirecta del proyecto de drenaje.

En los interfluvios desérticos existen especies como el zorro culpeo y el zorro chilla. También se localizan algunas especies de reptiles menores como lagartos y lagartijas.

En el sector del valle y próxima al mar, la fauna avícola es la más importante por la abundancia y la diversidad. Destacan garzas, patos, taguas, gaviotas y chorlos entre otros. De los cuales, un porcentaje importante es residente, en tanto otras son migratorias. La condición de migratorias está dado por que el río Huasco es una zona de transición entre las altas y bajas latitudes de muchas especies.

El proyecto de drenaje, como se ha señalado anteriormente, ha contemplado dejar excluido una franja a orillas del río Huasco, de modo de mantener una superficie importante conformada por especies propias de las vegas y pantanos, matorrales bajos y formaciones arbustivas propias de humedales que dan acogida a la fauna local y que pasa, así, a ser una unidad continua con el área de la desembocadura del río.

Las especies más sensibles a los cambios de hábitat son aquellas que son más especialistas, tales como las aves de orillas y las que en los pajonales o totorales, encuentran su sitio de nidificación y que se internan por el valle, más arriba del área protegida establecida por el SAG. Entre estos destacan el colegial, siete colores, chercán de las vegas, trile, pidén, entre otros.

Para otras especies, como son las migratorias, estos sitios constituyen un lugar de protección y fuente de alimento, para recuperar energías antes de continuar sus extensos viajes, atravesando barreras geográficas tales como el desierto. Estas aves muestran gran fidelidad por estos sitios debido a su memoria genética.

El proyecto de drenaje, al dejar una extensa franja a orillas del cauce del río Huasco, evita la fragmentación de hábitat borde-río, permitiendo mantener las condiciones ecológicas. Además, el proyecto ha contemplado dejar un área más extensa, sin intervenir, en las inmediaciones del área de protección actual. En la medida que se aleja de esta área, se ha contemplado realizar una mayor recuperación de suelos.

a) Aves

De acuerdo al estudio realizado se detectaron 53 especies de aves, aún cuando se esperarían varias más. Cabe señalar, por ejemplo, que se detectaron varios playeros, los cuales aparecen mencionados como una sola familia. En el Cuadro N° 10.5 se presenta un listado de aves del Sector Bajo del Río Huasco, presentes dentro del área de conservación del proyecto.

Cuadro N° 10.5
Listado de aves presentes en el área de conservación

N°	Especie		Tipo de Presencia	Criterios de Protección (*)			Sinonimia según Reglamento de Ley de Caza
	Nombre común	Nombre científico		B	S	E	
1	Huairavo	<i>Nycticorax nycticorax</i>	Residente			E	
2	Picurio	<i>Podilymbus podiceps</i>	Residente		S	E	
3	Garza cuca	<i>Ardea cocoi</i>	Residente	B	S		R
4	Garza grande	<i>Casmerodius albus</i>	Residente	B			
5	Garza chica	<i>Egretta thula</i>	Residente	B			
6	Cuervo de pantano	<i>Plegadis chihi</i>	Se presume extinto	B	S		
7	Flamenco chileno	<i>Phoenicopterus chilensis</i>	Ocasional		S	E	V
8	Cisne cuello negro	<i>Cygnus melanocorypha</i>	Ocasional			E	
9	Pato juarjual del norte	<i>Lophonetta specularoides</i>	Ocasional				
10	Pato jergón chico	<i>Anas flavirostris</i>	Residente				
11	Pato jergón grande	<i>Anas georgica</i>	Residente				
12	Pato real	<i>Anas sibilatrix</i>	Residente				
13	Pato gargantillo	<i>Anas bahamensis</i>	Ocasional		S		R
14	Pato colorado	<i>Anas cyanoptera</i>	Residente				
15	Pato negro	<i>Netta peposaca</i>	Residente		S		

Nº	Especie		Tipo de Presencia	Criterios de Protección (*)				Sinonimia según Reglamento de Ley de Caza
	Nombre común	Nombre científico		B	S	E	Est. Conserv. Zona Norte	
16	Pato rana de pico delgado	<i>Oxyura vittata</i>	Residente		S			
17	Pidén	<i>Rallus sanguinolentus</i>	Residente	B				<i>Pardirallus sanguinolentus</i>
18	Pidencito	<i>Laterallus jamaicensis</i>	Residente	B	S		I	
19	Tagüita	<i>Porphyriops melanops</i>	Residente					<i>Porphyrio melanops</i>
20	Tagua chica	<i>Fulica leucoptera</i>	Residente					
21	Tagua de frente roja	<i>Fulica rufifrons</i>	Residente					
22	Queltehue	<i>Vanellus chilensis</i>	Residente					
23	Chorlo ártico	<i>Pluvialis squatarola</i>	Migratorio	B	S			
24	Chorlo nevado	<i>Charadrius alexandrinus</i>	Residente	B	S			
25	Chorlo doble collar	<i>Charadrius falklandicus</i>	Residente	B	S			
26	Chorlo chileno	<i>Zonibyx modestus</i>	Migratorio	B	S			<i>Charadrius modestus</i>
27	Pilpilén negro	<i>Haematopus ater</i>	Residente		S	E		
28	Pilpilén	<i>Haematopus palliatus</i>	Residente			E		
29	Perrito	<i>Himantopus mexicanus</i>	Residente	B				<i>Himantopus melanurus</i>
30	Pitotoy chico	<i>Tringa flavipes</i>	Migratorio	B	S			
31	Pitotoy grande	<i>Tringa melanoleuca</i>	Migratorio	B	S			
32	Playeros	<i>Familia Scolopacidae (varias especies)</i>	Migratorio	B	S			
33	Zarapito	<i>Numenius phaeopus</i>	Migratorio	B				
34	Zarapito pico recto	<i>Limosa haemastica</i>	Migratorio	B	S			
35	Becacina	<i>Gallinago gallinago</i>	Residente					<i>Gallinago paraguaiae</i>

Nº	Especie		Tipo de Presencia	Criterios de Protección (*)				Sinonimia según Reglamento de Ley de Caza
	Nombre común	Nombre científico		B	S	E	Est. Conserv. Zona Norte	
36	Pollito de mar	<i>Phalaropus spp.</i>	Migratorio	B	S			
37	Perdicita	<i>Thinocorus rumicivorus</i>	Residente		S			
38	Gaviota dominicana	<i>Larus dominicanus</i>	Residente			E		
39	Gaviota garuma	<i>Larus modestus</i>	Residente		S		V	
40	Gaviota andina	<i>Larus serranus</i>	Ocasional		S		V	
41	Gaviota de Franklin	<i>Larus pipixcan</i>	Migratorio	B				
42	Gaviota cahuil	<i>Larus maculipennis</i>	Residente	B				
43	Gaviotín sudamericano	<i>Sterna hirundinacea</i>	Residente		S			
44	Rayador	<i>Rynchops niger</i>	Migratorio		S			
45	Churrete	<i>Cinclodes patagonicus</i>	Residente	B				
46	Churrete acanelado	<i>Cinclodes fuscus</i>	Residente	B				
47	Churrete chico	<i>Cinclodes oustaleti</i>	Residente	B				
48	Trabajador	<i>Phleocryptes melanops</i>	Residente	B				
49	Colegial	<i>Lessonia rufa</i>	Residente	B		E		
50	Pájaro amarillo	<i>Pseudocolopteryx flaviventris</i>	Migratorio	B	S	E	I	
51	Siete colores	<i>Tachuris rubrigastra</i>	Residente	B		E		
52	Chercán de las vegas	<i>Cistothorus platensis</i>	Residente	B	S	E		
53	Trile	<i>Agelaius thilius</i>	Residente	B				

(*) Criterios de protección según artículo 3º Ley de Caza

Simbología

- B: Especie catalogada como beneficiosa para la actividad silvoagropecuaria.
- S: Especie catalogada con densidades poblacionales reducidas.
- E: Especie catalogada como benéfica para la mantención del equilibrio ecológico de los ecosistemas naturales
- I: Especie catalogada como Escasamente o Inadecuadamente Conocida
- V: Especie catalogada en estado de Conservación Vulnerable
- R: Especie catalogada como Rara

De acuerdo a los criterios señalados, del listado faunístico correspondiente a aves, se encuentran dos especies catalogadas como Raras, dos como Insuficiente o Inadecuadamente conocidas y tres como Vulnerables.

En relación al tipo de residencia se tiene que 36 especies son Residentes, 11 Migratorias, 5 Ocasionales y 1 que se presume extinta.

b) Anfibios

En el valle del río Huasco se reconocen dos especies: el sapo de Atacama (*Bufo atacamensis*) y el sapo de cuatro ojos (*Pleurodema thaul*). De acuerdo al Reglamento de la Ley de Caza ⁵, ambas especies se encuentran en la categoría de conservación “En Peligro de Extinción” en la zona norte del país (I a III Región) y benéfica para la mantención del equilibrio de los ecosistemas naturales. El sapo de Atacama, además, está catalogado como especie con densidades poblacionales reducidas.

Ambos sapos se pueden ver afectados por el proyecto de drenaje con la desecación de vegas y pantanos incluidos en las áreas a drenar. No obstante, la mantención de la franja correspondiente al hábitat borde-río, posibilitará la presencia de las dos especies, estimándose que su impacto será despreciable.

c) Reptiles

El área de estudio es sitio para la existencia de la culebra elegante de cola larga (*Philodryas elegans*) y la culebra de cola corta (*Tachymenis chilensis*). La primera no fue observada, en tanto que la segunda fue observada en una oportunidad, cuando se estaba realizando una de las campañas de terreno (medición de la profundidad del nivel freático). Ambas especies se encuentran catalogadas como beneficiosas para la actividad silvoagropecuaria y benéfica para la mantención del equilibrio de los ecosistemas naturales, de acuerdo al reglamento de la Ley de Caza. Además, *Philodryas elegans*, se

⁵ D.S. N° 05/98, Reglamento de la Ley de Caza. Ministerio de Agricultura.

encuentra catalogada con densidades poblacionales reducidas, lo que la transforma en una especie protegida. De acuerdo a los criterios de conservación se la cataloga como especie Rara para la zona norte del país, mientras que *Tachymenis chilensis* se considera en estado de Conservación Vulnerable.

Existe la posibilidad de encontrar otros reptiles, los que son de hábitat más secos como son *Callopistes palluma* (iguana o liguano) y varias especies de lagartijas (*Liolaemus spp.*)

d) Mamíferos

Se espera la presencia del zorro chilla, aún cuando no fue divisado, la laucha (*Mus musculus*), el ratón común (*Rattus rattus*), el guarén o pericote (*Rattus norvegicus*), la comadreja (*Thylamys elegans*) y el murciélago de Atacama (*Myotis atacamensis*). A lo anterior también se debe agregar la libre (*Lepus europaeus*), como especie introducida.

e) Fauna de Invertebrados

De acuerdo al Boletín N° 47 (MNHN, 1998)⁶ entre la I y V Región, incluida la Región Metropolitana, se encontraría una especie de decápodo nativo de aguas continentales. Este camarón de nombre científico *Cryphiops caementarius* ha sido visualizado en los sectores de vegas y suelos saturados. Se le considera como Vulnerable desde la I a la IV Región. Más al sur en la V Región y Región Metropolitana se le considera En Peligro de Extinción (Boletín N° 47 MNHN, 1998). Esta clasificación responde a las categorías establecidas en el Artículo 37 de la Ley N° 19.300.

El retroceso poblacional de este camarón se ha debido a: disminución del rango de distribución, fragmentación de hábitat, alteración del estado del sustrato por cambio de la granulometría y de la materia orgánica, disminución de la disponibilidad de agua y alteración física por la construcción de embalses y canalización.

Indudablemente, un proyecto de drenaje, en los suelos que serán habilitados para la agricultura, provocará un efecto en su distribución, de encontrarse presente el camarón de río del norte. Cabe señalar que, este camarón se le encuentra con facilidad en la orilla del río Huasco, correspondiente a la franja de exclusión del proyecto y difícilmente se ubica en los pantanos y vegas que serán habilitados por el proyecto, por lo que no se espera un impacto negativo sobre su población.

⁶ BAHAMONDE, N. *et al.* 1998. Categorías de conservación de decápodos nativos de aguas continentales de Chile. En Boletín N° 47 del Museo Nacional de Historia Natural.

El mayor impacto ha sido y sigue siendo provocado por la actividad extractiva. Estos crustáceos tienen valor comercial y por lo tanto se ve permanentemente personas locales capturando en las orillas del río Huasco, donde se concentran.

El proyecto de drenaje de la presente Consultoría no afectará las zonas donde se le encuentra dado que los caudales que se evacuarán desde las zonas de mal drenaje, serán vaciadas al río.

El área de estudio no se encuentra reconocido en el “Libro Rojo de los sitios prioritarios para la conservación de la diversidad biológica en Chile”⁷, aún cuando la diversidad de especies pertenecientes a la fauna avícola es bastante importante, como se ha indicado, precedentemente.

10.8.3 Medio Antrópico

10.8.3.1 Población

La Región de Atacama, según el Censo de 1992, tiene una población total de 230.873 habitantes (Cuadro N°3.15 del presente Informe), lo que representa el 1,73% de la población nacional. Dentro de la III Región, la Comuna de Huasco participa con el 3,25% de la población regional, con un total de 7.516 habitantes, y la Comuna de Freirina con el 2,26%, con 5.221 habitantes.

Enfocando la caracterización poblacional del área de estudio hacia los dos distritos, Huasco y Freirina, y las 9 localidades involucradas dentro del área de estudio, es posible tener una idea más exacta de la población involucrada en el proyecto. El distrito de Huasco, con 7.260, es decir, con la mayor parte de la población de su comuna (96,59%), y el distrito Freirina, con 4.739 habitantes, concentran gran parte de la población del área de estudio. Más específicamente, con las localidades de: Huasco, Huasco Bajo y El Pino, que abarcan 7.096 habitantes de la comuna y distrito de Huasco, y las localidades de: Freirina, Las Tablas, Los Loros, Atacama, Nicolasa y Vicuña Mackena, que suman un total de 4.278 habitantes y forman parte del distrito y comuna de Freirina, se podría estimar que la población del área de estudio, según información estadística del INE en el Censo de Población y Vivienda de 1992, estaría cercana a los 11.374 habitantes.

Se puede destacar también, según los valores indicados en el Cuadro N°3.29 del presente Informe, que las localidades que concentran gran parte de la población en los diferentes distritos son la de Huasco (6.072 habitantes) y Freirina (3.201 habitantes), considerando también que las localidades de Huasco Bajo y Vicuña Mackena con 875 y 513 habitantes, respectivamente, también concentran una población considerable dentro del área de estudio.

Respecto a la población urbana y rural, información que se encontró solamente hasta el nivel de distritos, se puede decir, según la información que se muestra en el Cuadro N°3.29 del presente

⁷ MUÑOZ, M., NÚÑEZ, H. y YÁNEZ, J. eds. 1996. Libro Rojo de los sitios prioritarios para la conservación de la diversidad biológica en Chile. CONAF.

Informe, que el 80,78% de la población de la comuna de Huasco es urbana, porcentaje que aumenta al 83,76% a nivel de distrito. Se destaca además de manera importante que según los datos estadísticos, la localidad de Huasco corresponde a una población de tipo 100% urbana.

En el caso de la comuna de Freirina, la población urbana es menor en relación a la de Huasco, ya que su población urbana (3.194 habitantes) corresponde al 61,17% del total de la población comunal. El mismo número de habitantes de tipo urbano se mantiene en el distrito de Freirina, sin embargo, en relación al total de la población distrital de Freirina, la población urbana aumenta a 67,39%.

En términos generales, las comunas de Huasco y Freirina tienen un elevado porcentaje de población urbana, 80,78% y 61,17%, respectivamente, valores que aumentan en algún grado a nivel de distrito: 83,76% y 67,39%, respectivamente. Según esta información, Huasco mantiene un mayor nivel de población urbana, por lo que se estimaría que dentro del área de estudio, en esta zona se concentraría un mayor grado de desarrollo general de la población en términos de infraestructura, transporte, comunicaciones, servicios, etc. Esto también equivaldría para las localidades de Huasco y Freirina, ya que son las que presentan mayor porcentaje de población urbana (Sernatur, 2001).

10.8.3.2 Aspectos socioeconómicos y culturales

Con la finalidad de establecer una adecuada caracterización del sistema, que fuese reflejo de la totalidad de las tipologías presentes, es decir, de los grupos prediales que responden a intereses comunes y que presentan sistemas productivos con características similares, se procedió a estratificar el Universo Predial en 4 estratos, siguiendo las características específicas del área de estudio que fueron posibles de evaluar en terreno.

Estos estratos se definieron básicamente según la superficie predial total, considerando que ésta se relaciona íntimamente con el nivel productivo, tecnológico y de comercialización que presentan los predios.

Los estratos fueron definidos de acuerdo a los siguientes rangos:

Estrato 1	0,01 ha a 1,99 ha
Estrato 2	2,00 ha a 4,99 ha
Estrato 3	5,00 ha a 14,99 ha
Estrato 4	≥ 15,00 ha

A partir de los antecedentes recopilados fue posible obtener algunos aspectos generales y específicos relativos a las estructuras de tenencia, así como también relativas al manejo agronómico de las propiedades, con la finalidad de caracterizar técnica, productiva y económicamente al sistema, además de establecer tipologías relevantes al interior del mismo.

También fue posible obtener información respecto al grado de conocimiento de los agricultores sobre el proyecto, y las restricciones y expectativas de manejo que ellos enfrentan.

10.8.3.3 Sistema de Tenencia de la Tierra

Según los datos obtenidos en la encuesta, fue posible saber que el principal sistema de tenencia en todos los Estratos es la propiedad de la tierra. Porcentajes mayores al 66,67% (Estrato 4) hasta 100% (Estrato 2) de los predios del área de estudio existen como propiedad y con las escrituras al día.

El resto de los predios aparecen como sistemas de sucesión, según lo informado por los agricultores. Esta condición no establece con seguridad que los trámites de legalización de las escrituras de propiedad se encuentren en trámite. Muchas veces, estas situaciones se mantienen por un largo período de tiempo sin que se regularicen

10.8.3.4 Infraestructura Predial

La encuesta realizada permitió identificar el tipo de infraestructura al interior de los predios, tipologías que se resumen en: casas, galpones, bodegas y oficinas, entre otros. Además, se reconocen las estructuras de cercos, caminos interiores, drenes y tranques dentro del predio. La información señala además, la cantidad promedio de construcciones por predio para cada uno de los Estratos.

Según esta información, se puede decir que las casas y bodegas de almacenamiento son las infraestructuras prediales que mayormente se presentan en los predios del área de estudio. Las casas se presentan con más frecuencia en los roles de los Estratos más grandes, 3 y 4, siendo informadas por el 69,23% y 88,33% de los encuestados, mientras que en los Estratos 1 y 2, estos valores son del 20% y 33,33%. En términos generales, la presencia de casas en un rol indicaría que hay gente habitando el lugar, ya sea los mismos propietarios o, como ocurre más frecuentemente en los roles de mayor superficie, los encargados o administradores del predio.

En general, considerando que la principal especie agrícola producida en la zona es el olivo, se justifica que la infraestructura que más se presente en el área de estudio sean las bodegas, la cual es más útil en términos productivos para almacenar herramientas y maquinarias de trabajo, así como para acopio de productos post-cosecha.

Respecto a los cercos, estos fueron informados en la gran mayoría de los predios encuestados. El alambre de púa, instalado con estacas de madera, son el material de construcción más usado para hacer los cercos.

Los caminos interiores existentes en los predios fueron informados solamente en los tres Estratos de mayor tamaño, con tendencia a aumentar el número de predios con caminos interiores a medida que los Estratos son más grandes. Los caminos que hay dentro del predio son

generalmente de tierra y han sido construidos y son mantenidos por los mismos propietarios del predio.

Otro tipo de obras que se presentan al interior de los predios y en un buen porcentaje de ellos son los drenes, evidenciando los problemas de drenaje que tienen los suelos de la zona y el grado de mejoramiento que los agricultores han desarrollado. Existe una mayor cantidad de drenes abiertos que cerrados, y aquí también se observa la tendencia de que los Estratos más grandes presenten un mayor número de predios con sistemas de drenaje, hasta el 66,67% (Estratos 2 y 4) y 84,62% (Estrato 3).

En relación a los drenes también se observa un mejoramiento de estos sistemas en los predios de mayor superficie respecto a las superficies drenadas y a los materiales utilizados. Las superficies promedio por predio beneficiadas van en aumento del Estrato 1 al 4, desde 1,12 ha a 26,42 ha y los materiales utilizados son, además de tierra en la mayoría de los predios que los informan, de piedra y PVC en algunos predios de los Estratos más grandes. Una vez más, se corrobora la mayor capacidad económica de los predios más grandes, en relación a la infraestructura intrapredial, quienes son capaces de desarrollar sistemas de producción de mejor nivel y con mejor tecnología.

10.8.3.5 Servicios Básicos

Los servicios básicos evaluados corresponden a disponibilidad de agua potable, electricidad y línea telefónica al interior de las propiedades. Además, se evaluó dentro de este ítem si los agricultores cuentan o no con movilización propia.

La disponibilidad de los servicios básicos, energía eléctrica y agua potable evaluados alcanza porcentajes hasta del 70% y 80% (Estrato 1), respectivamente. Solamente en el Estrato 2 se observa un menor abastecimiento de estos servicios ya que ambos fueron informados por el 33,33% de los predios. Dentro de estos dos servicios básicos, la diferencia se presenta en que la disponibilidad de energía eléctrica es mayor en relación al agua potable dentro de los Estratos 1, 3 y 4. Respecto al servicio telefónico este se encuentra presente en el Estrato 2 y 4 en un 33,33% de los predios, mientras que en el Estrato 1 y 3 solamente alcanza al 10% y 23,08%, respectivamente.

10.8.3.6 Antecedentes Sociales

En forma general se evaluaron ciertas características del grupo familiar, tales como constitución familiar, padres, hijos, parientes y allegados, número de personas y sus edades, con el fin de tener un mayor conocimiento respecto si la agricultura se desarrolla en base a sistemas de producción familiar, empresarial, etc.

Respecto al grupo familiar este está constituido en casi todos los casos por padre, madre y con un número promedio por Estrato entre 2,67 y 4 hijos por familia. Casi no se informaron otros parientes dentro de los grupos familiares.

De la información obtenida en los predios encuestados, un 25% a 66,67% están habitados, de los estratos 4 y 2, respectivamente. Con esto se deduce que un importante porcentaje de los predios no habitados, son manejados productivamente a través de un administrador o por el mismo propietario pero a distancia, ya sea diariamente o con una menor frecuencia de dedicación.

El nivel de educación que alcanzan los jefes de hogar, que en promedio tienen entre 51 y 63 años de edad, es relativamente bajo. Ninguno de ellos informó haber asistido a cursos universitarios y los niveles de enseñanza técnica, completa e incompleta, no se informan o se observan en bajos porcentajes en todos los Estratos. Solamente se destaca un 60% de padres con nivel de educación técnica completa en el Estrato 2.

En relación con las madres, que promedian en edad alrededor de 54 años, se observa en términos generales un bajo nivel educacional, ya que la educación se concentra en los cursos de enseñanza media, al igual que los hombres. En este caso, también se destaca el Estrato 2 ya que un 25% de las “madres” informó tener cursos universitarios completos.

Respecto a los hijos, en comparación a los padres y madres, esta generación muestra un mayor porcentaje con gente dentro de la enseñanza media y universitaria completa en los cuatro Estratos.

En general, aunque existe una gran deficiencia educacional dentro del área de estudio, los datos informados muestran que, actualmente, la educación ha tenido un avance en relación a años anteriores debido a que un mayor número de niños y jóvenes han tenido acceso a ella.

10.8.3.7 Parámetros Técnicos

Ya analizadas las especies agrícolas que se encuentran dentro del área de estudio, según lo informado en la encuesta de detalle, es posible hacer una descripción del nivel técnico que caracteriza a los sistemas productivos de la zona de estudio.

Para la descripción del nivel técnico se evaluaron los siguientes parámetros:

- Tipo de tracción utilizada para las labores agrícolas: manual, mecánica y/o animal
- Uso de fertilizantes y abonos
- Uso de pesticidas (insecticidas, herbicidas, etc.)
- Calidad de la semilla o plántula (certificada, corriente o de producción propia)
- Metodología de riego

El uso de tracción mecánica para labores de los suelos alcanza entre el 80% (Estratos 1 y 2) y 85,71% (Estrato 4), excepto en el Estrato 3 que solamente se menciona en el 54,55% de los

predios. En general, la tracción mecánica, durante los años de mantención de las plantaciones olivícolas, se refiere principalmente al trabajo de surqueadura de los suelos para mejorar el sistema de riego. Por otra parte, se utiliza también en la aradura y rastraje para la preparación de los suelos en las etapas de plantación. Se observa el menor nivel tecnológico utilizado en los dos Estratos de menor tamaño, ya que mencionaron entre un 10% y 20% de uso de tracción animal en las labores agrícolas.

El trabajo realizado utilizando tracción “manual”, la cual se estima elevada dentro del área de estudio, entre 63,64% y 100%, se refiere principalmente a los trabajos de poda, aplicación de pesticidas con bombas de espalda y aplicación de fertilizantes, entre otros. Para estas actividades es necesario el empleo de personas que las realicen directamente, razón por la que este tipo de tracción, según se ha clasificado en la encuesta, esta tan ampliamente difundida en la gran mayoría de los predios con plantaciones de olivos.

La aplicación de fertilizantes en olivos es utilizada en todos los Estratos entre el 40% en el Estrato 1 y el 80% - 85,71% en los Estratos 2 y 3, respectivamente. El uso de pesticidas, que por lo general son herbicidas, no se extiende tanto en comparación al uso de fertilizantes, ya que los pesticidas fueron mencionados entre el 30% (Estrato 1) y el 71,43% de los predios (Estrato 4).

Respecto a la calidad de las plantas, a pesar de la falta de información que existe por parte de los agricultores, principalmente en los tres primeros Estratos, se puede decir que la tendencia es a utilizar plantas propias para el replante durante los años de mantención. Solamente en el Estrato 4 se observa que un 14,29% de los predios utilizan plantas de tipo corriente. En ninguno de los predios se informó el uso de plantas certificadas.

Según los sistemas de riego descritos por los encuestados, se puede establecer que dentro del área de estudio los sistemas utilizados son de baja tecnología. El riego por tendido es mayormente ocupado en gran parte de las especies agrícolas, incluyendo frutales y hortalizas. El riego por surco también es utilizado en predios de los Estratos 2, 3 y 4, entre un 20% y 50% de los predios.

10.8.3.8 Comercialización

La comercialización de las aceitunas, principal producto del área de estudio, es destinada a la venta, considerando que el 100% de los predios que la producen la venden. Del total de las cantidades producidas se vende entre un 83% (Estrato 4) y 96,9% (Estrato 1).

Las aceitunas se venden principalmente para consumo, aunque existe un porcentaje que también lo destina a la elaboración de aceite, ya sea con variedades específicas para este fin o con variedades de uva de consumo que igualmente son utilizadas por algunos agricultores para elaborar aceite casero, el que también se destina a venta local en el mismo predio y a consumo interno.

La cadena de comercialización de la zona difiere según sea la venta a: comerciantes, minoristas, cooperativas y/o agroindustrias. El sistema que más se destaca dentro del área de estudio es el

que involucra la venta a comerciantes quienes compran en el predio a un precio promedio por Estrato que va desde \$273/kg hasta \$287,5/kg.

El mercado de minoristas es importante en los Estratos más pequeños, aunque no es utilizado por más del 20% de los predios debido a las dificultades que significa vender directamente al consumidor. Los costos de flete y comercialización son considerados como los más limitantes. Sin embargo, los precios obtenidos a través de este sistema son por lo general más elevados, llegando hasta de \$650 por kilo de aceituna.

Se destaca en el Estrato 1 que el 40% de los encuestados informó la venta de las aceitunas a través de una cooperativa, lo que significa que existe un sector que muestra un cierto grado de organización al actuar en forma conjunta. Al trabajar de esta manera se trabaja a mayor escala por lo que es posible obtener mejores precios, tanto para la compra de insumos como para la venta de los productos, lo que se traduce finalmente en un aumento en los niveles de ingresos para los pequeños productores.

El sistema de comercialización, incorpora en la mayoría de los casos a intermediarios acopiadores que compran las aceitunas en las zonas productoras para posteriormente vender en mercados mayoristas. Esta situación es común en el área de estudio donde gran parte de los pequeños y medianos productores utilizan este canal de comercialización.

Otra alternativa de comercialización corresponde a la compra de aceitunas por parte de mayoristas directamente a los productores, luego adoban la aceituna y la distribuyen a intermediarios minoristas, restaurantes y supermercados en distintas localidades del país.

Una situación que se da en un pequeño número de productores medianos y en una buena parte de los grandes productores, es la venta directa en mercados mayoristas o también la distribución del producto a supermercados.

Es importante hacer notar que en cualquier rubro productivo, el escaso procesamiento, la calidad del producto y la extensa cadena de comercialización, hacen que el productor obtenga bajos niveles de precios y no exista la posibilidad de optar a otros mercados con mejores perspectivas de precios.

10.8.3.9 Vialidad y Transporte

A 795 km de Santiago se ubica la Región de Atacama, a la cual se accede por tierra, aire y mar. El transporte marítimo está dedicado principalmente al sector minero, mientras que el carretero es el que más se utiliza, especialmente por el sector agrícola del valle.

Por tierra a través de la ruta 5, Panamericana Norte, en la cual existen regulares servicios de autobuses que salen desde los terminales regionales y desde Santiago cada 1 ó 2 horas.

El viaje por tierra entre Santiago y Copiapó se demora alrededor de 12 horas en bus, mientras que por aire, en vuelo directo, alrededor de 1 hora y 20 minutos (Sernatur, 2001).

La longitud total de la red caminera en la Tercera Región es de 6.360 km, de los cuales 1.000 km están asfaltados, 1.824 km son de ripio asfaltado y 3.535 km son de tierra (sólo 1 km es de pavimento hormigón) (INE y CONAMA, 2000).

Desde la capital regional Copiapó a algunos lugares de la Región, las distancias en kilómetros son:

Desde Copiapó a:

- | | |
|----------------------|---------|
| • Los Loros | 64 km. |
| • Caldera | 75 km. |
| • Paso San Francisco | 285 km. |
| • Vallenar | 145 km. |
| • Chañaral | 167 km. |
| • Freirina | 177 km. |
| • Alto del Carmen | 183 km. |
| • Huasco Bajo | 188 km. |
| • El Salvador | 213 km. |

Las carreteras y caminos son suficientes como medios de transporte dentro del área, ya que los flujos de pasajeros y carga se desarrollan en buenas condiciones. Estos son muy importantes para el desarrollo del área de estudio en términos sociales y económicos, ya que gran parte de las necesidades de la población, insumos en general, actividades bancarias, comercio, etc., son satisfechas en la ciudad de Vallenar, por lo que los caminos y el transporte son vital importancia.

El número de automóviles en la Región de Atacama fue de 55 por cada 1.000 habitantes en el año 1999, mientras que el valor promedio a nivel nacional fue de 76 automóviles por cada 1.000 habitantes (INE y CONAMA, 2000).

El total del parque automotriz en circulación para el año 1999 en la III Región, según los datos estadísticos del Instituto Nacional de Estadísticas, fue de un total de 35.560 automóviles, de los cuales 28.291 (79,55%) correspondían a transporte de tipo particular, 3.673 (10,33%) a automóviles de transporte colectivo y 3.600 (10,12%) a transporte de carga. Estos valores regionales corresponden al 1,7%, 1,59%, 2,12% y 2,67% de los valores nacionales, respectivamente.

Cabe destacar que dentro del área de estudio, existen solamente dos bombas bencineras ubicadas en Huasco (Shell y Copec S.A.). Otras bombas de bencina cercanas a la zona de interés se sitúan en Vallenar.

Para el transporte aéreo en la Región existe el Aeródromo Chamonate, distante de Copiapó 15 km. al oeste; el aeródromo El Salvador, distante a 16 km. de El Salvador; y el aeródromo local de Vallenar sólo para aviones pequeños. La línea aérea comercial que funciona en la Región es Lan Chile.

Para el transporte marítimo destaca el Puerto Mecanizado de Codelco, División El Salvador. Su principal uso es la exportación de productos minerales de cobre, como concentrado de cobre y cobre refinado electrolíticamente en la fundición ubicada en Potrerillos. Así mismo se recibe material importado para el proceso de la División Codelco El Salvador.

Caldera también cuenta con dos puertos de embarque y desembarque, el perteneciente a la empresa minera Candelaria, que es usado mayoritariamente para la exportación de concentrados de cobre. El otro muelle, de uso comercial, es utilizado para la exportación de las primeras uvas de la temporada del país.

10.8.3.10 Fuerza de Trabajo

Información referente al tipo y número de trabajadores contratados para realizar las labores agropecuarias del predio.

Dentro del tipo de trabajadores se describen los permanentes, es decir, que trabajan durante todo el año en el predio; los temporales, que se contratan sólo para realizar ciertas labores por un periodo determinado de tiempo, como por ejemplo, durante el período de cosecha, siembra, etc. y, finalmente, los de tipo familiar, que son los que trabajan en el predio y que forman parte del grupo de la familia del propietario o arrendatario del predio.

En términos generales, se observa una mayor capacidad productiva y económica de los predios más grandes, quienes son capaces de solventar un mayor número de trabajadores tanto permanentes como temporales para realizar los trabajos agrícolas. Además, la tendencia que se presenta a medida que se aumenta en superficie predial, es que la mano de obra familiar se considera dentro del costo de producción agrícola, lo que indicaría un mejor nivel de gestión y administración del sistema de producción.

Específicamente, la mano de obra de tipo permanente se informó en los tres Estratos de mayor tamaño predial y en aumento. Desde un 33,33% de los predios del Estrato 2 hasta un 87,5% de los predios del Estrato 4 indicaron contratar trabajadores permanentes, quienes desempeñan la función de administradores. El número promedio por predio de personas contratadas va desde 1,43 a 4,14, en los Estratos 3 y 5, respectivamente.

Los trabajadores temporales son contratados en gran parte de los predios del área de estudio, desde el 66,67% (Estrato 2) hasta el 100% (Estrato 4), personas que se hacen indispensables, principalmente, en las labores de cosecha y poda de olivos, entre otras actividades. El número promedio por predio de temporeros que trabajan, generalmente a trato, es relativamente similar

entre los Estratos 2, 3 y 4, entre alrededor de 69 y 72 personas, mientras que en el Estrato 1 este número disminuye notablemente a, aproximadamente, un promedio de 27 personas por predio.

El número de predios que informa mano de obra familiar para realizar trabajo en el campo no supera en cada Estrato el 33,33%. Sin embargo, se destaca que en los dos Estratos más grandes este tipo de trabajadores son parte del costo de producción agrícola, por lo tanto, en cierto modo equivaldrían a ser trabajadores contratados tanto técnicas como de gestión y administración, quedando al margen la existencia de mano de obra familiar, que se caracteriza, por lo general, en formar parte de sistemas de producción en predios con superficies pequeñas, con menor desarrollo productivo y de menor capacidad empresarial.

En resumen, la tendencia general del sistema productivo del área de estudio refleja una mejor capacidad para contratar mano de obra permanente en los Estratos de mayor tamaño, así como también mantener un mayor número de trabajadores temporales y por más tiempo, en comparación con los Estratos más pequeños, quienes por lo general utilizan mano de obra propia y familiar en las labores agrícolas.

10.8.3.11 Uso del Suelo

Se ha subdividido la superficie total en función de los suelos que serán incluidos en el desarrollo de las posteriores etapas de la presente Consultoría. Se estima que exclusivamente la superficie con mal drenaje será parte del proyecto agroeconómico, mientras que el resto, que corresponde a suelo con buen drenaje y zonas de preservación, serán incluidas solamente para fines descriptivos y de diagnóstico de la Situación Actual, considerando que la determinación del Universo Predial (área de estudio) esta hecha por roles y éstos en algunos casos incluyen suelos con buen y mal drenaje.

La superficie arable se refiere a los suelos factibles de ser utilizados en agricultura y, en el caso de la encuesta, corresponden a los informados con algún cultivo o plantación. Porcentualmente, estos suelos ocupan el mayor porcentaje dentro de la superficie total de los predios, especialmente en los dos Estratos de menor superficie, desde un 56,32% respecto al promedio de superficie total del estrato correspondiente, como ocurre en el Estrato 3, hasta un máximo de 91,15% en el Estrato 1. En general, ocurre que los predios más pequeños tienden a maximizar el uso de sus tierras para lograr alcanzar la mayor cantidad de producción que les sea posible.

El suelo “no arable”, como criterio utilizado durante el desarrollo de la encuesta, se ha definido como el tipo de suelo que no es utilizado agrícolamente pero que podría ser ocupado para tal fin. Estos suelos representan valores desde 3,97% y 20,36% (Estratos 1 al 3, respectivamente).

Los suelos que no tienen ningún valor agrícola ni forestal, entran en la categoría de “no productivos” o “sin uso agrícola”. En los Estratos 2 y 3 alcanzan los mayores porcentajes dentro de la superficie promedio total del predio, valor que no supera el 19,57% en el último Estrato mencionado.

Finalmente, se destaca que dentro del área de estudio, en todos los Estratos predomina la superficie de suelo con riego y solamente en el Estrato 4 los suelos de secano alcanzan mayores porcentajes promedio dentro de un predio, 43,6%, lo que ocurriría debido a que estas propiedades involucran extensas superficies de cerros que están consideradas dentro de la superficie total.

Se describe a continuación el patrón productivo del área de estudio detallando las especies agropecuarias que se encuentran y las superficies promedio y totales descritas por los agricultores.

De acuerdo a la información recopilada, se observa que la especie agrícola que predomina en toda el área de estudio es el olivo. Esta especie se encuentra en todos los Estratos y en todos los predios que informaron producción de frutales, los cuales superan el 83,33% de los predios (Estrato 2) y alcanzan hasta el 100% (Estrato 1).

Se destaca que del total de los predios encuestados, la superficie utilizada con plantaciones de olivos ocupa el 43,82% de la superficie total encuestada (974,11 ha), es decir, alrededor del 98% de toda la superficie que esta ocupada agrícolamente esta destinada a la producción de olivos, por lo que el sistema productivo del área de estudio queda caracterizado por las plantaciones frutales de esta especie.

Las otras especies frutícolas que fueron mencionadas, membrillero, peral y guindos, no son significativos dentro del área de estudio desde el punto de vista de la superficie plantada y del número de predios que los informaron, no mayor al 20%. Se destaca, además, que estas especies se encuentran, generalmente, entre las hileras de las plantaciones de olivos.

Respecto a los cultivos y hortalizas mencionadas en la encuesta realizada a los agricultores, este tipo de producciones no es de mayor importancia dentro del sistema productivo, ya que se mencionan solamente en los Estratos 1 y 3 y por el 10% y 16,67% de los predios, respectivamente. En el primer Estrato se mencionan producciones de zapallo de guarda y tomate, sin embargo, según se observa en el Cuadro N° 4.38 del presente Informe, las superficies promedio por predio son iguales o menores a 0,014 ha por especie.

10.8.3.12 Arqueología

El valle del río Huasco, incluyendo su desembocadura, al igual que otros valles de la zona norte del país, permitió el desarrollo y asentamiento de antiguos pueblos que en la actualidad, se encuentran desaparecidos o con poblaciones muy reducidas. En la parte baja del Huasco se reconoce la presencia de dos pueblos que desaparecieron hace muchos años, como son los Changos y los Diaguitas. Los primeros de carácter nómada, se ubicaron en la desembocadura del río Huasco o en sus alrededores, donde encontraron agua dulce. Los segundos se asentaron en este y otros valle, desarrollando actividades más permanentes; fueron pueblos sedentarios.

Por haber existido presencia de pueblos antiguos, existe la posibilidad de encontrar, al momento de realizar excavaciones restos arqueológicos que requerirían ser estudiados, analizados, cuantificados y posiblemente rescatados, conforme a la Ley N° 17.288 acerca de Monumentos Nacionales. Tampoco se podría descartar la presencia de vestigios arqueológicos superficiales.

Los restos que se podrían encontrar dicen relación con artefactos, herramientas y utensilios de diversa índole empleados en la vida diaria, tales como arpones, anzuelos, jarros, platos, adornos de greda y metálico. También sería posible encontrar alguna tumba o restos de elementos de ceremonias religiosas, aún cuando estas actividades eran de poca relevancia, pueden estar presentes.

De las actividades desarrolladas en terreno se identificó una antigua ruina arqueológica correspondiente a un pequeño pukará de aproximadamente 6 x 4 m, en condiciones muy deterioradas, en el sector de Las Tablas (lado norte del río Huasco), cercano a la antigua bocatoma del canal Madariaga, la que se encuentra en desuso desde 1997. En la actualidad dicha bocatoma se encuentra reemplazada por otra de mejores características hidráulicas y de estabilidad. Las coordenadas de la ruina son: latitud 6.846.271,8 m Norte y longitud 292.946,7 m Este.

A continuación se presenta una breve descripción de su carácter, costumbres y relación entre los pueblos Changos y Diaguitas.

a) Changos

Los changos se distribuían a partir del sur del Perú hasta la latitud de Coquimbo. La mayor concentración de esta etnia se encontraba localizada entre el río Pisagua, río Loa, Cobija, Paposo y Taltal, es decir, la preferencia por algunas caletas que probablemente les proporcionaba el elemento agua y alguna vegetación. Iquique fue el lugar donde más concentración de Changos hubo. Algunos señalan que los Changos se ubicaron hasta el río Choapa, alcanzando algunos grupos hasta la zona del Aconcagua.

Constituyeron pueblos pescadores y recolectores que explotaron la pesca, el marisqueo, la caza del lobo marino y ocasionalmente la caza del guanaco en cerros próximos a la costa. Sus herramientas eran arpones y anzuelos. La colecta de mariscos parece haber sido muy importante para su alimentación, los vestigios de numerosos conchales ubicados en la costa, así lo demuestran.

Para desplazarse sobre el mar utilizaban balsas de cueros de lobos marinos, constituyéndose en el elemento característico de sus actividades. Fueron pueblos que no practicaban agricultura, ganadería ni minería, estos productos los comercializaban con otros pueblos como aymaras, diaguitas y atacameños, situados en algunos valles bajos. El hecho de no permanecer por mucho tiempo en un lugar, les impidió cultivar la tierra.

Los Changos, como grupo cultural, se consideran extintos hacia 1890, quedando algunos mestizos que conservaron su estilo de vida al norte de Paposo y Taltal, hasta las inmediaciones de los años 1925-1930.

El mestizaje se produjo por la explotación del guano y pesca, que se efectuó en islas costeras nortinas, y la actividad minera del salitre, donde la carga en los puertos también ocupó mano de obra changa.

Respecto de su organización, se puede decir que los changos se agrupaban en familias pequeñas con asentamientos dispersos, que reconocían como su territorio un sector de la costa que contara con agua dulce para beber.

Sus creencias religiosas fueron bastante escasas, pero se contaba entre ellas el culto a los muertos, pues los enterraban acompañados de herramientas y otros objetos.

Este pueblo fabricaba sus casas con la misma piel de lobo que sus barcazas, siendo exclusivamente un toldo o carpa de cuero que armaban y desarmaban cuando consideraban que debían dejar el lugar donde estaban.

b) Diaguitas

El asentamiento Diaguita se distribuyó en terrenos agrícolas de los valles de Copiapó, Huasco, Elqui, Limarí y Choapa,; es decir en territorios de la III y IV Región del país. En estos valles hubo un buen desarrollo de la agricultura con variada producción como el maíz, frejoles, algodón, papa, quinoa y buen desarrollo de tecnología para el riego, mediante acequias y canales artificiales. El agua la obtenían de los ríos (primavera) y de la lluvia (invierno). Con el algodón fabricaban tejidos.

El ganado, compuesto básicamente por vicuñas, alpacas y llamas, les proporcionaba carne, lana para tejer y medio de transporte. Su alimento lo complementaban con la caza de guanaco, chinchilla, perdices.

La ganadería practicada era de tipo trashumante, es decir en verano los animales eran llevados a pastar a la cordillera y en invierno a los sectores costeros. Mantenían relaciones comerciales con los Changos de la costa para la obtención de los productos del mar.

Vivían en aldeas cuyas chozas estaban elaboradas de un armazón de palos cubiertas por ramas y vegetales. Varios silos complementaban el escenario, donde almacenaban las semillas para siembras y alimento para periodos de cosecha mala. Las tierras fueron consideradas como propiedad comunitaria, donde el jefe las asignaba a cada familia. Este pueblo poseía una organización conocida como sociedad dual (atribuida a la influencia incaica), que se dividía en dos mitades: la de arriba, hacia la cordillera y la de abajo hacia el mar.

La unidad básica de organización era la familia aun cuando practicaban la poligamia y varias familias consanguíneas vivían en las aldeas.

Como entidad étnica y cultural, es mundialmente conocida por la riqueza de su alfarería producida durante el período Precolombino, logrando combinar de alguna manera, en forma armónica sus logros artesanales con los del pueblo inca invasor.

Su creatividad artística se aprecia en las figuras "jarros-pato", que además de ser funcionales, complementan conceptos ornamentales. Sus tejidos suelen tener motivos geométricos, y estilizaciones de animales.

Los Diaguitas fueron el grupo que más tempranamente se extinguió como entidad étnica cultural. Al momento de la independencia de Chile ya no existía la cultura Diaguita.

Se desconoce cuáles eran sus prácticas religiosas, pero se piensa que creían en la existencia de una vida extraterrenal, por el cuidado que ponían al momento de enterrar a sus muertos, depositando cántaros con alimentos y otras ofrendas. Con el tiempo, fueron mejorando la calidad de las sepulturas, hasta confeccionar verdaderos ataúdes de piedra.

En la localidad de Freirina, como una manera de mantener la tradición de la alfarería, existen artesanos que elaboran distintos jarros, cacharros y figuras que comercializan en la región, como así en otras regiones, incluyendo la venta al extranjero. Destaca entre los artesanos la Sra. Micaela Pérez Torres (Riquelme 431 – Freirina),.

10.8.4 Paisaje y Estética

10.8.4.1 Paisaje

La descripción del paisaje engloba una multitud de aspectos y su estudio admite una diversidad de enfoques. Para este estudio se ha considerado el aspecto visual, que corresponde al enfoque de la estética o de la percepción, considerando que el paisaje surge como manifestación externa del territorio, pero éste se concreta en lo que el observador es capaz de percibir de ese territorio y que dependerá del punto de la observación abarcando sólo la superficie observable al situarse dentro del propio territorio.

A pesar de la extensión del área de proyecto, se ha considerado la evaluación del paisaje para el que se constituye en denominador común, pues se va repitiendo a lo largo del mismo.

Para la descripción y su correspondiente evaluación se ha considerado que las visuales nacen en el lado sur del cauce del río Huasco, dirigiéndose hacia el norte, de oriente a poniente. Los puntos donde se ubica el observador corresponde a la ruta caminera que une Freirina con Huasco, viniendo de la ruta 5, desde Vallenar.

10.8.4.2 Componentes del paisaje

Son los aspectos del territorio que lo configuran y son diferenciales a simple vista. Se agrupan en tres grandes bloques:

- i. Físicos: formas del terreno.
- ii. Bióticos: vegetación y fauna.
- iii. Actuaciones humanas.

El último componente tiene lugar a través del desarrollo de múltiples acciones de diversas significación paisajística, entre las que destacan, para el área de análisis:

- i. Actividades agrícolas.
- ii. Obras públicas, ya sea lineal (carretera, caminos, ferrocarril).
- iii. Industria.
- iv. Urbanización y edificaciones.
- v. Actividades recreativas.
- vi. Otras.

Los componentes del paisaje pueden articularse en el espacio de muy diferentes formas permitiendo su análisis y diferenciación. A continuación se indican las configuraciones espaciales de los elementos que serán utilizados en el análisis paisajístico de cada una de las áreas de estudio:

Configuraciones espaciales

- Manchas:** Superficies no lineales que se distinguen por su aspecto y se destaca por su contraste (Color y/o textura) de lo que la rodea.
- Corredores:** Superficies de terreno estrechas, alargadas o elementos lineales que se diferencian por su aspecto de lo que la rodea.
- Matriz:** Elemento del paisaje que ocupa una mayor superficie y presenta una mayor conexión, jugando el papel dominante en el funcionamiento del paisaje. Es el elemento que, por lo general, rodea las manchas.

Cada uno de estos aspectos de la configuración espacial tiene implicaciones distintas desde el punto de vista ecológico, pero también desde el visual, y la combinación de los tres elementos con sus características particulares define la estructura general del paisaje y, en estrecha relación, su funcionalidad.

10.8.4.3 Características visuales básicas

Se entiende por características visuales básicas el conjunto de rasgos que definen visualmente un paisaje o sus componentes y que pueden ser utilizados para su análisis, diferenciación y valorización. Las características visuales básicas son: color, forma línea, textura y configuración espacial.

A continuación se describen las principales características que se han empleado:

- Color:** Los colores permiten diferenciar objetos que de otra forma serían idénticos. Se define por el tinte (rojo, amarillo, azul...) los cuales se dividen en cálidos o fríos y como valor intermedio los ocres; el tono en claro y oscuro y el brillo en brillante o mate. La combinación de estos elementos da el nivel de contraste visual del paisaje.
- Forma:** Es el volumen o figura de un objeto o de varios objetos que aparecen unificados visualmente. Las formas pueden ser de dos tipos: las bidimensionales, determinadas por la presencia de superficies adyacentes que contrastan en color y/o textura; o tridimensionales, determinadas por el volumen de un elemento del relieve o de otro objeto natural o artificial.
- Línea:** Es el camino real o imaginario que percibe el observador cuando existen diferencias bruscas entre los elementos visuales o cuando los objetos se presentan con una secuencia unidireccional. Las líneas pueden corresponder a bordes o límites entre dos superficies adyacentes diferenciadas por su color o textura, a la existencia de formas lineales diferenciadas de tipo banda y que dividen a una superficie en dos, o al recorte de la silueta de una forma tridimensional contra un fondo contrastado.
- Textura:** Es la manifestación visual de la relación entre luz y sombra dada por las variaciones existentes en la superficie de un objeto. Esta propiedad se extiende a superficies compuestas por la agregación de pequeñas formas o mezclas de color que constituye un modelo continuo de superficie.

La textura puede caracterizarse por su:

Grano (fino, medio o grueso): Tamaño relativo de las irregularidades superficiales.

Densidad: Espaciamiento de las variaciones superficiales.

Regularidad: Grado de ordenación y homogeneidad en la distribución espacial de las irregularidades superficiales.

Contraste interno: Diversidad de colorido y luminosidad dentro de superficie.

Configuración espacial o espacio

Es un elemento visual complejo que engloba el conjunto de cualidades del paisaje determinadas por la organización tridimensional de los objetos y los espacios libres o vacíos de la escena.

La composición espacial de los elementos que integran la escena define distintos tipos de paisaje:

Panorámico: En los que no existen límites aparentes para la visión, predominando los elementos horizontales con el primer plano y el cielo dominando la escena.

Cerrados: Definidos por la presencia de barreras visuales que determinan una marcada definición del espacio.

Focalizados: Caracterizados por la existencia de líneas paralelas u objetos alineados que parecen converger hacia un punto focal que domina la escena. Dominado por la presencia de un componente singular.

Filtrado por la presencia de una pantalla arbórea abierta que permita la visión a través de ella del paisaje que existe a continuación.

Por otro lado, tiene importancia la posición espacial de los elementos del paisaje, determinada fundamentalmente por su posición topográfica:

- En llano.
- En fondo de valle.
- A media ladera.
- En el borde superior de la ladera.
- En la cresta.

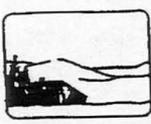
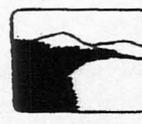
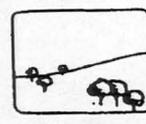
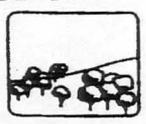
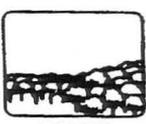
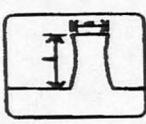
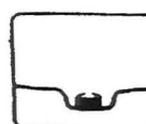
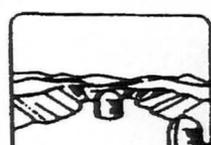
Así como el fondo escénico contra el que se recortan:

- Contra el cielo.
- Contra el agua.
- Contra el terreno.
- Contra la vegetación.

Como pauta se utilizó la Figura N° 3 de Descripción de las características visuales básicas, de Smardon, 1979⁸, que se presenta a continuación.

⁸ SMARDON, R.C. 1979. Prototype visual impact assessment manual. State University of New York. Syracuse.

Figura N° 3
Descripción de las características visuales básicas

 FORMA	 BIDIMENSIONAL	 TRIDIMENSIONAL	 GEOMETRICA	 COMPLEJA	
 LINEA	 BORDES DEFINIDOS	 BORDES DIFUSOS	 EN BANDA	 SILUETA	
 TEXTURA	GRANO				
	 FINO	 MEDIO	 GRUESO		
	DENSIDAD				
	 DISPERSO	 MEDIO	 DENSO		
	REGULARIDAD				
	 EN GRUPOS	 ORDENADO	 AL AZAR		
CONTRASTE INTERNO					
	 POCO CONTRASTADO	 MUY CONTRASTADO			
 ESCALA	 ABSOLUTA	 RELATIVA	 EFECTO DISTANCIA	 EFECTO UBICACION	
 ESPACIO	 PAÑORAMICO	 ENCAJADO	 FIG. DOMINANTE	 FOCALIZADO	 EN ESPESURA
	 SOBRE LLANURA	 FONDO DEL VALLE	 PIE DE LA LADERA	 MEDIA LADERA	 LINEA DE CUMBRE

Fuente: SMARDON, R.C., 1979.

10.8.4.4 Calidad visual del paisaje

Para la evaluación de la calidad del paisaje, en este estudio, se utilizará un método indirecto, el que considera el análisis de los siguientes aspectos:

- Componentes del paisaje.
- Categorías estéticas por medio de sistemas de agregación con o sin ponderación y métodos estadísticos de clasificación.

La valorización de paisaje para éste estudio es el de Inventario/ evaluación de la calidad escénica, criterio de ordenación y puntuación según “Bureau of Land Management” (BLM) de 1980, que a partir de las características visuales básicas como forma, línea, color, textura, de los componentes del paisaje permite llegar a un resultado de clasificación en tres tipos de clases diferente.

Para definir a qué tipo de clase pertenece, se valoran las diferentes unidades que están compuestas por la morfología, vegetación, agua, color, vistas escénicas, rareza, modificaciones y actuaciones humanas, según el Cuadro N° 10.6. El puntaje asignado puede ser intermedio entre dos clases.

Al evaluar el paisaje se le asignan valores según la pauta que se presenta y la suma total de puntos determina dentro de qué clases de área evaluada corresponde según su calidad visual:

- Clase A: Áreas que reúnen características excepcionales, para cada aspecto considerando (de 25 a 36 puntos).
- Clase B: Áreas que reúnen una mezcla de características excepcionales para algunos aspectos y comunes para otros (de 13 a 24 puntos).
- Clase C : Áreas con características y rasgos comunes en la región fisiográfica considerada (de 1 a 12 puntos).

Se describe a continuación el paisaje del área de estudio del proyecto de drenaje, para lo cual se hicieron observaciones en terreno en el mes de febrero y marzo, contándose para ello con buena luminosidad y días despejados.

Cuadro N° 10.6
Inventario / Evaluación de la calidad escénica según BLM (1980) (modificado)

Características	Evaluación		
Morfología	<i>Relieve muy montañoso, marcado y prominente, o bien, relieve de gran variedad superficial o muy erosionado o sistemas de dunas, o bien presencia de algún rasgo muy singular y dominante.</i> 5	Formas erosivas interesantes o relieve variado en tamaño y forma. Presencia de formas y detalles interesantes pero no dominantes o excepcionales. 3	<i>Colinas suaves, fondos de valle planos, pocos o ningún detalle singular.</i> 1
Vegetación	Gran variedad de tipos de vegetación, con formas, texturas y distribución interesantes. 5	Alguna variedad en la vegetación, pero sólo uno o dos tipos. 3	Poca o ninguna variedad o contraste en la vegetación. 1
Agua	Factor dominante en el paisaje; apariencia limpia y clara, aguas blancas (rápidos y cascadas) o láminas de agua en reposo. 5	Agua en movimiento o en reposo, pero no dominante en el paisaje. 3	Ausente o inapreciable. 0
Color	Combinaciones de color intensas y variadas, o contrastes agradables entre suelo, vegetación, roca, agua y nieve. 5	Alguna variedad e intensidad en los colores y contrastes del suelo, roca y vegetación, pero no actúa como elemento dominante. 3	Muy poca variación de color o contraste, colores apagados. 1

Características	Evaluación		
	Fondo Escénico	El paisaje circundante potencia mucho la calidad visual. 5	El paisaje circundante incrementa moderadamente la calidad visual del conjunto. 3
Rareza	Único o poco corriente o muy raro en la región; posibilidad real de contemplar fauna y vegetación excepcional. 6	Característico, aunque similar a otros en la región. 2	Bastante común en la región. 1
Actuaciones Humanas	Libre de actuaciones estéticamente no deseadas o con modificaciones que inciden favorablemente en la calidad visual. 5	La calidad escénica está afectada por modificaciones poco armoniosas, aunque no en su totalidad, o las actuaciones no añaden calidad visual. 3	Modificaciones intensas y extensas, que reducen o anulan la calidad escénica. 1
Totales	36	20	5

Fuente: Guía para la elaboración de estudios del medio físico. 1996.

10.8.4.5 Descripción de Componentes del paisaje

Dominación de intervención antrópica a través de actividades agrícolas (praderas, arboledas en cuadrículas). En el de estudio existen otros elementos de tipo lineal (caminos, línea de ferrocarril, puentes, pircas de piedra, cercos de postes y alambre, cercos acompañados de árboles tales como eucalipto e higuera, tendido eléctrico, zanjas de drenaje, canales, casas, galpones para el procesamiento de la aceituna, incluyendo estanques) que son visibles según la interacción del observador y la escala.

El plano principal y el intermedio se confunden resaltando el plano de fondo por las terrazas que rodean el valle. El plano principal y el intermedio está dado por los huertos de olivos que dominan la vista cuando el observador se ubica en el camino entre Vallenar y Huasco o en los caminos que nacen en este.

Sin embargo, dependiendo del punto de observación, se puede visualizar en primer plano el cauce del río con todo su borde costero y la vegetación asociada a el.

Configuraciones espaciales

Matriz: Predominio de huertos olivícolas en toda el área de estudio. En algunos puntos de observación la matriz está conformada por vegas.

Manchas: Donde la matriz son los olivos, las manchas corresponden a casas.

Corredores: Presente por caminos vecinales, algunos con vegetación arbórea y cercos.

10.8.4.6 Descripción de Características visuales básicas

- 1. Color:** En el primer y segundo plano dominan los colores fríos, dado por las distintas tonalidades del verde, lo que está muy relacionado con la época del año, lo que también influye en que los colores sean más o menos brillantes, llegando a ser mate. Dado que las plantaciones olivícolas son dominantes, los colores de estas son las dominantes. A lo anterior se agrega colores complementarios dado por la presencia de construcciones, cercos u otra vegetación diferente, la que no sólo cambia en el color sino en el tamaño y forma. Entre ésta, se encuentra la vegetación natural que marca la franja de río y aquella que está presente en vegas y pantanos, como así la correspondiente a algunas praderas.

El plano de fondo, corresponde a colores claros, mate, el que se encuentra dado por los taludes que se forman entre las terrazas y el valle.

2. Forma: En el primer plano y en el intermedio, dominan la forma de tipo bidimensional cuyas superficies geométricas se ensamblan en diferentes campos agrícolas. Al considerar el plano de fondo, dominan las formas tridimensionales, a través de los elementos de volumen compuesto por las terrazas y colinas.

3. Línea: En todos los planos se aprecian bordes definidos, resaltando la silueta de la vegetación, correspondiente a árboles, principalmente olivos. No obstante la mayor definición se encuentra en el plano de fondo, donde se aprecian bordes definidos para las terrazas que se recortan contra el cielo. También se observan, en el plano principal e intermedio, las líneas que definen los caminos y cercos que dividen los predios y que forman bandas.

4. Textura:

Grano: En el plano principal e intermedio domina el grano medio, especialmente representado por las plantaciones de olivos. El plano de fondo se caracteriza por tener textura de grano fino.

Densidad: La densidad de los primeros planos e intermedio es de medio a denso, mientras que en el de fondo es disperso.

Regularidad: Considerando en el primer plano la vegetación natural de orilla de río y los cultivos olivícolas en el plano intermedio, en el primero de ellos domina el azar en la distribución de la vegetación, en tanto que en el segundo, existe regularidad en la vegetación, por el ordenamiento de las plantaciones (ordenado). En el plano de fondo se pierde la regularidad, quedando los diversos elementos disgregados al azar. Cabe señalar que en el primer plano

5. Configuración espacial o espacio: La configuración de los elementos que integran la escena determina una composición de tipo panorámico para los dos primeros planos, donde la visión queda limitada por las terrazas que conforman el plano de fondo, en cuyo caso dominan los elementos verticales junto a los horizontales. Los dos primeros planos corresponden a una formación topográfica de llano, con dominancia de elementos horizontales, a los cuales se agregan algunos elementos verticales (árboles como eucalipto son los más representativos y algunas construcciones). El terreno se desarrolla de oriente a poniente con pendiente simple en torno al cauce del río Huasco. En la medida que se traslada la visión hacia el norte y hacia el sur, a partir del cauce la pendiente se complejiza, hasta llegar al borde de las terrazas.

Cuadro N° 10.7
Evaluación de la calidad escénica del área de estudio

Característica	Evaluación
Morfología	3
Vegetación	3
Agua	3
Color	3
Fondo escénico	3
Rareza	2
Actuaciones Humanas	3
Total	20

De acuerdo a la metodología empleada, aquellas áreas cuyo puntaje se encuentra entre 13 a 24 puntos, reunirían una mezcla de características excepcionales para algunos aspectos y comunes para otros, para la región en que se encuentran. Por lo tanto, el área de estudio, de acuerdo al puntaje señalado, pertenecería a una de calidad visual media (B), conforme al rango de puntajes señalados anteriormente.

10.8.4.7 Fragilidad visual

La fragilidad visual es la susceptibilidad de un paisaje al cambio cuando se desarrolla un uso sobre él. En otras palabras expresa el grado de deterioro que el paisaje experimentaría ante la incidencia de determinadas actuaciones.

Factores de análisis de la fragilidad visual

Para llegar a una descripción de fragilidad visual se deben considerar algunos factores. Según Aguiló, 1981, estos se conforman en tres grandes grupos, que son los siguientes:

Biofísicos Son los elementos característicos de cada punto, como la pendiente, orientación y vegetación con sus respectivos aspectos.

Visualización Derivado de la configuración del entorno de cada punto, entran en juego aquí la magnitud, forma y complejidad

Histórico-culturales Los procesos históricos le van dando el carácter y forma al paisaje y determinan la compatibilidad de formas y función de futuras actuaciones con el medio.

A continuación y para entender la evaluación de la fragilidad visual, se describen las variables que componen estos tres grupos de factores:

10.8.4.8 Factores biofísicos

Los factores morfológicos dicen relación con la fragilidad visual del punto evaluado.

Suelo y cubierta vegetal

- Densidad de la vegetación. A mayor densidad de la vegetación, expresada por el porcentaje de suelo cubierto por las especies vegetales en la proyección horizontal al paisaje, menor es la fragilidad visual.
- Contraste cromático suelo-vegetación. La fragilidad visual intrínseca crece con la magnitud del contraste de color entre suelo y vegetación.
- Altura de la vegetación. Cuando mayor es la complejidad de la estructura de la vegetación, mayor número y densidad de estratos, menor es el nivel de fragilidad visual.
- Contraste cromático dentro de la vegetación. La diversidad cromática dentro de la propia cubierta vegetal favorece el “camuflaje” de las actuaciones humanas, sobre todo si la gama de colores se distribuye en una forma azarosa. Por lo tanto a mayor monocromatismo en el paisaje, mayor es la fragilidad visual.
- Estacionalidad de la vegetación. La pérdida de las hojas caducas, hace disminuir el “efecto pantalla” lo cual es un factor que aumenta, aunque sea de forma temporal, la fragilidad visual.
- Pendiente. De la estimación de los valores de la pendiente, se le atribuye una mayor capacidad de absorción visual a las pendientes más bajas.

10.8.4.9 Factores morfológicos de visualización

Los factores morfológicos dicen relación con la fragilidad visual del entorno del punto.

Tamaño de la cuenca visual. Un punto es más vulnerable cuando más visible es; cuanto mayor es su cuenca visual.

Compacidad de la cuenca visual. Las cuencas visuales con menor número de huecos, con menor complejidad morfológica, son más frágiles. La compacidad se refiere a la mayor o menor presencia de zonas no vistas (de sombra) o huecos

dentro del contorno formado por los puntos visibles más lejanos. Los huecos corresponden a la superficie no visible incluida dentro del contorno de la cuenca visual, en relación a la superficie total incluida dentro de dicho contorno.

Forma de la cuenca visual. Las cuencas visuales más orientadas y alargadas son más sensibles a los impactos, debido a la mayor direccionalidad del flujo visual.

Altura relativa del punto respecto a su cuenca visual. Son más frágiles visualmente aquellos puntos que están muy por encima o muy por debajo de su cuenca visual, y menos frágiles aquellos otros cuya cuenca está a su mismo nivel.

10.8.4.10 Fragilidad derivada de las características histórico - culturales del territorio

Existencia de, y proximidad a, puntos y zonas singulares. Los valores singulares, en cuanto constituyen puntos de atracción y focalizan la visión, añaden fragilidad visual, tanto a los propios puntos donde se sitúan, como a su entorno inmediato. La selección de estos puntos podrá regirse por criterios de:

Unicidad. Edificios, monumentos o parajes de carácter único, o por lo menos escasos.

Valor tradicional. Parajes o formaciones morfológicas fuertemente enraizados en la vida local, utilizados como referencia cotidiana o constituidos, de alguna forma, como símbolos de alguna comarca.

Interés histórico. Monumentos importantes en la historia de la región, con trascendencia fuera del ámbito local.

10.8.4.11 Accesibilidad de la observación

Distancia a carreteras y pueblos. La fragilidad visual adquirida aumenta con la cercanía de los pueblos y carreteras, por potencial aumento de observadores.

Accesibilidad visual desde carreteras y pueblos. La fragilidad visual de cada punto del territorio aumenta con la posibilidad que tiene cada punto de ser visto desde esos núcleos de potenciales observadores. Cuanto mayor sea el número de veces que un punto es visto al recorrer una carretera, mayor será la fragilidad visual de aquel punto.

Resultados del análisis

Sobre la base de lo descrito, en el Cuadro N° 10.8 se presentan los valores asignados para cada uno de los factores evaluados en la Fragilidad Visual del paisaje, englobando toda el área de estudio como un todo y suponiendo una visión desde la ruta que une Vallenar con Huasco, es decir, una visión desde el lado sur hacia el lado norte, de oriente a poniente. Cabe reiterar que no siempre se tiene visión desde esta ruta, por lo cual se requiere ingresar por algún camino lateral para tener visión. Por otro lado, el proyecto “construcción de un sistema de drenaje en base a zanjas” no ofrece una fácil visión y de por sí, se tiende a ocultar, en especial, por que se desarrolla en área de desarrollo olivícola, ocultando las zanjas. A lo anterior se agrega que un elevado porcentaje de las zanjas serán provisorias, siendo tapadas una vez instalada la tubería de PVC; sólo algunas zanjas quedarán descubiertas. Los resultados son analizados según los grupos de factores indicados en el Cuadro N° 10.8

Cuadro N° 10.8
Evaluación de la fragilidad visual de la Unidad de Paisaje

Componente	Descriptor del Componente	Evaluación de la Fragilidad	Observación
Biofísicos	Densidad de la vegetación	Baja	La fragilidad visual es baja dado que el suelo se encuentra cubierto de vegetación.
	Contraste cromático suelo-vegetación	Media	La fragilidad visual es inversamente proporcional a la magnitud del contraste. Existe un relativo contraste entre el suelo y la vegetación. Cabe señalar que el suelo presenta plantas (malezas) que lo cubren de manera significativa.
	Altura de la Vegetación	Baja	La abundante vegetación, representada por las plantaciones de olivos, enmascara las actuaciones humanas.
	Contraste cromático dentro de la vegetación	Media	No existe mucho contraste cromático dentro de la vegetación, sin embargo, al ser abundante, constituye un factor restrictivo de la visión.
	Estacionalidad de la vegetación	Baja	La vegetación del tipo de hoja perenne genera un efecto pantalla sobre las actuaciones humanas durante todo el año.

Componente	Descriptor del Componente	Evaluación de la Fragilidad	Observación
	Pendiente	Baja	Mayor capacidad de absorción visual, por desarrollarse las actuaciones a nivel del observador o algo más baja, según se ubique en la ribera sur del cauce.
	Orientación	Media	Las obras a llevarse a cabo en el sector norte de la ribera del río Huasco, le imprimen mayor y constante luminosidad con lo que la fragilidad visual aumenta, sin embargo las zanjas de drenaje se implementarán en un gran porcentaje entre los huertos olivícolas, independiente de la orientación de la visual. Por otra parte, la mayoría de las zanjas serán confeccionadas provisoriamente; una vez que se coloque la tubería de PVC, serán tapadas.
Morfológicos de visualización	Tamaño de la cuenca	Media	El área es amplia y alargada, por lo que se esperaría una cuenca visual también amplia y alargada, sin embargo, los sitios de observación o miradores en torno a la ruta Vallenar-Huasco, son escaso. Para ampliar la cuenca visual se debe acceder por los caminos laterales.
	Compacidad	Media	La cuenca visual aparece fragmentada por algunos huecos, según sea la ubicación del observador. Esto se produce por los cambios de direccionalidad del río Huasco, lo que trae aparejado variación en la extensión de las áreas vistas. La zona de sombras es importante, producto de la vegetación y con ello aumentan las posibilidades de ocultamiento del trazado de las zanjas de drenaje (aumenta la superficie no visible).

Componente	Descriptor del Componente	Evaluación de la Fragilidad	Observación
	Forma de la cuenca visual	Media	La cuenca visual del área de proyecto es alargada por lo cual tiende a deteriorarse su calidad (aumenta la fragilidad). Sin embargo, por tratarse de una cuenca zigzaguente, la cuenca visual se fragmenta, en pequeñas cuencas, limitando la capacidad visual.
	Altura relativa del punto respecto a su cuenca visual	Baja	En términos generales, la cuenca visual se encuentra a un mismo nivel del observador o algo inferior, según donde se ubique éste. Así, los rayos visuales inciden con ángulos muy pequeños sobre las superficies a observar (a proyecto); los detalles no se aprecian bien.
Factores histórico culturales (singularidad)	Unicidad	Baja	No existen monumentos o parajes de carácter único o por lo menos escaso.
	Valor tradicional	Bajo	No existen formaciones enraizadas en la vida local o que sirvan de referencia simbólica.
	Interés histórico	Bajo	No existen monumentos que muestren parte de la historia de la región con trascendencia
Accesibilidad	Distancia a carreteras y poblados	Alta	Alta es la potencialidad de observadores, por la cercanía de la ruta que une Vallenar con Huasco, como así su cercanías a los poblados de Freirina, Huasco y Huasco Bajo.
	Accesibilidad visual de carreteras y poblados	Media	No tiene visibilidad desde núcleos de potenciales observadores, como Freirina y Huasco y en forma muy restringida desde Huasco Bajo. Desde la carretera Vallenar- Huasco tiene posibilidad de ser visto
Fragilidad Visual de la Unidad: Baja			

De acuerdo a la evaluación la fragilidad visual se determina que esta es baja, lo que significa que el proyecto de drenaje, objeto de la presente Consultoría, en términos globales no afectaría de manera significativa el componente paisaje.

Como una manera de corroborar lo anterior, la fragilidad visual se determinó, indirectamente, a través de la capacidad de absorción visual (C.A.V.) que es el opuesto a la fragilidad visual. Para ello se siguió el método de Yeomans (1986)⁹, donde los factores biofísicos implicados se integran en la siguiente fórmula:

$$CAV = S * (E + R + D + C + V)$$

donde:

- S : pendiente
- E : erosionabilidad
- R : capacidad de regeneración de la vegetación
- D : diversidad de la vegetación
- C : contraste del color del suelo y roca
- V : contraste suelo – vegetación

En el Cuadro N° 10.9 se indican los valores nominal y numérico que puede adquirir cada uno de los factores de acuerdo a sus características.

Cuadro N° 10.9
Valores de la Capacidad de Absorción Visual (C.A.V.) según Yeomans

Factor	Símbolo	Característica	Valores de C.A.V.	
			Nominal	Numérico
Pendiente	P	Inclinado (pendiente > 55%)	Bajo	1
		Inclinación suave (25 a 55% de pendiente)	Moderado	2
		Poco inclinado (0 a 25% de pendiente)	Alto	3
Diversidad de vegetación	D	Eriales, praderas y matorrales	Bajo	1
		Coníferas, repoblaciones	Moderado	2
		Diversificada (mezcla de claros y bosques)	Alto	3
Estabilidad del suelo y erosionabilidad	E	Restricción alta, derivada de riesgo alto de erosión e inestabilidad, pobre regeneración potencial	Bajo	1
		Restricción moderada debido a cierto riesgo de erosión e inestabilidad y regeneración potencial	Moderado	2

⁹ YEOMANS, W.C. 1986. Visual impact assessment: Changes in natural and rural environment. In Smardon, R.C., Palmer, J.E. and Felleman, J.P. (Eds.). Foundation for visual project analysis. John Wiley and Sons, New York, 1986.

Factor	Símbolo	Característica	Valores de C.A.V.	
			Nominal	Numérico
		Poca restricción por riesgo bajo erosión e inestabilidad y buena regeneración potencial	Alto	3
Contraste suelo-vegetación	V	Bajo potencial de regeneración	Bajo	1
		Contraste visual moderado entre el suelo y la vegetación	Moderado	2
		Contraste visual bajo entre el suelo y la vegetación adyacente	Alto	3
Regeneración potencial de la vegetación	R	Potencial de regeneración bajo	Bajo	1
		Potencial de regeneración moderado	Moderado	2
		Regeneración alta	Alto	3
Contraste de color roca-suelo	C	Contraste alto	Bajo	1
		Contraste moderado	Moderado	2
		Contraste bajo	Alto	3

En un rango, como el que a continuación se presenta, se puede observar las distintas categorías de capacidad de absorción visual. Cuando la CAV es baja la fragilidad es alta y viceversa.

Cuadro N° 10.10
Relación entre la Capacidad de Absorción Visual (C.A.V.) y Fragilidad

Evaluación numérica de la CAV	C.A.V.	Fragilidad
entre 5 y 15	Baja	Alta
entre 20 y 30	Media	Media
entre 35 y 45	Alta	Baja

Los valores asignados de acuerdo a la metodología, en una escala de 1 a 3, son los siguientes:

S : 3 D : 2
E : 3 C : 3
R : 2 V : 2

Al aplicar la fórmula señalada, el resultado es 36 lo que indica que la Capacidad de Absorción Visual es Alta y por lo tanto la Fragilidad Visual es “baja”.

10.9 Evaluación de impacto ambiental

10.9.1 Identificación, descripción y clasificación de impactos ambientales

Se realizó una identificación general de los impactos ambientales que un proyecto de esta naturaleza tiene asociado, y posteriormente se identificaron algunos impactos particulares, con la información que se tiene o se ha elaborado en la presente Consultoría. Se utilizó como base una “Lista de Chequeo” de impactos, sobre la base de una tabla de doble entrada, conocida como Matriz de “Causa-Efecto”, denominada también Matriz “Actividad-Elemento ambiental”.

Luego, se realizó la cuantificación de las alteraciones mediante una metodología basada en la matriz de las grandes presas, con una serie de atributos de amplio uso en los estudios de impacto ambiental, considerando varios criterios propuestos en su momento por CONAMA y que son de amplia difusión en nuestro país, en los estudios de impacto ambiental (Urrea, 2001)¹⁰.

Se analizaron tres etapas del proyecto: construcción y operación del sistema de drenaje y el proyecto agrícola asociado a la operación.

Además, se presenta una breve descripción de cada uno de los impactos, y una clasificación de estos en los *componentes ambientales* correspondientes.

Por no preverse etapa de abandono, ésta no se evaluó.

10.9.2 Componentes ambientales

Los componentes ambientales susceptibles de experimentar impactos, se han agrupado en cuatro medios (físico, biótico, antrópico y paisaje) para su mejor análisis. Dichos medios y los ítemes a analizar son los siguientes:

- Medio físico:
- Aguas superficiales: calidad química y física, flujo de agua superficial y sedimentación.
 - Aguas subterráneas: calidad química y física, flujo y nivel del acuífero.
 - Suelos y geomorfología: Forma del relieve, erosión, y características químicas y físicas.
 - Aire: Calidad y ruido.

¹⁰ URRA, M. 2001. Evaluación de Impacto Ambiental. Apuntes Programa de Gestión y Ordenamiento Ambiental. Facultad de Ingeniería. Universidad de Santiago de Chile.

- Medio biótico:** Vegetación: Cobertura vegetal, producción de biomasa, especies naturales, diversidad y expansión de especies exóticas.
- Fauna: Especies vulnerables, alteración y cambio de hábitat.
- Procesos ecológicos: Cadenas alimentarias, ciclos reproductivos y pautas de comportamiento.
- Medio antrópico:** Población: Empleo e ingresos económicos, salud, vivienda.
- Actividades económicas: Valor de la tierra, tenencia del suelo, comercialización e infraestructura productiva.
- Aspectos arqueológicos y culturales: Sitios arqueológicos.
- Paisaje:** Calidad visual y fragilidad visual

10.9.3 Descripción de los componentes ambientales y sus impactos

A continuación, y para cada medio, se explican los componentes ambientales que se han identificado con posibilidades de experimentar efectos que signifiquen algún tipo de impacto ambiental, asociado al proyecto de drenaje, los que por su naturaleza pueden ser positivos o negativos.

10.9.3.1 Medio físico

a) Agua superficial y subterránea

Calidad química: Modificación de las características químicas de las aguas superficiales y subterráneas. Con el lavado de sales del suelo se prevé que aumentará el tenor salino de las aguas. El objetivo del proyecto es eliminar el exceso de sales de los suelos para que no afecten el crecimiento y desarrollo de las plantas cultivadas. El impacto será permanente.

Calidad física: Modificación de las características físicas, por aumento de los sólidos en suspensión, de las aguas superficiales y subterráneas. Esto se produce debido al movimiento de suelos al construir el sistema de drenaje. El impacto será temporal. Con el uso de los drenes no se espera aumento de los sólidos suspendidos, salvo cuando se realice mantención de las zanjas, las que dentro de la red completa, representa una fracción menor.

Flujo de agua superficial: Se produce una alteración de los flujos de agua superficiales por la interceptación realizada por los drenes. El objetivo del proyecto es interceptar las aguas del acuífero superficial para eliminar el exceso presente actualmente en los suelos, de modo que se puedan utilizar agrícolamente.

Sedimentación: Ocurren procesos de sedimentación del material arrastrado en las etapas de construcción y limpieza de drenes y cauces, tanto dentro del área a drenar como también aguas abajo. La sedimentación se producirá en aquellos tramos en que la pendiente disminuye y las partículas pierden energía cinética.

Flujo y nivel del acuífero: Se produce una alteración en el flujo y nivel del acuífero por la interceptación realizada por los drenes. Los actuales niveles bajarán con el tiempo, aumentando el flujo. Este último está en función de los caudales aportantes. El objetivo del proyecto de drenaje es que descienda el nivel del acuífero para que las plantas cultivadas se puedan desarrollar adecuadamente.

b) Suelo y geomorfología

Forma del relieve: Modificación del relieve por la construcción de los drenes (zanjas). Se estima de poca significación, debido a que algunas sólo serán permanentes.

Erosión: Se produciría erosión en los taludes de los drenes en una primera etapa, antes de estabilizarse definitivamente. La estabilización se puede alcanzar con la vegetación que colonice los taludes, o por que alcanza su ángulo de estabilidad definitivo para los flujos que transporte. La presencia de vegetación tiene una connotación positiva al estabilizar taludes, pero también tiene una connotación negativa, al aumentar la rugosidad de los cauces, con lo cual disminuye la capacidad de conducción de los flujos. Sólo es aplicable a las zanjas que quedarán abiertas.

Características químicas: Modificación de las características químicas del suelo. Se lavaran las sales del suelo, lo que se verá reflejado en una disminución de la conductividad eléctrica (parámetro indicador de la salinidad). La sales más solubles, como el cloruro de sodio, serán las primeras en ser lavadas.

Características físicas: Modificación de las características físicas. Se espera que cambie la densidad aparente del suelo con el aumento del paso de maquinaria agrícola (se reflejará a través del algún grado de compactación y disminución de la permeabilidad). La eliminación del sodio mejorara la agregación y formación de estructuras de suelo, favoreciendo el almacenamiento de agua, el paso de raíces y la infiltrabilidad en los suelos recuperados.

c) Aire

Calidad del aire: Podría producirse un aumento temporal de las partículas sólidas en suspensión con la construcción de las zanjas con maquinaria. Sin embargo, dado los

elevados contenidos de humedad del suelo, se estima que dicho efecto sería despreciable o poco significativo, aún cuando se ha evaluado en las matrices. Otras actividades también generarían material particulado, como es el tránsito de vehículos con materiales, transporte de equipos, etc.

La emisión de gases de combustión es otra descarga al ambiente, la que se considera irrelevante.

Ruido: Incremento temporal de los niveles sonoros por utilización de maquinaria pesada en la construcción de drenes y limpieza de cauces. Todo el movimiento asociado al transporte genera ruido.

10.9.3.2 Medio biótico

a) Flora y Vegetación

Cobertura vegetal: Disminución de la cubierta vegetal para la construcción de las zanjias y para habilitar los terrenos agrícolamente en aquellas superficies ocupadas por formaciones vegetales naturales. En los sectores que existe vegetación natural se provocará discontinuidad del paisaje vegetal. No obstante, una buena proporción de la superficie que será habilitada se encuentra actualmente intervenida agrícolamente, pero con resultados productivos y de calidad baja (praderas y huertos olivícolas).

Producción de biomasa especies naturales: El proyecto busca aumentar la biomasa de las especies cultivadas. Este es un impacto positivo, objeto del proyecto. Sin embargo, en las áreas en que existe vegetación natural se producirá una disminución de la producción por reducción del agua disponible. La producción de biomasa natural es la que se evalúa para el componente ambiental Flora-vegetación, por lo tanto tiene una connotación negativa.

Diversidad: Con la disminución de la cobertura vegetal se puede ver disminuida la diversidad de especies naturales. Sin embargo, la gran mayoría de las especies asociadas a las áreas húmedas, tiene amplia distribución a lo largo del río Huasco y en el país, encontrándoseles en suelos con distintos grados de humedad y salinidad, en diferentes condiciones de climáticas y de altitud.

Muchas de las especies son agresivas y aún cuando se les estén extrayendo al momento de limpiar el cauce del río, rápidamente aparecen.

Un buen número de las especies que se encuentran en el sector bajo del río Huasco son especies alóctonas.

Introducción y expansión de especies exóticas: La pérdida de vegetación natural facilita o permite la introducción y/o expansión de especies exóticas, las que poseen una mayor capacidad de invasión. Dado que el roce y limpieza de la vegetación se ejecutaría en los sectores que se habilitarán o sanearán para la agricultura, las especies exóticas sólo

competirían con las plantas cultivadas. Para alcanzar niveles adecuados de producción los agricultores deberán aplicar productos agroquímicos que controlen las malezas.

b) Fauna de vertebrados

Especies vulnerables: La modificación de hábitat como vegas y en especial, pantanos y pajonales, alterarían las poblaciones de especies vulnerables. Sin embargo, el proyecto ha tomado en cuenta este factor a través de las observaciones de un especialista ornitólogo, cuyas recomendaciones han sido incluidas en el proyecto. Como se ha señalado, éstas consisten en dejar una franja sin intervenir al lado del río, en toda la extensión del área de estudio, con lo cual se mantendrán las condiciones de acogida de las aves.

Potencialmente, este sería el principal impacto, sin embargo, los resguardos están tomados, evitándose que se generen los efectos señalados. Así, no se espera que disminuya la densidad y diversidad de especies. Por otro lado, las menores intervenciones se encuentran hacia el poniente, donde la abundancia de la avifauna es mayor, mientras que las intervenciones de saneamiento aumentan aguas arriba del cauce del río Huasco, en la medida que los sectores propicios para hábitat de aves disminuyen, agregándose la gran intervención antrópica, la que pasa principalmente por las plantaciones de olivos.

Alteración, modificación y cambio de hábitat: Se afectan los hábitat de ciertas comunidades de la fauna, en términos de lugares de reposo, alimentación o refugio. El proyecto contempla una franja de protección sin alteración del hábitat, según lo que se ha indicado.

c) Procesos ecológicos

Cadenas alimentarias: Por alteración de la cubierta vegetal existe la potencialidad de verse afectado algún eslabón de la cadena alimentaria, lo que podría modificar las pautas de comportamiento de algunas especies. Sin embargo, las medidas de control ambiental no modificarán las cadenas alimentarias, aún cuando la potencialidad existe.

Ciclos reproductivos: Por alteración de hábitat, se puede ver afectado el ciclo reproductivo por alteración en los lugares de refugio y alimentación. La potencialidad existe y las medidas de control han sido señalados.

Pautas de comportamiento: Por alteración del hábitat se puede producir un cambio en el nicho ecológico de una especie. La potencialidad existe y las medidas de control han sido señalados.

10.9.3.3 Medio antrópico

a) Población

Empleos e ingresos económicos: Incremento de mano de obra. Conlleva a un aumento temporal en el nivel de empleo por la construcción de las obras (empleos cubiertos por individuos externos, pertenecientes a la o las empresas constructoras y residentes en el área en estudio).

En la etapa de operación se produce un incremento del empleo como consecuencia del cambio en los sistemas productivos por efecto del programa de desarrollo agropecuario.

Se prevé un aumento de los ingresos económicos mediante dos vías. En la etapa de construcción que beneficiará a los trabajadores que participen en la construcción del sistema de drenaje (demanda de mano de obra). En la etapa de operación los propietarios de los predios beneficiados con el proyecto de drenaje, verán incrementados sus ingresos económicos, con las mayores producciones y rendimientos producto de cambios en la estructura de los sistemas productivos.

Migraciones: Por la superficie involucrada en el proyecto de drenaje no se espera migraciones a la zona por modificación de los sistemas productivos, producto del programa de desarrollo agropecuario que se podría llevar a cabo. Por lo tanto este efecto no se encuentra consignado en la matriz de identificación de impactos.

Salud: Por efecto de mejorar las condiciones de drenaje, se mejora directamente las condiciones sanitarias (aguas estancadas). Se espera que disminuyan las poblaciones de mosquitos (zancudos). Estas condiciones ecológicas facilitan la proliferación de criaderos de mosquitos, los que se reproducen en zonas pantanosas, siendo más importante en las áreas más cercanas a la línea de mar, donde incluso existe influencia de aguas salobres o semi-salobres. Las mayores concentraciones de criaderos de mosquitos se encuentran cerca de la desembocadura del río Huasco, por lo que el proyecto, tendrá poca incidencia sobre las mejoras.

Otro efecto sobre la salud de la población está relacionado con los mayores ingresos económicos a través de los mayores rendimientos y producciones que se esperan con el desarrollo del proyecto de drenaje. Este es un efecto indirecto, que se esperaría que se presentara a mediano plazo.

Vivienda: En el largo plazo habría una tendencia al mejoramiento de la vivienda, por el incremento de los ingresos entre los que explotan la tierra, de manera similar al efecto que se espera en salud.

Comunidades asentadas: No se esperan alteraciones de las costumbres de la población de la zona y no se reconocen comunidades vulnerables, pertenecientes a alguna etnia o grupo

religioso. Por lo tanto no se encuentra este efecto consignado en la matriz de identificación de impactos.

b) Actividades Económicas

Valor de la tierra: Se puede esperar modificación del valor de la tierra, como resultado de los procesos de mejoría de los suelos drenados.

Tenencia del suelo: Como resultado de los procesos de mejoría o habilitación de los suelos, actualmente con mal drenaje, podría haber cambios en la tenencia de las propiedades. Este impacto requeriría estudios específicos en una etapa más avanzada del proyecto, situación que ha quedado reflejada en la matriz de evaluación de impacto ambiental.

Comercialización: Se intensifica la comercialización la cual podría llegar a modificar la estructura de las cadenas de comercialización, producto del proyecto de desarrollo agropecuario.

Infraestructura productiva: Se podría modificar la infraestructura productiva al cambiar o modificar los sistemas de producción, como por ejemplo incorporar sistemas de riego tecnificado.

Servicios: Por el tamaño de proyecto, no se prevé que se modifique la estructura de servicios, razón por la cual el efecto no se encuentra consignado en la matriz de identificación.

Turismo: El área directa de proyecto no es un área turística. Por otro lado, las actividades propias del proyecto, como la construcción del sistema de drenaje, son de corta duración y de baja incidencia visual. Las de operación del sistema de drenaje no son visibles, mientras que el proyecto de desarrollo agrícola tiene actividades que son habituales en la actualidad.

c) Aspectos arqueológicos y culturales

Sitios arqueológicos: Se desconoce la existencia de lugares de asentamiento de evidencias de culturas pasadas, las que no se pueden descartar, de acuerdo a lo señalado en los aspectos de la línea base descrita. De existir, se afectarían, por lo que en dicho caso se deben tomar los resguardos necesarios.

La salvedad la constituye la existencia de una antigua ruina arqueológica, como se ha indicado, correspondiente a un pequeño pucará en el sector de Las Tablas, el cual no se afectaría con el proyecto.

Sitios históricos y religiosos: No se reconocieron lugares de connotación histórica y religiosa, por lo que no existiría impacto.

Monumentos nacionales: No se reconoce su presencia en el área de estudio.

Elementos tradicionales: No se reconocieron objetos o estructuras que representen un valor como elemento característico de una cultura local o nacional.

Puntos de interés científico: No se reconocieron.

10.9.3.4 Paisaje

Calidad visual (vistas escénicas): Introducción de elementos extraños (construcción de drenes, obras de arte asociadas); Desaparición o modificación de elementos característicos (formaciones vegetales, cambio de uso de suelos, etc.). El área de proyecto tiene un fuerte grado de antropización. Actualmente, existen zanjas de drenaje y se encuentran proyectadas otras, de modo que las obras del proyecto, de la presente Consultoría, no serán ajenas a lo que existe y a lo existirá cuando se llegue a materializar las obras de drenaje, ya que otras se construirán previamente.

Fragilidad visual: Grado de deterioro que sufre el paisaje por actividades o proyectos desarrollados por el hombre. Es bajo el grado de fragilidad, por el elevado grado de antropización.

10.9.4 Acciones sobre el medio ambiente

Se han identificado las siguientes acciones sobre los medios antes mencionados (físico, biótico, antrópico y paisaje), divididas en tres etapas (Construcción, Operación y Mantenimiento y Proyecto de Desarrollo) las cuales se presentan a continuación, en forma cronológica de realización:

Etapas de construcción. La construcción del sistema de drenaje representa la etapa inicial, con impactos que ocurren por una sola vez y en un corto período.

- Instalación y puesta en marcha de las faenas
- Transporte de materiales y equipos
- Movimiento y traslado de maquinaria pesada
- Roce y despeje de terreno
- Construcción de drenes
- Limpieza/excavación de drenes existentes
- Limpieza/excavación de cauce colector
- Depósito del material de excavación (tapado de drenes)
- Construcción de obras de arte asociadas al proyecto

Etapas de operación y mantenimiento: La operación del sistema de drenaje es una etapa permanente o de muy larga duración, por lo que sus efectos se deben considerar de continua y/o ininterrumpida ocurrencia en el tiempo.

- Flujos aguas de drenaje (operación del sistema de drenaje)
- Mantenimiento del sistema de drenaje (arreglo de taludes, limpieza de malezas de taludes y fondo de zanjas de drenaje, reparación de obras de arte u otro)

Proyecto de desarrollo: Se considera un programa de desarrollo tecnológico y productivo para las áreas beneficiadas, lo que podría implicar acciones como las que se indican a continuación:

- Cambio o modificación en el patrón productivo
- Aplicación o introducción de nuevas tecnologías
- Cambio o modificación en las cadenas de comercialización
- Aumento del transporte de carga (para el transporte de productos)

10.9.5 Identificación de los impactos

Los impactos derivados de la puesta en marcha del sistema de drenaje, fueron separados en aquellos que se producen durante la construcción y durante la operación del sistema, dado que ambas etapas representan períodos de tiempo diferentes y claramente establecidos. Además, se identificaron los efectos derivados de la implementación de un programa de desarrollo agropecuario asociado a las obras de drenaje, ya que el proyecto de drenaje lo que persigue finalmente es el mejor aprovechamiento del suelo con fines productivos.

Con la información disponible y al nivel de desarrollo de la presente Consultoría, se han diferenciado, según corresponda, los impactos que operan directamente en las áreas intervenidas (área de influencia directa: drenes y cauces) de los impactos que se producen sobre las áreas beneficiadas (áreas indirectas) por la instalación de los sistemas de drenaje.

Se deben diferenciar los impactos producidos en el área del proyecto (área beneficiada), de aquellos que se producen aguas arriba o aguas abajo de este. El presente análisis se realizó principalmente sobre los efectos en el área del proyecto.

La correspondencia entre las acciones del proyecto y su efecto en los distintos componentes ambientales, puede ser observada en la Matriz de Identificación de Impactos (Cuadro N° 10.13). La descripción de los impactos se explica a continuación.

10.9.5.1 Etapa de construcción

La etapa de construcción presenta efectos importantes en todos los medios analizados.

a) Medio físico

Aguas superficiales: Se esperan cambios en la calidad química en la etapa de roce y despeje del terreno, y en la calidad física en las etapas de construcción y limpieza de drenes y cauces; ambos efectos estarían dados por disolución de elementos solubles (sedimentos, sales, materia orgánica, etc), por erosión hídrica. Asociado a esto, se esperan procesos de sedimentación dentro del área a drenar y aguas abajo, asociado a la construcción y limpieza de drenes y cauces, así como durante un período inicial de erosión de los taludes de los drenes (antes de su estabilización con vegetación y/o por su ángulo de inclinación).

Los flujos de las aguas superficiales se verían alterados producto de la intercepción realizada por la presencia de los drenes.

Aguas subterráneas: Se esperan cambios en las características físicas y químicas en la etapa de construcción de los drenes. El flujo del nivel freático se verá alterado por la presencia de los drenes (intercepción del acuífero), lo que provoca un descenso de este.

Suelos y geomorfología: Habría una modificación de baja relevancia del relieve local por la construcción de los drenes, por el depósito del material de excavación y por la construcción de obras de arte asociadas al sistema de drenaje.

Existe la potencialidad de producirse efectos erosivos en el terreno en la etapa de roce y despeje, y en los taludes de los drenes y cauces naturales, en las etapas de construcción y limpieza de estos últimos.

Un aspecto no evaluado es la modificación del horizonte orgánico por la disminución de la humedad permanente del suelo, a lo que se debe sumar la oxidación por efecto de la aireación. El impacto podría provocar que la capa orgánica experimente efectos de subsidencia, u otro, que con la información existente, no es posible de predecir con los antecedentes de la presente Consultoría. Este aspecto, que se estima no es relevante, puede ser abordado en un estudio de más detalle y que tenga dicho enfoque.

Algunas características químicas se modificarían por la construcción de los drenes (nuevo movimiento de agua y sales).

Las características físicas se modificarían por el movimiento de maquinaria (compactación y reducción de la permeabilidad), la construcción de drenes y el depósito de material de excavación (compactación y cambio de textura y estructura superficial). Este último efecto es de poca relevancia.

Aire: Se producirá una alteración de la calidad del aire, por un aumento temporal de las partículas sólidas en suspensión, en las etapas de construcción y operación, a través del movimiento de maquinaria y camiones, roce y despeje del terreno y limpieza de drenes y cauces naturales. Se estima de escasa relevancia, dado que los contenidos de humedad impedirán la emisión de partículas. No obstante, con la definición del proyecto puede ser un tema a estudiar en mayor detalle. La emisión de gases de los motores de combustión de los camiones y maquinaria, se estima de escasa significación.

También, se espera un aumento también temporal de los niveles de ruido en la etapa de construcción, principalmente.

b) Medio biótico

Los principales impactos sobre el medio biótico están dados en la etapa de construcción del sistema de drenaje.

Vegetación: Una primera etapa de impactos sobre la vegetación, en todos los ítemes considerados (cobertura, producción de biomasa y otros), se produce en la etapa de roce y despeje de terreno para la construcción de los drenes y para cambiar el uso del suelo. Además, el depósito del material de excavación, afectaría la cobertura vegetal y la regeneración de las especies.

No se prevé la construcción de caminos de acceso dado el alto nivel que actualmente presenta.

Fauna: En lo que respecta a la alteración de hábitat, este ítem se vería afectado de manera secundaria por alteración de la vegetación. Los efectos requieren de estudios más acabados en una etapa más avanzada.

Es indudable que los impactos sobre este medio pueden ser los significativos. Las posibles especies vulnerables se verían afectadas en sus ciclos reproductivos y comportamientos, si no se tomarán las medidas que han sido incorporadas al proyecto.

Procesos ecológicos : En lo que respecta a las cadenas alimentarias y los ciclos reproductivos, estos se verían afectados en las etapas de roce y despeje del terreno, y por la limpieza y/o excavación de cauces naturales.

c) Medio Antrópico

Los impactos identificados sobre este medio, en las distintas etapas del proyecto, tienen un carácter beneficioso y están relacionados con el aumento en la generación de empleos y de los ingresos. En la etapa de construcción son temporales mientras que en la etapa de desarrollo agrícola son de extensión prolongada.

No se espera en la etapa de construcción alteración de las costumbres de vida de las posibles poblaciones del área.

Población: El nivel de los empleos, y por lo tanto los ingresos económicos, se ve impactado positivamente desde la instalación de faenas, al inicio de la construcción, y hasta el término de estas. Esta demanda de mano de obra sería absorbida, dependiendo del grado de capacitación necesario en parte por la población de las zonas a drenar.

Actividades económicas: El efecto del valor del suelo no se modifica en la etapa de la construcción. Existiría un efecto positivo en la comercialización

Aspectos arqueológicos y culturales: Siempre que haya presencia de sitios o elementos arqueológicos-culturales, se verían afectados.

d) Paisaje

En lo referente al paisaje, tanto la calidad visual como la fragilidad visual, se verán afectadas en la etapa de construcción, desde la instalación de faenas, posteriormente desde el roce y despeje de terreno y hasta el término de las faenas.

10.9.5.2 Etapa de operación

La operación del sistema de drenaje es una etapa permanente o de muy larga duración, por lo que sus efectos se deben considerar de continua y/o ininterrumpida ocurrencia en el tiempo.

Esta etapa del proyecto presenta mínimos impactos sobre el medio ambiente, identificándose efectos sobre el medio físico y antrópico únicamente. El medio biótico ya ha sido impactado.

a) Medio físico

Por efecto del funcionamiento continuo del sistema de drenaje, se esperan efectos sobre la calidad química (movimiento de sales) y física (erosión inicial hasta la estabilización de los taludes), y sobre el flujo de agua superficial (intercepción de los drenes). El principal efecto es la modificación del flujo y nivel del acuífero, objeto del proyecto de drenaje.

También ocurriría una pequeña erosión de los taludes de los drenes en una primera etapa de operación, hasta su estabilización con vegetación o por su ángulo de inclinación.

Por efecto de la mantención periódica del sistema de drenaje, se vería afectada la calidad física (erosión), y por ello la sedimentación en cauces dentro del área de proyecto y también aguas abajo de éste.

b) Medio Antrópico

Se producirían efectos positivos en la salud (disminución de zancudos, efecto permanente), además de mejorar el empleo y los ingresos por efecto de la mantención de drenes. De poca relevancia se estiman estos impactos.

10.9.5.3 Proyecto de desarrollo

Los principales efectos esperados del proyecto de desarrollo agropecuario, se asocian al medio antrópico.

a) Medio físico

Se ve afectada la calidad química de las aguas superficiales, así como la calidad física y química del suelo, dado principalmente por el cambio en el patrón productivo, lo que implica la adopción de nuevas tecnologías, entre las cuales destaca el uso de agroquímicos.

b) Medio biótico

Se ve afectada sólo la vegetación, en sus aspectos de cobertura vegetal y producción de biomasa, dado principalmente por el cambio en el patrón productivo, además de favorecer la expansión de especies exóticas. Cabe señalar que el roce y despeje de la vegetación provoca el impacto de manera primaria.

c) Medio Antrópico

Como principal acción positiva, se espera un cambio en el patrón productivo agrícola, lo cual implica un abandono de las prácticas de cultivo y explotación tradicionales; introducción de nuevos cultivos, más productivos y de mayor rentabilidad, de nuevas variedades y la introducción de nuevas tecnologías productivas asociadas al nuevo escenario productivo. Además, se espera un cambio en la cadenas de comercialización de la producción agrícolas, con nuevos destinos de la producción; nuevos agentes de comercialización; y un aumento de servicios asociados.

Por el aumento del uso de maquinaria agrícola, se espera un aumento de la compactación del suelo.

Hay efectos directos sobre la población y las actividades económicas, dado principalmente por el cambio en los patrones productivos. Habría una tendencia al aumento del empleo y por ello de los ingresos económicos, todo esto asociado a un aumento en la comercialización de productos y servicios afines, todo alrededor de un nuevo escenario productivo. Paralelamente, el hecho de rehabilitar suelos con fines productivos, tendería a aumentar el valor de la tierra, lo que podría implicar cambios en la tenencia del suelo.

Cabe señalar que a mediano plazo comienza el incremento del valor del suelo. Más difícil de prever es la tenencia de la tierra. Para ello se requeriría de estudios específicos, que se estima no aporta al proyecto. Existiría un efecto positivo en la comercialización y la instalación de infraestructura productiva.

Finalmente, habría un efecto positivo en la salud de la población, ya que disminuiría la presión de insectos como los zancudos, al cortar el ciclo de permanente humedad en algunos sitios, aún cuando no es relevante. Por otro lado, al disponer de mayores ingresos, parte de ellos se prevé que se destinan a salud (efecto indirecto). La misma situación es extrapolable para vivienda.

En cuanto a los aspectos arqueológicos y culturales, siempre que se encuentran sitios o elementos en la zona, se esperan efectos negativos.

d) Paisaje

Se esperan cambios en la *calidad visual* del paisaje, debido a cambios en la composición florística (cambio en los patrones productivos), presencia de los drenes como elementos lineales que interrumpen la armonía del paisaje, con cambios variables dependiendo de la *fragilidad visual* de cada zona

10.9.6 Calificación de los impactos

A partir de los impactos potenciales que se identificaron anteriormente, a continuación se presentan los atributos para la clasificación de los impactos identificados anteriormente.

Así, identificados los posibles impactos, estos fueron valorados y calificados, con el fin de definir si dichos impactos son tolerables o no, si se requieren cambios en el proyecto, o la introducción de medidas de reparación, compensación o mitigación, y su posterior monitoreo.

Para los efectos de calificar los Impactos o Efectos identificados en el Estudio Evaluación de Impacto Ambiental se utilizaron los siguientes criterios básicos, presentados en el Cuadro N° 10.11, establecidos en su momento por la Comisión Nacional del Medio Ambiente (CONAMA) y que varias metodologías emplean, los que han sido adecuados para la presente Consultoría.

Cuadro N° 10.11
Criterios de Calificación de Impactos o Efectos Identificados en el estudio

Naturaleza del Impacto (N)		
+	Benéfico o Positivo	El impacto mejora las condiciones actuales del ambiente.
-	Dañino o Negativo	El impacto degrada las condiciones actuales del ambiente.
N	Neutro o No Produce Impacto	Cuando un impacto no altera las condiciones del ambiente.
x	Previsible, pero difícil de calificar sin estudios específicos	Por calificar de acuerdo a resultados del estudio específico.

Magnitud del Impacto en el Área (M)		
E	Específico	El área afectada por el impacto es inferior a 10 ha, o no afecta significativamente el ambiente.
L	Local	El área afectada por el impacto está comprendida entre 10 y 100 ha, o altera significativamente las condiciones del ambiente, pero puede ser atenuada hasta niveles insignificantes.
C	Comunal	El área afectada por el impacto está comprendida entre 100 y 1000 ha, o altera significativamente las condiciones del ambiente, pero puede ser atenuada hasta niveles insignificantes.
R	Regional	El área afectada por el impacto es superior a 10 ha, o el impacto consiste en alteraciones localizadas dispersas dentro de una región, o afecta significativamente las condiciones del ambiente y los impactos residuales permanecen aún después de ponerse en práctica las medidas de mitigación.

Intensidad del Impacto (In)		
E	Elevada o Alta	Cuando el impacto o acción altera más del 75% del valor ambiental estudiado.
M	Media	Cuando el impacto o acción altera entre el 40 y el 75% del valor ambiental estudiado.
B	Baja	Cuando el impacto o acción altera menos del 40% del valor ambiental estudiado.

Importancia del Impacto (Im)		
0	Sin importancia	El impacto no afecta al componente.
1	Menor	Efectos localizados y cambios sobre las condiciones del ambiente son perceptibles, pero insignificantes.
2	Moderado	Produce cambios en el ambiente, pero éstos pueden ser atenuados hasta el nivel menor o insignificante.
3	Mayor	Altera significativamente las condiciones del ambiente, ya sea positiva o negativamente; en caso de ser negativo, no puede ser atenuado a niveles insignificantes.

Tipo de Impacto (Ti)		
P	Primario	El impacto es consecuencia directa de la construcción, de la operación o del abandono del proyecto.
S	Secundario	El impacto es consecuencia indirecta de la construcción, de la operación o del abandono del proyecto.
A	Acumulativo	Cuando impactos individuales repetidos dan lugar a otros de mayor impacto.
Sn	Sinérgico	Cuando impactos individuales actuando en conjunto dan lugar a otros de mayor impacto.

Certeza del Impacto (C)		
S	Seguro	El impacto ocurrirá con una probabilidad mayor a 75%.
P	Probable	El impacto ocurrirá con una probabilidad entre 50 y un 75%.
I	Improbable	El impacto ocurrirá con una probabilidad entre 25 y 50%.
D	Desconocido	Se requiere de estudios específicos para evaluar la certeza del impacto.

Tiempo que demora en manifestarse el Impacto o Efecto (Tm)		
C	Corto plazo	Se manifiesta inmediatamente o dentro de los seis meses posteriores a la etapa pre-operacional/operacional.
M	Mediano plazo	Se manifiesta entre 6 meses y cinco años después de la etapa pre-operacional/operacional.
L	Largo plazo	Se manifiesta a los cinco años o más, después de la etapa pre-operacional/operacional.

Duración del Impacto (D)		
C	Corto plazo	Cuando la duración del impacto sobre el área expuesta es inferior a 3 - 5 años.
M	Mediano plazo	Cuando la duración del impacto alcanza entre 5 y 20 años.
L	Largo plazo	Cuando la duración del impacto es superior a 20 años.

Reversibilidad del Impacto (R)		
R	Reversible	Cuando los efectos del impacto sobre un área pueden ser atenuados recuperando la condición en que se encontraba antes de la construcción u operación, o si el impacto deja de provocar sus efectos cuando se detiene la actividad que lo provoca.
N	No Reversible	Cuando el impacto no puede ser atenuado hasta la condición de insignificante.

La matriz base (formato) utilizada en la evaluación de impactos ambientales se presenta, en el Cuadro N° 10.12, y la matriz con los resultados de dicha evaluación se presenta en el Cuadro N° 10.13.

Cuadro N° 10.12
Matriz de Identificación de Impactos Potenciales

Medio			ETAPAS DEL PROYECTO															
			Construcción							Operación	Proyecto de desarrollo							
			Instalación y operación de fierras	Transporte de materiales y equipos	Movimiento y traslado de maquinaria pesada	Roca y despeje de terreno	Construcción de drenes	Limpieza/excavación drenes existentes	Limpieza/excavación cauce colector	Depósito material de excavación	Construcción de obras de arte asociad. al proy.	Flujos aguas de drenaje	Mantenimiento de drenes	Cambio/Modificación en el patrón productivo	Aplicación/Introducción nuevas tecnologías	Cambio/Modificación caudales comercialización	Aumento del transporte de productos	
Medio físico	Aguas	Superficiales	Calidad química															
			Calidad física															
		Flujo de agua superficial																
		Sedimentación																
	Subterráneas	Calidad química																
Calidad física																		
		Flujo y nivel del acuífero																
	Suelos y Geomorfología	Forma del relieve																
Erosión																		
Características químicas																		
Características físicas																		
	Aire	Calidad																
Ruido																		
Medio biótico	Vegetación	Cobertura vegetal																
		Producción biomasa esp. Naturales																
		Diversidad																
	Fauna	Expansión de especies exóticas																
Especies vulnerables																		
		Alteración y cambio de hábitats																
	Procesos ecológicos	Cadenas alimentarias																
Ciclos reproductivos																		
Pautas de comportamiento																		
Medio antrópico	Población	Empleos e Ingresos económicos																
		Salud																
		Vivienda																
	Actividades económicas	Valor tierra																
Tenencia suelo																		
Comercialización																		
		Infraestructura productiva																
	Aspectos arqueológicos	Sitios arqueológicos																
	Paisaje	Calidad visual (vistas escénicas)																
Fragilidad visual																		

Cuadro N° 10.13 (Continuación)
Matriz de Evaluación de Impactos Ambientales

Medio	Item	Etapa del proyecto	Construcción	Construcción	Construcción	Construcción	Operación	
		Acciones del Proyecto	Construcción	Construcción	Construcción	Construcción	Operación	
		Componentes Ambientales	Limpieza y/o excavación de drenes existentes	Limpieza y/o excavación de cauce colector	Depósito material de excavación	Construcción de obras de arte asociadas al sistema de drenaje	Flujo aguas de drenaje	
			N M In Im Ti C Tm D R	N M In Im Ti C Tm D R	N M In Im Ti C Tm D R	N M In Im Ti C Tm D R	N M In Im Ti C Tm D R	
Medio físico	Aguas	Superficiales	Calidad química	- CB 1 P S C C R	- CB 1 P S C C R			- CB 1 P S C L R
			Calidad física	- CB 1 P S C C R	- CB 1 P S C C R	- CB 1 P S C M N		
		Flujo de agua superficial	+ CB 1 P P C L R	+ CB 1 P P C L R				
		Sedimentación	- CB 1 P S C C R	- CB 1 P S C C R				
	Subterráneas	Calidad química	- CB 1 P S C C R	- CB 1 S S C C R				- CB 1 S S C L R
		Calidad física	- CB 1 P S C C R	- CB 1 P S C C R				- CE 3 P S C L N
		Flujo y nivel del acuífero	+ CM 2 S S C C R	+ CM 2 S S C L R				+ CE 3 P S C L N
	Suelos y geomorfología	Forma del relieve				- EB 1 P S C C R		
		Erosión						
		Características químicas				- EB 1 P S C M N		
Características físicas								
Aire	Calidad							
	Ruido	- EB 1 P S C C R	- EB 1 P S C C R	- EB 1 P S C C R				
Medio biótico	Vegetación	Cobertura vegetal	- EB 1 P S C C R	- E M M P S C C R	- EB 1 P S C C R			
		Producción biomasa esp. Naturales		- E M M P S C C R				
		Diversidad		- EB 1 P S C C R				
		Expansión de especies exóticas						
	Fauna	Especies vulnerables		- E E 1 P S C L R	- EB 1 P S C C R			
		Alteración y Cambio de hábitat						
Procesos ecológicos	Cadenas alimentarias		- EB 1 S S C L R					
	Ciclos reproductivos		- EB 3 S S C L R	- EB 1 S P C C R				
		Pautas de comportamiento		- E M 2 S S C L R				
Medio antropológico	Población	Empleos e Ingresos Económicos	+ CB 1 P S C C R	+ CB 1 P S C C R	+ EB 1 P S C C R	+ EB 1 P S C C R		
		Salud					+ CB 1 S P C L N	
	Actividades económicas	Vivienda						
		Valor tierra					+ EB 1 S P C L N	
Tenencia suelo								
	Comercialización							
	Infraestructura productiva							
	Arqueología	Sitios arqueológicos						
Paisaje	Calidad visual	- EB 1 P S C C R	- EB 1 P S C C R	- EB 1 P S C C R	- EB 1 P S C C R			
	Fragilidad visual	- CB 1 P S C C R	- EB 1 P S C C R	- EB 1 P S C C R	- EB 1 P S C C R			

Cuadro N° 10.13 (Continuación)
Matriz de Evaluación de Impactos Ambientales

Medio	Item	Etapa del proyecto	Operación	Proy Desarrollo Agricola	Proy Desarrollo Agricola	Proy Desarrollo Agricola	Proy Desarrollo Agricola	
		Acciones del Proyecto Componentes Ambientales	Mantenimiento del sistema de drenaje	Cambio/Modificación en el patrón productivo	Aplicación/Introducción nuevas tecnologías	Cambio/Modificación cadenas comercialización	Aumento del transporte de productos	
			N M In Im Ti C Tm D R	N M In Im Ti C Tm D R	N M In Im Ti C Tm D R	N M In Im Ti C Tm D R	N M In Im Ti C Tm D R	
Medio físico	Aguas	Superficiales	Calidad química	- CB 1 P P M L R	- CB 1 P P M L R	- CB 1 P S M L R		
			Calidad física	- CB 1 P S M L R		- CB 1 P S M L R		
		Flujo de agua superficial						
		Sedimentación	+ CB 1 P S C C R					
		Subterráneas	Calidad química	- CB 1 S S C C R		- CB 1 P S M L R		
	Calidad física		- CB 1 P P M L R	- CB 1 S P M L R	- CB 1 S P M L R			
	Flujo y nivel del acuífero							
	Suelos y geomorfología	Forma del relieve						
		Erosión						
		Características químicas			- CB 1 P P M L R			
Aire	Calidad			- CB 1 P S C L R				
	Ruido							
Medio biótico	Vegetación	Cobertura vegetal						
		Producción biomasa esp. Naturales						
		Diversidad						
	Fauna	Expansión de especies exóticas		- CB 1 S P M L R				
		Especies vulnerables						
Procesos ecológicos	Alteración y Cambio de hábitat							
	Cadenas alimentarias							
Medio antropico	Población	Empleos e Ingresos Económicos	+ EB 1 P S C C R	+ EB 1 P S C C R	+ EB 1 P S C C R	+ EB 1 P S C C R	+ EB 1 P S C C R	
		Salud		+ CM 2 S P M L N	+ CM 2 S P M L N	+ CM 2 S S C L N	+ CM 2 S S C L N	
		Vivienda		+ CM 2 S P M L N	+ CM 2 S P M L N			
	Actividades económicas	Valor tierra		+ CM 2 S P M L N	+ CM 2 S P M L N			
		Tenencia suelo		X S				
Comercialización			+ CM 2 S S M L R	+ CM 2 S S M L R	+ CM 2 P S M L R	+ CM 2 P S M L R		
Arqueología	Infraestructura productiva		+ CE 3 P S M L R	+ CE 3 P S M L R				
	Sitios arqueológicos							
Paisaje	Calidad visual			- CB 1 P S C L N	- CB 1 S S C L N			
		Fragilidad visual		- CB 1 P S C L N	- CB 1 S S C L N			

10.10 Medidas de control y gestión ambiental

10.10.1 Consideraciones generales

De acuerdo a lo dispuesto en el Artículo 12, letra e), de la Ley N° 19.300/94, todo Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental debe detallar "las medidas que se adoptarán para eliminar o minimizar los efectos adversos del proyecto o actividad y las acciones de reparación que se realizarán cuando sea procedente".

En el mismo sentido, el Artículo 12, letra h) del Decreto Supremo N° 30/97 reitera lo anterior especificando, además, que el Plan de Medidas de Mitigación, Reparación y/o Compensación debe estar compuesto por un Plan de Medidas de Mitigación, un Plan de Medidas de Reparación y un Plan de Medidas de Compensación, lo cual se analiza a continuación en el mismo orden, aún cuando en la presente Consultoría no está dando origen a un Estudio de Impacto Ambiental y, más bien, corresponde a un Análisis Ambiental del Proyecto de Drenaje integral de la zona baja del río Huasco.

10.10.2 Plan de medidas de mitigación

De acuerdo a lo indicado en el Artículo 59, del D.S. N° 30/97, las medidas de mitigación tienen por finalidad evitar o disminuir los efectos adversos del Proyecto, cualquiera sea su fase de ejecución y deben considerar a lo menos lo siguiente:

- a) Las medidas que impidan o eviten completamente un efecto adverso significativo, mediante la no ejecución de una obra o acción, o de alguna de sus partes.
- b) Las que minimizan o disminuyen el efecto adverso significativo, mediante una adecuada limitación o reducción de la magnitud o duración de la obra o acción, o de algunas de sus partes, o a través de la implementación de medidas específicas.

El análisis de la calificación de los efectos derivados del Proyecto permite asegurar que no se presentan efectos adversos significativos y, por el contrario, se evidencian efectos benéficos en algunos casos, especialmente en lo relacionado con la generación de empleos y el desarrollo futuro de las áreas a drenar.

Los impactos negativos más significativos dicen relación con los potenciales efectos sobre la avifauna, sin embargo se han dispuesto medidas que permiten excluir sectores de vegas y pajonales, para el desarrollo de las aves.

10.10.3 Plan de medidas de reparación

De acuerdo a lo indicado en el Artículo 60, del D.S. N° 30/97, las medidas de reparación y/o restauración tienen por finalidad reponer uno o más de los componentes o elementos del

medio ambiente a una calidad similar a la que tenían con anterioridad al daño causado, o en caso de no ser ello posible, restablecer sus propiedades básicas.

El análisis de la calificación de los efectos derivados del Proyecto permite asegurar que no se evidencian componentes o elementos del medio ambiente afectados, por lo cual no se considera necesario especificar un Plan de Medidas de Reparación.

10.10.4 Plan de medidas de compensación

De acuerdo a lo indicado en el Artículo 61, del D.S. N° 30/97, las medidas de compensación tienen por finalidad producir o generar un efecto positivo alternativo y equivalente a un efecto adverso identificado.

El análisis de la calificación de los efectos derivados del Proyecto permite asegurar que no se presentan efectos adversos significativos y, por el contrario, se evidencian efectos benéficos en algunos casos, por lo cual no se considera necesario **especificar** o **estimar** la elaboración de un Plan de Medidas de Compensación.

10.10.5 Medidas propuestas

A continuación se presenta un análisis de las medidas propuestas para los efectos ambientales que se consideraron más relevantes dentro del desarrollo del Proyecto. Estas medidas están consideradas para una etapa de prefactibilidad, y son la base de las consideraciones a tener en cuenta en una siguiente etapa (factibilidad), constituyéndose algunas de ellas en recomendaciones.

El orden de presentación corresponde a los efectos sobre el medio antrópico, posteriormente el medio biótico, el medio físico construido y finalmente los efectos que ocurrirían una vez que el sistema de drenaje entre en operación.

Además de los impactos señalados anteriormente, se pueden presentar otros, que en ésta etapa de la Consultoría resulta difícil de prever, pero que se deberá considerar en una etapa de factibilidad, como son las posibles expropiaciones o las servidumbres que podrá requerir un proyecto de drenaje integral.

Las expropiaciones y servidumbres no han sido incorporadas en las matrices de identificación y evaluación ya que son temas que deben quedar resueltos antes de iniciar el proyecto, con la instalación de las faenas. Sin embargo, se han propuesto algunas medidas, que son presentadas en el Cuadro N° 10.14

Cuadro N° 10.14
Medidas propuestas ante los impactos considerados

Impactos y/o efectos del Proyecto		Medidas a considerar
1	Problemas relacionados con las expropiaciones.	Efectuar estudios y evaluaciones socioeconómicas antes de ejecutar el Proyecto. Considerar alternativas que compensen a los propietarios. Lograr la participación plena de las comunidades y población local en la planificación y ejecución del Proyecto.
2	Alteración de las condiciones de vida de la población.	La construcción se debe realizar de forma de reducir al mínimo los efectos
3	Obstáculos al desplazamiento de personas, vehículos y maquinarias.	Establecer vías de paso; construcción de puentes.
4	Intrusión en zonas ecológicamente críticas.	Se han definido las zonas ecológicamente críticas, tal que emplazamiento del Proyecto reducirá al mínimo la intrusión en zonas delicadas o críticas. Se estudió la zonificación del uso de la tierra, para impedir incorporar al proyecto aquellas áreas que son hábitat de la avifauna, como así aquellas áreas que no sean aptas para la producción agrícola.
5	Reducción o alteración de poblaciones de fauna y flora silvestres.	La planificación del uso del suelo se describió en el ítem anterior. Las estrategias de ejecución de la construcción serán significativos para reducir al mínimo los impactos negativos sobre la fauna. Los impactos sobre la vegetación silvestre no se ha considerado significativo.
6	Compactación del suelo causado por el tránsito de maquinaria.	Limitar el uso de maquinaria.
7	Erosión de los drenes: aumento de Sedimentación aguas abajo.	Estructuras de descarga en los drenes principales para evitar la erosión y embancamiento en el piso de los drenes; estudiar los ángulos inclinados de los taludes y/o la posibilidad de siembra con especies herbáceas en los taludes de los drenes abiertos.
8	Limpieza de los drenes.	Mantener la limpieza de los drenes, que la cubierta herbácea no crezca desmesuradamente o especies vegetales que interrumpan el paso del agua (embancamiento).
9	Deterioro de la calidad del agua del río aguas abajo del proyecto.	Mejorar el manejo del agua, las prácticas agrícolas y el control de insumos (especialmente

Impactos y/o efectos del Proyecto	Medidas a considerar
10 Contaminación de las aguas subterráneas (aumento del contenido salino, los nutrientes y los productos agroquímicos) que pudiera afectar a terceros usuarios.	agroquímicos y fertilizantes químicos).

10.10.6 Seguimiento ambiental

El seguimiento ambiental debe estar enfocado al componente ambiental que podrían verse afectado, por lo cual el monitoreo debiera apuntar a la avifauna, tomando en consideración lo que la Ley N° 19.300 y su Reglamento señalan: el titular o responsable del proyecto debe realizar un seguimiento ambiental de los efectos características o circunstancias que dieron origen a ingresar al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental a través de un Estudio de Impacto Ambiental. Se propone, como aspectos a medir, la composición faunística y la abundancia relativa (CONAMA, 1996) ¹¹.

Además, se podría incluir un monitoreo de la calidad de las aguas efluentes al sistema de drenaje, para reconocer su calidad con la cual llega a las áreas más bajas. Los indicadores corresponderían a conductividad eléctrica como una medida de la salinidad y los macro-cationes y macro-iones, así como el pH. A lo anterior, se puede agregar los monitoreos de suelos, de modo de reconocer como evoluciona la concentración salina.

¹¹ CONAMA. 1996. Metodologías para la caracterización de la calidad ambiental.

CAPÍTULO 11

REGISTRO AUDIOVISUAL

CAPITULO 11 REGISTRO AUDIOVISUAL

11.1 Registro Fotográfico

Para la realización de este Registro Fotográfico (Anexo 11) se siguió una metodología que tuvo como primer objetivo un reconocimiento preliminar del área de proyecto con la finalidad de conocerla en forma general, ubicando cada uno de los canales y drenes existentes.

Posteriormente estos canales y drenes fueron recorridos en forma individual, tratando de ubicar puntos singulares en cada uno de ellos que representasen de la mejor manera posible el estado actual de estas obras de riego y drenaje.

Cada sector registrado en las fotografías, para canales o drenes fueron acompañados de una monografía (Ver Anexo 4.4) la cual describe gráfica y textualmente los puntos seleccionados.

11.1.1 Registro Fotográfico de Canales

Para el registro fotográfico de canales se procedió a un seguimiento individual de los canales durante todo su recorrido, desde la bocatoma hasta el final, pudiendo ser o no una desembocadura en el río.

Se seleccionaron puntos singulares como bocatomas, canoas, pasos bajo nivel, compuertas, etc. Cada uno de estos puntos fueron fotografiados por lo menos de dos ángulos diferentes para que cada detalle pudiera ser apreciado de mejor forma.

En el Anexo 11.1 se presenta el registro fotográfico de los canales.

11.1.2 Registro Fotográfico de Drenes

Para el caso de los drenes se siguió un procedimiento similar al de los canales. Una vez ubicados, fueron recorridos en su totalidad, deteniéndose y analizando puntos importantes que mostraran en forma gráfica el estado general promedio de estos drenes, verificando el estado de mantención, presencia de malezas, pendiente, geometría de la sección, profundidad y ancho de cada uno de ellos.

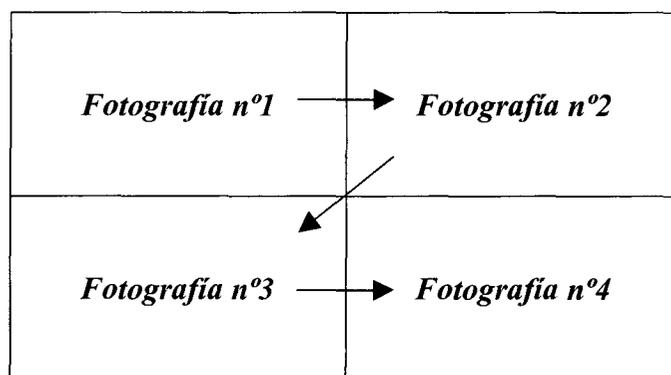
En el Anexo 11.2 se presenta el registro fotográfico de los drenes.

11.1.3 Presentación de Fotografías

Para una mejor presentación de las fotografías tomadas en los canales y drenes existentes dentro del área de proyecto, este registro se separó en dos partes; una que incluye a todos los canales y otra con todos los drenes ordenados por sectores.

Para una apreciación clara de cada una de las fotografías, se distribuyeron en un número de cuatro por hojas, esto permite una resolución clara de ellas, observando a simple vista todos los detalles que se quisieron resaltar en el total de éstas.

El seguimiento de la secuencia de las fotografías dentro de este registro fotográfico es el siguiente:



11.2 Video

El video muestra las distintas actividades desarrolladas en la Consultoría, es decir, una filmación detallada de los lugares, actividades y aspectos más relevantes del Estudio.

11.2.1 Plan de Trabajo de Edición y Post Producción de Registro de Procesos

Se desarrolló una pieza visual, que contiene, muestra y explicita todas y cada una de las etapas abordadas durante la ejecución de la Consultoría.

Para tal efecto se utilizó un equipo multi disciplinario, encargado de dar forma a un producto audiovisual y multimedial acorde a las exigencias del mercado con estándares tecnológicos utilizados en obras de gran envergadura como es el caso del presente proyecto a ejecutar.

El principal beneficio de la elaboración de esta pieza multimedial en video, es el dejar un testimonio visual acerca del acotamiento de las fases al cronograma establecido desde los inicios del proyecto hasta su ejecución terminal.

11.2.2 Metodología

- a) Registrar en video y en terreno la ejecución de los trabajos y desarrollo de cada una de las etapas abordadas por el proyecto.
- b) Archivar y visionar todo el material acumulado por los registros en terreno.
- c) Desarrollar en la medida de las necesidades, pequeñas unidades o animaciones gráficas sobre cada etapa, para ejemplificar en forma didáctica la ejecución del proyecto.
- d) Realizar un montaje de carácter documental con el material de video en terreno, para mostrar la obra licitada desde sus orígenes hasta su fase terminal.
- e) Desarrollar una copia en CD, del video documental sobre el presente proyecto.

11.2.3 Matriz de Funcionamiento

- a) Calendarización y registro en terreno de la ejecución de la obra
- b) Visionado del material y acervo visual acumulado en las grabaciones en terreno
- c) Realizar una primera edición Off Line de la ejecución del proyecto
- d) Realizar la edición ON LINE de la ejecución del proyecto
- e) Masterizar en audio y video el documento producido sobre el proyecto
- f) Realizar una copia o respaldo en CD, del Master en video sobre el documental producido
- g) Realizar las copias en Video y en CD, del documental producido

11.2.4 Infraestructura Técnica y Soportes

- a) Se propone la realización del video documental sobre el presente proyecto, de calidad Broadcasting, en formato Digital, para su posterior exhibición y tratamiento multimedial y periodístico
- b) Se realiza un respaldo en CD, en ambiente Quick Time, en base al video documental del presente proyecto, para aprovechar las potencialidades comunicativas de la red en su exhibición y difusión multimedial.

11.2.5 Recursos Humanos

De acuerdo al ítem anterior que propone la realización del video documental en formato Digital con tratamiento multimedial en CD.

En el proyecto participaron los siguientes profesionales:

- a) Montaje: Carla Santibañez, Paulina Contardo y Rodrigo Alemany
- b) Edición y Diseño: Álvaro Valderrama
- c) Producción: Carla Santibañez
- d) Periodista: Paulina Contardo
- e) Locutor Off: Cristian Luengo
- f) Guión: Leonardo Machuca; Raúl Carrasco y Rodrigo Alemany

11.2.6 Guión del Video

A continuación se presenta el guión literario utilizado en el video del Estudio. Esta organizado en temas generales abordados.

GUÍON LITERARIO MATERIAL AUDIOVISUAL

Antecedentes generales

El sector bajo del Huasco se encuentra inserto en el valle del río Huasco en la III Región de Atacama. Este último ubicado en la provincia de Huasco, entre los paralelos 28°30' de Latitud Sur y los meridianos 69°45' y 71°00' de Longitud Oeste.

El área de estudio constituye una franja de tierra que va desde la comuna de Freirina hacia la costa con un largo máximo de alrededor de 15 km y un ancho promedio de 1 km, con una superficie de **897,8 ha**. Esta superficie se enmarca dentro del sector más bajo del valle del río Huasco, aguas abajo de Vallenar, el que presenta extensas terrazas de origen fluvial ubicadas en ambos márgenes del río, además de caracterizarse por extensas zonas desérticas a ambos lados del valle.

Ubicando la zona de estudio dentro del contexto nacional, se menciona a la Región de Atacama, III Región del país con capital regional Copiapó, la cual se encuentra estructurada política y administrativamente en 3 grandes provincias que la dividen horizontalmente. Estas provincias, de norte a sur, son: Chañaral, Copiapó y Huasco.

Más específicamente, la provincia de Huasco, capital provincial Vallenar, se encuentra subdividida en 4 comunas: Freirina, Huasco, Vallenar y Alto del Carmen. Las dos primeras son

de interés para el presente estudio, considerando que el área de proyecto compromete parte de la superficie de ellas.

El puerto de Huasco se encuentra ubicado a 48 Km al oeste de Vallenar el cual sirve para el embarque de minerales extraídos por la Compañía Minera del Pacífico (CMP), además es un centro importante de actividad pesquera para la zona.

En el área en estudio la agricultura, la pesca y la minería son las principales actividades económicas para la población de la zona, siendo esta última la más importante en la tercera región.

La hoya hidrográfica del río Huasco tiene una superficie total de 9.850 km² y en ella se distinguen dos grandes subcuencas, correspondientes a los ríos El Tránsito y El Carmen.

El recurso hídrico proviene tanto de los deshielos que se producen en la alta cordillera, como de los aportes de la lagunas Grande y Chica, ubicadas en la cuenca del río El Tránsito. Eventualmente, en épocas de invierno y producto de las lluvias, el río Huasco recibe la escorrentía superficial desde múltiples quebradas.

Aguas abajo de la Carretera Panamericana Norte, existe un área de riego que se abastece de los excedentes de las zonas de aguas arriba y de los afloramientos de las aguas subterráneas que se producen en todo su recorrido.

Como antecedentes generales adicionales, se puede mencionar que el valle del río Huasco, presenta una superficie total agrícola de unas 11.749 ha, según el estudio integral de CEDEC (1985) y un caudal medio anual de 5,6 m³/s (Huasco en Santa Juana).

Respecto a la agricultura del valle, se ha visto un desarrollo en los últimos 15 años gracias a la producción frutícola como olivicultura y de industria de licores y pisco ligada a la actividad agrícola de producción de parronales.

En los valles de Huasco y Copiapó se produce y abastece de hortalizas frescas a ambas provincias, permitiéndose además, el envío de primores al resto del país.

Las perspectivas de desarrollo del sector agrícola de la región se basan en la incorporación de más superficie agrícola a la producción. Si bien el suelo no es abundante en comparación a otras regiones del país, le favorece el clima de los valles que permite realizar cultivos casi todo el año sin limitaciones.

En cuanto al recurso del agua, es limitado, lo que impediría la transformación de suelos productivos. Sin embargo, la construcción del Embalse Santa Juana debiera atraer nuevas formas y tecnologías de riego y producción más eficientes que redundarían en un desarrollo mayor del valle de Huasco.

Dentro del área de estudio se destaca que el desarrollo agrícola está enfocado principalmente en la producción olivícola, destinada a la producción de aceituna de mesa y para la elaboración de aceite de oliva.

De acuerdo a la Licitación Pública para la ejecución del “Estudio y Propuestas de Recuperación de Suelos con Mal Drenaje en el Sector Bajo del Huasco” llamada por la Comisión Nacional de Riego (CNR), CICA Ingenieros Consultores desarrolló el estudio en base a los requerimientos administrativos solicitados.

De acuerdo a los Términos de Referencia, la cuarta sección del río Huasco presenta un área potencial de riego de aproximadamente 800 ha, con problemas de mal drenaje y exceso de sales solubles en el perfil de suelo, lo que ha restringido fuertemente las opciones productivas rentables de las explotaciones.

Los sistemas productivos de esta zona son, por lo general, de bajo nivel, considerándose que con la mejora de los sistemas de riego y drenaje, junto con adecuados manejos técnicos, sería posible lograr un mejoramiento sostenible, con rendimientos atractivos y mayores niveles de ingreso para la población.

Los problemas en el nivel productivo que se generan en esta zona, se derivan principalmente del déficit de drenaje de los suelos y de la acumulación de sales y alto contenido de sodio intercambiable. En consecuencia, un porcentaje de estos suelos está abandonado mientras que los suelos que se utilizan agrícolamente, no permiten buenos niveles de producción.

De esta forma, el objetivo principal del Estudio consiste en contribuir al desarrollo agrícola del Valle del Huasco y, por lo tanto, al desarrollo económico local, mediante la habilitación de los suelos mal drenados y la incorporación a la producción de un área actualmente marginada, gatillando el surgimiento de una agricultura de excelente productividad que genere, en el mediano plazo, fuentes de trabajo permanente para los propios productores y la comunidad.

En el presente material audiovisual se pretende mostrar, a través de imágenes captadas en terreno, las distintas actividades y etapas más relevantes desarrolladas en la Consultoría.

Infraestructura de canales y drenes

Se realizó un recorrido por los canales y drenes presentes en el área de estudio con la finalidad de identificar la infraestructura de riego y drenaje actual y establecer el estado de mantención y funcionamiento de ésta.

La mayor parte de los canales, presenta enmalezamiento y una mantención inadecuada que dificultan el paso del agua. En general, las obras civiles presentes en ellos se encuentran en buen estado y corresponden principalmente a revestimientos, alcantarillas y canoas.

Las bocatomas son principalmente de carácter eventual, ya que están formadas por patas de cabra, acumulación de bolones y material que permite encauzar las aguas del río hacia el canal propiamente tal. Debido a la crecida del río Huasco en el año 1997, las bocatomas de los canales y en algunos casos el primer tramo de estos, sufrieron daños de consideración lo que llevó a cambiar la ubicación y modificar el recorrido inicial de estos.

Los canales presentes en el área de estudio, se rigen por los estatutos de la Junta de Vigilancia del río Huasco y según esto, se ubican en la IV Sección del río.

Los canales de la ribera norte corresponden al Canal San Juan, Canal Castillo, Canal Madariaga y Canal La Cachina. A la ribera sur pertenecen el Canal García Campusano, Canal Mirador, Canal Bellavista, Canal Las Tablas, Canal Freirina y Canal del Bajo. La superficie total de riego de estos canales es de 1238 ha, todos con capacidades de porteo menores a $0,4 \text{ m}^3/\text{s}$, salvo en el canal Bellavista que tiene una capacidad de $1,7 \text{ m}^3/\text{s}$. Debido a las características climáticas de la zona, los canales son utilizados durante todo el año.

Los principales métodos de riego existentes, son el tendido, bordes, tasas y surcos, los que se realizan con una frecuencia y volumen irregular. También existen sistemas de riego por goteo pero en suelos de laderas de cerro y terrazas más altas que no serán considerados en el estudio.

La red de drenaje existente en el área de proyecto está constituida principalmente por varios colectores zanja, no ligados entre sí, sobre los cuales se descargan laterales abiertas y en algunos casos tapadas. Esta red de drenaje tiene como dren principal el río Huasco, el cual recoge los excedentes provenientes de los colectores.

En general, la mayor parte de ellos se encuentran abandonados, no presentan mantención, poseen sección y profundidad irregular, gran acumulación de malezas y estancamiento de agua.

En el Sector de Las Tablas, la red de drenes está compuesta principalmente por dos tipos, uno de baja profundidad de drenaje superficial que va junto a la línea del tren y los otros de drenaje subsuperficial compuestos por colectores y drenes.

En el Sector de Los Lirios-La Camelia, se pueden observar drenes abiertos que recorren los predios del sector generalmente en forma paralela al curso del río, cortadas por zanjas primarias que entregan los excedentes de agua al río Huasco. En general, no se aprecia mantención en los drenes, existiendo una alta presencia de malezas y una pendiente irregular que dificulta el libre tránsito del agua.

En el sector de La Cachina, se encuentran dos redes de drenaje independientes uno del otro. El primero de ellos está conformado por un colector que corre en forma paralela al cauce del río, sobre el cual se descargan laterales trazadas en forma perpendicular.

La otra red de drenaje se ubica en el lado norte del cauce del río. Está formado por un colector el cual avanza en forma paralela al camino ubicado en la ladera norte del valle. Las laterales que

descargan en este colector también van en forma perpendicular, pero con una longitud y separación irregular.

En ambos casos, los colectores como las laterales son zanjas abiertas, las cuales presentan una baja mantención, talud y profundidad irregular, acumulación de malezas, no cumpliendo con la finalidad para la cual fueron construidos.

En el recorrido de los canales se observan zonas puntuales con problemas de filtraciones que estarían provocando problemas de mal drenaje.

Instalación de pozos de observación y mediciones realizadas

Para la determinación de la profundidad del nivel freático y su fluctuación en el tiempo, se utilizó una red de 38 pozos de observación de 2 m de profundidad, con una densidad de aproximadamente 5 pozos por cada 100 ha, dispuestos de tal forma que permitiesen caracterizar la dirección del flujo de la napa.

La instalación de los pozos de observación se realizó mediante un barreno que permitió alcanzar en la mayoría de los casos los 2 m de profundidad, no alcanzando en ninguno de ellos la estrata impermeable.

Al día siguiente de realizada la perforación, se midió la conductividad hidráulica de los suelos mediante el método del barreno o método de Hooghoudt, para lo cual se determinó la profundidad del nivel freático de los pozos con una regla que en uno de sus extremos posee un electrodo que al entrar en contacto con el agua libre cierra un circuito eléctrico que es detectado por un instrumento comprobador de carga.

Posteriormente, se extrajo el agua del pozo con una bomba de PVC manual. Rápidamente se introdujo la regla en el pozo y se va cronometrando cada cierta altura el tiempo que demora en recuperarse el nivel freático hasta llegar cerca de su estado inicial. Estas mediciones son llevadas a la fórmula de Hooghoudt para pozos de observación que no llegan a la estrata impermeable, determinando así la conductividad hidráulica de cada punto, representando en promedio la estratificación del suelo.

Una vez realizada la medición de conductividad hidráulica se procedió a instalar en el pozo un tubo de PVC de 75 mm con perforaciones en su extremo y recubierto por una tela filtrante para evitar el ingreso de material sólido al interior. En el extremo del tubo que da a la superficie, se selló con un tapón para evitar el ingreso de agua o materiales que podrían tapar el tubo y alterar las mediciones posteriores de profundidad del nivel freático.

Junto a cada pozo de observación se instaló una estaca, la cual se amarró al levantamiento topográfico del área permitiendo así una adecuada georeferenciación. Con la medición de cada uno de estos puntos, se correlacionaron los niveles del agua subterránea a los niveles o cotas del terreno confeccionándose los planos respectivos.

Se realizaron cuatro mediciones de profundidad del nivel freático, con un intervalo de 25 a 30 días, entre el 10 de diciembre del año 2001 y el 26 de marzo del 2002.

En el sector de Huasco Bajo la conductividad hidráulica promedio es de 2,15 m/día, en Los Loros de 1,96 m/día y finalmente en las Tablas es de 1,17 m/día.

En cuanto al las profundidades del nivel freático, en Huasco Bajo la profundidad media fue de 1,26 m; en Los Loros de 0,86 m y en Las Tablas de 0,87 m.

Universo predial en estudio y Encuesta agropecuaria

Sobre el análisis de los antecedentes del Servicio de Impuestos Internos, el Catastro de Regantes del río Huasco de la Dirección General de Aguas, las encuestas agropecuarias, entrevistas y visitas a terreno, se definieron las propiedades involucradas en el proyecto.

El proyecto involucra 154 propiedades que totalizan 897,8 ha, de esta superficie se descuentan 43,4 ha de suelos con buen drenaje, y 49,6 ha por corresponder a suelos ubicados en la zona de conservación, lo que finalmente, daría una superficie de estudio con mal drenaje de 804,8 ha.

Con el objeto de establecer una adecuada caracterización del sistema, que fuese reflejo de la totalidad de los grupos prediales que responden a intereses comunes y con características similares en nivel productivo, tecnológico y de comercialización, se estratifico por superficie total el Universo Predial en 4 estratos.

Estrato 1	0,01 ha a 1,99 ha
Estrato 2	2,00 ha a 4,99 ha
Estrato 3	5,00 ha a 14,99 ha
Estrato 4	≥ a 15,00 ha

La encuesta agropecuaria consiste en entrevistas dirigidas a los propietarios o encargados de los predios seleccionados. Las preguntas realizadas son enfocadas principalmente a los aspectos de producción, gestión agropecuaria, uso de tecnología y acceso a mercados.

La encuesta agropecuaria, se realizó en 35 predios de un total de 154, lo que implica una representatividad del universo predial del 22,7%.

A partir de la encuesta se realizó el diagnóstico de la situación actual del área, en la cual se destaca en primer lugar, un elevado conocimiento de la población de los subsidios en obras de riego y drenaje por parte del Estado, así como también el interés de participar en este tipo de proyectos.

Entre los principales factores restrictivos indicados por los agricultores están enfocados al proceso de comercialización, mercado y financiamiento, y también al mal drenaje de los suelos.

En términos productivos, el olivo es la especie predominante. Otras especies no significativas mencionadas son el membrillero, peral, guindo, zapallo de guarda, tomate, coliflor, acelga y zanahoria.

Las expectativas de manejo agropecuario futuro del predio y rubros productivos que actualmente existen se mantendrían igual frente a una Situación Sin Proyecto y, en la Situación Con Proyecto.

Aspectos Ambientales

La construcción de las redes de drenaje, implicarán un impacto en el actual ambiente del valle del Huasco Bajo. Por este motivo se realizará un análisis ambiental que permita definir los impactos que generará dicha construcción y sus posibles medidas de mitigación.

Para la obtención de la información base, se realizó un recorrido por el área de estudio, donde se analizaron especialmente los sitios de nidificación de aves en totorales y zonas de desembocadura del río Huasco en el mar. Además se identificaron las zonas de las salidas de los futuros sistemas de drenaje propuestos por el Consultor y los aspectos del paisaje general del área de estudio.

El proyecto se llevará a cabo cercano a un área protegida actualmente, según lo dispone el Decreto N° 27 del año 1995 del Ministerio de Agricultura, cuya finalidad es proteger, en particular a la avifauna, dado que los humedales (vegas y pajonales) se constituyen en sitios de alimentación, refugio, apareamiento y nidificación de varias especies, migratorias y residentes.

Por este motivo, se definieron áreas de conservación, es decir, zonas que no serán intervenidas por la construcción de la red de drenaje que ha sido propuesta en esta Consultoría.

Las áreas de conservación se definieron considerando los criterios de conservación de humedales y las Bases Técnicas del Estudio, además de las reuniones sostenidas tanto con la contraparte técnica de la CNR y con los organismos técnicos sectoriales. El principal factor en la determinación de estas áreas, lo constituye las recomendaciones del ornitólogo, Médico Veterinario, Dr. Jorge González Vilches, que luego de un recorrido por la zona del proyecto junto a profesionales de esta consultora, se acordó que se dejará sin intervención una superficie de 50 ha.

Se realizará una intervención mínima desde el puente de Huasco Bajo hasta la localidad de Los Loros, quedando como zona de conservación la franja de suelos clasificados como misceláneo aluvial. En esta condición se encuentran 44 ha.

Desde la localidad de los Loros hasta 2 km aguas arriba del puente Los Guindos en Freirina, la intervención propuesta es más intensa, involucrando los suelos clasificados como misceláneo aluvial. Sin embargo queda como zona de conservación toda la franja aledaña al río Huasco de dominio Fiscal.

Por otro lado, la zona protegida actualmente por Decreto, y que se extiende desde la desembocadura del río hasta el puente de Huasco Bajo, se encuentra actualmente intervenida en algunos sectores con huertos de olivos en producción y con obras de drenaje, principalmente en el sector de La Cachina. Dicho sector está dividido en 14 predios que suman una superficie de 84,56 ha. Por lo cual esta superficie se incluye en el área de proyecto.

En cuanto a la Evaluación del Impacto Ambiental del las Obras de Drenaje se analizaron en tres etapas del Proyecto: construcción, operación y mantención del sistema de drenaje y el proyecto agrícola asociado a la operación.

La construcción del sistema de drenaje representa aquella etapa de mayores impactos, los que ocurren por una sola vez y en un corto periodo, si se le compara con la operación del sistema.

Para evitar o reducir los impactos ambientales se debe planificar adecuadamente la construcción, de modo de no provocar alteraciones sobre la población y la fauna y establecer vías de paso, al momento de construir zanjas.

La operación y mantención del sistema de drenaje es una etapa permanente o de muy larga duración, siendo el mayor impacto el descenso del nivel freático más allá de la profundidad radicular, que es el objetivo de la Consultoría. Por ello se estudió la zonificación del uso de la tierra, para impedir la incorporación al proyecto aquellas áreas que son hábitat de la avifauna, así como aquellas áreas que no sean aptas para la producción agrícola.

El proyecto de considera un programa de desarrollo tecnológico y productivo para las áreas beneficiadas, donde se espera un cambio o modificación en el patrón productivo agrícola, lo cual implica un abandono de las practicas de cultivo y explotaciones tradicionales; introducción de nuevos cultivos más productivos y de mayor rentabilidad, de nuevas variedades e introducción de nuevas tecnologías productivas asociadas al nuevo escenario productivo. Además, se espera un cambio en las cadenas de comercialización de la producción agrícola, con nuevos destinos; nuevos agentes de comercialización; y un aumento de servicios asociados.

Levantamiento Topográfico

El levantamiento topográfico realizado con un sistema de estación total, tiene como finalidad la verificación de cotas de los anteriores levantamientos del área, levantamiento del cauce evacuador que corresponde al Río Huasco, replanteo de terreno, identificación de puntos particulares como obras existentes, pozos de observación, estaciones, puntos de referencia, etc.

El cauce fue barrido desde 2 km aproximadamente aguas arriba del puente Los Guindos y hasta 1 km aproximadamente aguas abajo del puente de Huasco Bajo, cubriendo una longitud de 15,8 Km, con puntos en el fondo del cauce cada 50 a 100 m.

Además se realizaron 29 perfiles transversales en el cauce evacuador que permitió junto a otros antecedentes, determinar la capacidad de porteo de agua del río.

Con el levantamiento topográfico, se obtuvieron los planos bases para posteriormente realizar el análisis y cálculo de las redes de drenaje.

Estudio de suelos

Para describir las características físicas y químicas de las principales Series de suelo con drenaje restringido, se cavaron calicatas con una profundidad que varía de acuerdo al nivel freático.

Se describió el perfil de suelo, en cuanto a textura, estructura, presencia de raíces y evidencias de mal drenaje, además se tomaron muestras por horizonte para análisis químico. Las muestras de suelo analizadas en laboratorio, permitieron caracterizar cada estrata en cuanto a pH, salinidad y contenido de aniones y cationes solubles.

Se contó con información de 36 calicatas que permitieron identificar con una alta representatividad las condiciones de los suelos de la zona.

La Serie de suelo con mal drenaje de mayor importancia en la zona en estudio es la serie Paona con 450 ha, que representando un 50% de la superficie, en segundo lugar se encuentra el Misceláneo de Suelos Aluvial con 180 ha, que representa un 20%, finalmente se encuentra la Serie Bellavista con 169 ha que equivale a un 19%.

De acuerdo a los resultados de los análisis de suelos realizados se encontraron fases de suelos con salinidades que varían entre menos de 1 dS/m y 14 dS/m en la zona de Las Tablas. Por su parte el Porcentaje de Sodio Intercambiable (PSI) alcanza valores de 18 a 25% en la misma zona, clasificando a estos suelos como salino sódicos.

Para caracterizar las variaciones de salinidad en el suelo entre riegos se tomaron muestras de suelo compuestas en la capa arable, en 5 predios, con una frecuencia aproximada de 15 días entre el 14 de diciembre y el 18 de mayo. Las series de suelos muestreadas corresponden a las de mayor importancia, Bellavista y Paona.

En promedio las salinidades variaron entre 2 y 7 dS/m. Los predios con las salinidades más altas son regados por los canales Madariaga y Las Tablas. Por otro lado la frecuencia de los riegos varía entre 22 y 47 días, encontrando que aquellos suelos que tuvieron una mayor frecuencia de riego, presentan una salinidad menor y viceversa.

Mediciones de calidad de aguas

La determinación de la calidad de las aguas, especialmente la del río Huasco, constituye un hecho de suma importancia para el riego del valle. Esto debido a que se determinaron altos niveles salinos.

El monitoreo de aguas, fue realizado en el río, en canales de riego, en pozos de observación y en drenes existentes en la zona.

Las muestras de agua fueron tomadas siguiendo el protocolo establecido para estos casos y se enviaron para su análisis al laboratorio del Centro de Investigación en Minería y Metalúrgica (CIMM).

Posterior a estas mediciones, se continuó midiendo solamente el pH y conductividad eléctrica.

La conductividad eléctrica en el río Huasco es cercana a los 2,8 dS/m en promedio, mientras que en los canales de riego este valor alcanza un promedio de 2,7 dS/m. Por su parte, los drenes presentan una conductividad de 3,1 dS/m, y finalmente en la mayor parte de los pozos de observación la conductividad eléctrica presenta un valor cercano a 5 dS/m.

La salinidad de las aguas es alta, por lo que al ser utilizadas para el riego con frecuencias y volúmenes irregulares, han provocado un paulatino aumento de la salinidad de los suelos. Estos antecedentes permitirán en la propuesta de desarrollo de esta consultoría, determinar en conjunto con el cálculo de las demandas de riego, las tasas óptimas que permitan lavar el exceso de sales en el perfil de suelo.

Infraestructura agroindustrial

La principal infraestructura agroindustrial en el área de estudio, corresponde a plantas que elaboran aceite de oliva. Se entrevistó a propietarios y encargados de dos plantas productoras de aceite de oliva y a una productora de aceitunas rellenas.

Las plantas de aceite de oliva, comienzan su proceso en los estanques de recepción de las aceitunas para posteriormente pasar a la molienda y extracción del aceite. La separación del aceite es realizado mediante una máquina centrífuga para almacenarlo en estanques de acero inoxidable.

Finalmente, se pasa a la línea de envasado y etiquetado para el almacenamiento y venta del producto final.

El Fondo de Solidaridad e Inversión Social (FOSIS) en el sector de Los Loros, ha establecido una planta comunitaria artesanal para el producir aceitunas rellenas con pimiento, camarones, almendras y nueces. Esta planta, constituye un modelo a seguir, ya que el procesamiento en

conjunto por los agricultores permite acceder a una disminución en los costos de producción y hacer más competitivo el negocio.

Reuniones con los agricultores

Como parte de la propuesta técnica, se llevaron a cabo reuniones con tres grupos de agricultores, de las localidades de La Cachina, La Camelia y La Arena en Huasco Bajo, Los Loros y Las Tablas.

A través de las reuniones, se informó a los agricultores sobre los objetivos del proyecto, y se expusieron los problemas de drenaje en el área y su efecto sobre los cultivos, así como también las posibles soluciones. Además, se dio a conocer las técnicas de riego más adecuadas para evitar el proceso de salinización permanente de los suelos y el deterioro de la producción.

La formación de comunidades de drenantes y el reconocimiento de líderes en cada uno de los grupos, constituye uno de los principales objetivos del estudio. Para ello, se indicaron los principales aspectos jurídicos y se dejaron establecidas las bases para la futura formación y funcionamiento de dichas comunidades.

Reuniones Comité Técnico

El comité técnico, actuó como contraparte de CICA, estuvo formado por representantes de la Comisión Nacional de Riego, Gobierno Regional (SEREMI), Dirección de Obras Hidráulicas Regional, Servicio Agrícola y Ganadero (SAG), Instituto de Investigación Agropecuaria (INIA) e INDAP.

Las reuniones realizadas con este organismo, tienen como finalidad discutir los trabajos realizados por la consultora y acoger las observaciones que sean pertinentes.

Diseño Sistema de drenaje

El diseño de la red de drenaje en el sector Bajo del Huasco, tienen como principal objetivo aumentar la productividad del área y abatir la napa freática, llevando los excesos de sales fuera de la zona radicular de los cultivos.

Los antecedentes de conductividad hidráulica y profundidad del nivel freático recabados en los pozos de observación constituyen una de las bases del diseño del sistema.

La red de drenaje constará de drenes intrapediales que descargan a drenes colectores, los cuales finalmente desaguan en el río Huasco. Los drenes intrapediales serán entubados, por un criterio de ahorro de superficie productiva. Los drenes colectores cumplirán la función de colectores de

aguas prediales y a la vez abatirán el nivel freático. El trazado en lo posible se realizó por los deslindes de los predios.

El cálculo se hizo para habilitar el suelo para el olivo que representa el 85% de la superficie de cultivada en la Situación Con Proyecto. Se asumió como criterio de diseño que la recarga estaría dada por los requerimientos de lixiviación del cultivo, con un valor de 750 m³/ha en el mes de enero. Por su parte, el espesor de suelo libre de la influencia del nivel freático, en el punto medio de los drenes, se definió en 1,55 m, profundidad que permite minimizar el riesgo de daños por sales al cultivo.

Resultaron drenes intraprediales situados a una distancia entre 83 y 122 m, con una capacidad de evacuación de 0,46 L/s/ha, colocados a 1,80 m de profundidad.

Para los drenes colectores se consideró una profundidad de 2,2 m a 2,5 m, permitiendo así una caída libre del agua desde los drenes intraprediales.

El trazado de los drenes colectores involucra una longitud de 31,5 km aproximadamente, con 8 bocas de salidas en el río Huasco.

Evaluación Económica

Con el objetivo de definir la mejor alternativa de obra civil sobre la base del análisis de los indicadores económicos VAN (Valor Actualizado Neto), TIR (Tasa Interna de Retorno) y relación N/K (Relación Costo Beneficio)

Los resultados se presentan a continuación:

	VAN (\$)	TIR (%)	N/K
Valores Privados	3.259.368.338	21,85%	4,43
Valores Sociales	2.353.025.317	22,17%	3,46

Sobre la base de los resultados se concluye que no existen inconvenientes para que la generalidad de los agricultores se incorporen al proyecto.

Con el proyecto de drenaje se estaría aumentando en 260 ha la superficie cultivada y habilitando en total 800 ha, permitiendo de esta forma mejorar el desarrollo agrícola del Valle del Huasco y, por lo tanto, al desarrollo económico local, gatillando el surgimiento de una agricultura de excelente productividad que genere, en el mediano plazo, fuentes de trabajo permanente para los propios productores y la comunidad.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

A continuación se presenta la bibliografía consultada durante el desarrollo de la presente Consultoría. Se presenta desarrollada para cada capítulo componente del Informe Final que utilizó apoyo bibliográfico.

Capítulo 1

ALEMANY, RODRIGO. (en publicación). Prospección nutricional de olivos cv Sevillano en el valle del Huasco. Memoria de Título Ingeniero Agrónomo. Facultad de Ciencias Agronómicas. Universidad de Chile.

CICA ING. CONSULTORES. 1996. Op cit CONAMA. 1996. Metodologías para la caracterización de la calidad ambiental.

INIA-CMP-SAG. 1991. Tipificación de elementos particulados en el valle del río Huasco. III Región.

NOVOA, R. Y VILLASECA, S. Ed. 1989. Mapa agroclimático de Chile. Instituto de Investigaciones Agropecuarias

SERPLAC III Región- CICA Ing. Consultores / HIDROCONSULT. 1980. Estudio Agrológico del valle del río Huasco.

SGS EcoCare. 1996. Proyecto Gestión Territorial en la Cuenca del Huasco: Estudio N° 3 "Calidad de las aguas de riego en la cuenca del río Huasco – Anexo A". Convenio Min. de Bienes Nacionales/GTZ/SERPLAC III Región.

Capítulo 3

ALAMOS Y PERALTA INGENIEROS CONSULTORES. 1987. Análisis Crítico de la Red de Mediciones de Niveles de Agua Subterránea.

BOREAU INTERNATIONAL DES POIDS ET MESURES. 1998. The International System of Unit. Séptima Edición.

CEDEC, 1985. Estudio Integral de Riego del Valle del Río Huasco. Informe Final. Volumen I. Parte I: Resumen y Conclusiones. Comisión Nacional de Riego.

CICA-HIDRCONSULT, 1980. Estudio Agrológico del Valle del Río Huasco.

CONIC-BF, 1997. Manejo Integral del Recurso Hídrico a Nivel de Cuencas. Cuenca del Río Huasco. III Región. Informe Final General.

CONIC-BF, 1994. Análisis de la Oferta y Demanda de los Recursos Hídricos en las Cuencas Críticas. Huasco y Elqui. Cuenca del Río Huasco. Informe Final.

IGM, 1988. Atlas Geográfico de Chile para la Educación.

Capítulo 4

ALAMOS Y PERALTA INGENIEROS CONSULTORES. 1987. Análisis Crítico de la Red de Mediciones de Niveles de Agua Subterránea.

ALEMANY, R. (en publicación). Prospección Nutricional de Olivos cv. Sevillana en el valle del Huasco. Tesis de Grado Ingeniero Agrónomo. Universidad de Chile. Facultad de Ciencias Agronómicas.

AYERS, R. Y WESTCOT, D. 1987. La Calidad del Agua en la Agricultura. Estudio FAO Riego y Drenaje N° 29.

BÖRGUEL, R., 1983. Instituto Geográfico Militar. Geografía de Chile – Geomorfología.

CARRASCO, A. 1991. Salinidad y Calidad de Aguas. En Manejo de Suelos en Huertos Frutales. Publicaciones Misceláneas Agrícolas N° 35. Universidad de Chile. Departamento de Ingeniería y Suelos.

CARRASCO, A. 1992. El Suelo como Sistema Químico. En Suelos, una Visión Actualizada del Recurso. Universidad de Chile. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. Publicaciones Misceláneas Agrícolas N° 38.

CEDEC, 1985. Estudio Integral de Riego del Valle del Río Huasco. Informe Final. Volumen I. Parte I: Resumen y Conclusiones. Comisión Nacional de Riego.

CICA-HIDRCONSULT, 1980. Estudio Agrológico del Valle del Río Huasco.

CIREN – CORFO. 1989. Requerimientos de Clima y Suelo. Publicaciones N° 83, 84 y 86.

CIREN – CORFO. 1995. Requerimientos de Clima y Suelo. Chacras y hortalizas. Publicación N° 107.

CONAMA, 1996. Metodologías para la Caracterización de la Calidad Ambiental. Proyecto “Desarrollo de Instituciones del Medio Ambiente”, CONAMA – BIRF.

CONIC-BF, 1997. Manejo Integral del Recurso Hídrico a Nivel de Cuencas. Cuenca del Río Huasco. III Región. Informe Final General.

CONIC-BF, 1994. Análisis de la Oferta y Demanda de los Recursos Hídricos en las Cuencas Críticas. Huasco y Elqui. Cuenca del Río Huasco. Informe Final.

DGA, 1983. Catastro de Regantes Hoya Río Huasco. Ministerio de Obras Públicas, Planos Red Hidrológica y Propiedades, escala 1: 5.000.

DGA, 1983. Catastro de Regantes Hoya Río Huasco. Dirección General de Aguas. Escala 1:5.000.

JUNTA DE EXTREMADURA, 1992. Interpretación de Análisis de Suelo, Foliar y Agua de Riego. Consejos de Abonado (Normas básicas). Ediciones Mundi-Prensa.

PIZARRO, F. 1985 Drenaje Agrícola y Recuperación de Suelos Salinos. 2ª Edición. Editorial. Agrícola Española.

RICHARD, L. A. 1964. Diagnostico y Rehabilitación de Suelos Salinos y Sodicos. E.E.U.U., Departamento de Agricultura. Manual N° 60. 172 p.

SALGADO, LUIS. 2000. Manual de estándares Técnicos y Económicos Para Obras de Drenaje.

SERPALC – CICA/HIDROCONSULT. 1980. Estudio Agrológico del Valle del Río Huasco. Informe y Planos Escala 1: 10.000. Estudio para Serpalc III Región – Atacama.

SII, 2001. Listado de Roles y Contribuciones, actualización 2001.

SII, 1996. Listado de Roles y Capacidad de Uso de los Suelos y Superficies. Servicio de Impuestos Internos, 1996.

SOIL SURVEY DIVISION STAFF. 1993. Soil Survey Manual. Soil Conservation Service. U.S. Department of Agriculture. Handbook 18.

Capítulo 6

ARCE ORTEGA, GERARDO E. 1998. HEC-RAS. Hacia la Estandarización del Cálculo de los Ejes Hidráulicos en Cauces Naturales y Canales Artificiales. Tesis. Universidad de Chile. 67 pag.

DOMINGUEZ S., FRANCISCO J. 1974. Hidráulica. Universidad de Chile. 760 Pag.

MOP, 1994. Manual de Carreteras. Volumen 3. Instrucciones de Diseño. Dirección de Vialidad – Dirección General de Obras Públicas – Ministerio de Obras Públicas – Chile.

ONDAC-CHILE, 2002. ONDAC El Manual de la Construcción. N° 259, Abril 2002.

PIZARRO, F. 1985 Drenaje Agrícola y Recuperación de Suelos Salinos. 2ª Edición. Editorial Agrícola Española.

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CHILE. 1979. Ejes hidráulicos. 52 Pag

SALGADO, LUIS. 2000. Manual de estándares Técnicos y Económicos Para Obras de Drenaje.

SCCS, 2001.. Realidad y Perspectivas de la habilitación de Suelos mal Drenados en el Sur de Chile IX y X Región. Boletín N° 17. Sociedad Chilena de la Ciencia del Suelo.

Capítulo 8

CÓDIGO DE AGUAS, 1981.

DGA, 1999. Manual de Normas y Procedimientos para la Administración de Recursos Hídricos

DGA, 2002. Guía para la Presentación de Solicitudes de Derechos de Aprovechamiento de Aguas. Dirección General de Aguas, Ministerio de Obras Públicas.

DGA, 2002. Guía para la Presentación de Solicitud de Regularización de Derechos de Aprovechamiento de Aguas. Dirección General de Aguas, Ministerio de Obras Públicas.

DGA, 2002. Guía para la Presentación de Solicitud de Traslado del Ejercicio de Aprovechamiento de Aguas. Dirección General de Aguas, Ministerio de Obras Públicas.

DGA, 2002. Guía para la Presentación de Solicitud de Registro de Asociaciones de Canalistas. Dirección General de Aguas, Ministerio de Obras Públicas.

INDAP, 1998. Manual Básico para Captación en gestión de Recursos Hídricos.

PEÑA, H., 2002. Boletín del día mundial del agua 2002. “Agua para el Desarrollo”. Ministerios de Obras Públicas, Dirección General de Aguas.

Capítulo 10

Decreto N° 27 de 1995. Minagri. Establece periodo de veda de conservación en la zona de la desembocadura del río Huasco, III Región. Publicado en el Diario Oficial el 26 de mayo de 1995.

CEDEC, 1985. Estudio Integral de Riego del Valle del Río Huasco. Informe Final. Volumen I. Parte I: Resumen y Conclusiones. Comisión Nacional de Riego.

UNIVERSIDAD DE CHILE. 2000. Informe País – Estado del Medio Ambiente en Chile – 1999: Recursos Hídricos.

CONAF. Libro Rojo de la Flora Terrestre de Chile. 1989

D.S. N° 05/98, Reglamento de la Ley de Caza. Ministerio de Agricultura.

BAHAMONDE, N. *et al.* 1998. Categorías de conservación de decápodos nativos de aguas continentales de Chile. En Boletín N° 47 del Museo Nacional de Historia Natural.

MUÑOZ, M., NÚÑEZ, H. y YÁNEZ, J. eds. 1996. Libro Rojo de los sitios prioritarios para la conservación de la diversidad biológica en Chile. CONAF.

SMARDON, R.C. 1979. Prototype visual impact assessment manual. State University of New York. Syracuse.

CENTRO DE PUBLICACIONES, SGT, Ministerio de Medio Ambiente. Guía para la elaboración de estudios del medio físico. España. 1996.

YEOMANS, W.C. 1986. Visual impact assessment: Changes in natural and rural environment. In Smardon, R.C., Palmer, J.E. and Felleman, J.P. (Eds.). Foundation for visual project analysis. John Wiley and Sons, New York, 1986.

URRA, M. 2001. Evaluación de Impacto Ambiental. Apuntes Programa de Gestión y Ordenamiento Ambiental. Facultad de Ingeniería. Universidad de Santiago de Chile.

CONAMA. 1996. Metodologías para la caracterización de la calidad ambiental.

ESQUEMA DE TRABAJO

Y

CARTA GANTT DE ACTIVIDADES

ESQUEMA DE TRABAJO

