

GOBIERNO DE CHILE
GOBIERNO REGIONAL II REGIÓN
COMISIÓN NACIONAL DE RIEGO

**DIAGNÓSTICO Y PROPUESTA DE FOMENTO A LA
AGRICULTURA REGADA EN LA II REGIÓN**

TEXTO

CONSULTOR: CONSORCIO GEOFUN - PROCIVIL

DICIEMBRE - 2000

EQUIPO PROFESIONAL DEL ESTUDIO

SECRETARÍA REGIONAL MINISTERIAL DE AGRICULTURA II REGIÓN

Alejandro Pizarro

S. R. M. de Agricultura II Región

COMISIÓN NACIONAL DE RIEGO

Rolando Núñez

Secretario Ejecutivo

Nelson Pereira

Sub Director

Eugenio Maffei

Coordinador del Departamento de Estudios

CONSORCIO GEOFUN - PROCIVIL

Alfonso Ugarte

Ingeniero Civil, Director del Estudio Equipo Consultor

José Lagos

Ingeniero Civil, Coordinador del Estudio Equipo Consultor

Luis Arrau

Ingeniero Civil

Juan Carlos Croxato

Ingeniero Civil

Werner Kremer

Ingeniero Civil

Enrique Kalisky

Ingeniero Civil

Rafael Langdon

Ingeniero Agrónomo

Ricardo Isla

Ingeniero Agrónomo

Andrés Vergara

Ingeniero Agrónomo

Gabriel Sellés

Ingeniero Agrónomo

Raúl Ferreyra

Ingeniero Agrónomo

Rafael Ruiz

Ingeniero Agrónomo

Enrique Espinoza

Ingeniero Agrónomo

Cristian Heyer

Ingeniero Agrónomo

Alejandro Gutiérrez

Ingeniero Comercial

Carlos Piaggio

Ingeniero Comercial

Eugenio Moure

Administrador Cooperativas

Marco Sánchez

Administrador Público

María Angélica Muñoz

Ingeniero Agrónomo

Judith Bastidas

Ingeniero Agrónomo

Jorge Herrera

Ingeniero Civil

David Aracena

Ingeniero Civil

ÍNDICE
DIAGNÓSTICO Y PROPUESTA DE FOMENTO A LA
AGRICULTURA REGADA EN LA II REGIÓN

INFORME FINAL

	Pág.
1. INTRODUCCIÓN	1-1
2. RECOPIACIÓN Y ANÁLISIS DE ANTECEDENTES	2-1
2.1 Desarrollo Agrícola	2-1
2.1.1 Estrategia Regional de Desarrollo Agroproductivo II Región (Documento tomado de Transparencias)	2-1
2.1.2 Estrategia Regional de Desarrollo Agroproductivo II Región (Tríptico de Divulgación)	2-3
2.1.3 Plan de Acción para la Sustentabilidad del Oasis de Calama.....	2-4
2.1.4 Proyecto Establecimiento de Actividades Agropecuarias en el Area Costera de Antofagasta	2-6
2.2 Tecnificación del Riego.....	2-8
2.2.1 Proyecto San Pedro de Atacama del Programa de Validación y Transferencia de Tecnología de Riego y Sistemas Productivos en Áreas Regadas.....	2-8
2.2.2 Estudio y Diseño de Sistemas de Riego Tecnificado Utilizando Aguas Crudas Recuperadas en las Localidades de Baquedano y Sierra Gorda	2-11
2.3 Limitantes a la Producción Agrícola y al Consumo Humano	2-11
2.3.1 Exposición al Arsénico de la Población Atacameña	2-11
2.3.2 Contaminación Industrial del Río Loa.....	2-13
2.3.3 Comportamiento de Algunos Cultivos Frente a la Presencia de Sales Minerales	2-14
2.3.4 Comportamiento de 42 Especies de Cultivo Desarrollados en Suelos Salinos con Alta Concentración de Boro.....	2-16
2.3.5 Diagnóstico del Uso y Evaluación de los Recursos Suelo, Clima y Agua en Comunidades Étnicas de la Provincia de El Loa Informe Final Vol. 1	2-19
2.4 Efectos del Riego en el Empleo.....	2-22
2.5 Concesiones Onerosas	2-25
3. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL ÁREA DE ESTUDIO A NIVEL REGIONAL	3-1
3.1 Localización Geográfica y Vías de Comunicación	3-1
3.2 Superficie y Paisaje	3-3
3.3 Economía y Actividades Productivas	3-3
3.4 Organización Política Administrativa	3-4

ÍNDICE (continuación)

	Pág.
3.5 Características Físico Espaciales.....	3-5
3.5.1 Relieve.....	3-5
3.5.2 Hidrología.....	3-5
3.5.3 Geología y Geomorfología.....	3-5
3.5.4 Clima.....	3-6
3.5.5 Suelos.....	3-11
3.5.6 Recursos Hídricos.....	3-12
3.6 Características Socioeconómicas de la Población.....	3-13
3.6.1 Población.....	3-13
3.6.2 Pobreza.....	3-17
3.6.3 Vivienda.....	3-19
3.7 Infraestructura de Equipamiento.....	3-20
3.7.1 Infraestructura Vial.....	3-20
3.7.2 Transporte y Comunicaciones.....	3-20
3.7.3 Servicios Básicos.....	3-21
4. ESTUDIOS BÁSICOS.....	4-1
4.1 Clima.....	4-1
4.1.1 Introducción.....	4-1
4.1.2 Estaciones Meteorológicas y Parámetros Utilizados.....	4-1
4.1.3 Parámetros Climáticos.....	4-3
4.1.3.1 Precipitaciones.....	4-3
4.1.3.2 Humedad Relativa.....	4-5
4.1.3.3 Recorrido y Velocidad del Viento.....	4-5
4.1.3.4 Temperatura.....	4-6
4.1.4 Parámetros Agroclimáticos.....	4-8
4.1.4.1 Temperaturas.....	4-8
4.1.4.2 Heladas.....	4-8
4.1.4.3 Período de Receso Vegetativo (PRV).....	4-10
4.1.4.4 Horas de Frío Anules (HFA).....	4-10
4.1.4.5 Suma de Temperaturas (días – grado).....	4-11
4.1.4.6 Humedad Relativa.....	4-12
4.1.4.7 Evaporación Potencial.....	4-12
4.1.4.8 Déficit Hídrico Anual.....	4-13
4.1.4.9 Excedente Hídrico Anual.....	4-14
4.1.4.10 Período Seco.....	4-14
4.1.4.11 Período Húmedo.....	4-14
4.1.4.12 Índice de Humedad Estival.....	4-14
4.1.4.13 Índice de Humedad Invernal.....	4-15
4.1.4.14 Índice de Humedad Anual.....	4-15
4.1.5 Conclusiones.....	4-16

ÍNDICE (continuación)

	Pág.
4.2 Suelos	4-18
4.2.1 Suelos en la Zona de Antofagasta.....	4-18
4.2.1.1 Antecedentes	4-18
4.2.1.2 Trabajo Realizado	4-18
4.2.1.3 Características de los Suelos	4-18
4.2.1.4 Conclusiones	4-21
4.2.2 Suelos del Área Baquedano	4-21
4.2.2.1 Áreas Habilitadas	4-21
4.2.2.2 Áreas de Suelo Natural	4-22
4.2.3 Suelos del Área de Calama.....	4-23
4.2.3.1 Antecedentes	4-23
4.2.3.2 Metodología de Trabajo	4-23
4.2.3.3 Conclusiones Área de Calama	4-28
4.2.4 Suelos del Área de San Pedro de Atacama.....	4-28
4.2.4.1 Generalidades.....	4-28
4.2.4.2 Trabajo Realizado	4-29
4.2.4.3 Análisis del Problema de la Salinidad.....	4-30
4.2.4.4 Características de las Series y Unidades de Suelos.....	4-30
4.2.4.5 Categorías de Suelos en Relación a Aptitud	4-32
4.2.4.6 Gama de Cultivos Posibles	4-34
4.3 Precipitaciones.....	4-36
4.3.1 San Pedro de Atacama.....	4-36
4.3.1.1 Información Disponible	4-36
4.3.1.2 Precipitaciones Mensuales	4-38
4.3.2 Calama.....	4-43
4.3.3 Baquedano	4-45
4.3.4 Antofagasta.....	4-47
4.4 Aguas Superficiales.....	4-50
4.4.1 Introducción.....	4-50
4.4.2 Descripción del Sistema Hidrográfico.....	4-50
4.4.3 Información Disponible	4-51
4.4.4 Curvas de Variación Estacional.....	4-54
4.5 Estudio de Calidad de Aguas.....	4-56
4.5.1 Introducción.....	4-56
4.5.2 Características del Agua para Uso Agrícola.....	4-57
4.5.3 Otros Elementos, Iones o Características del Agua.....	4-63
4.5.4 Clasificación de las Aguas para Riego	4-65
4.5.5 Características de las Aguas de la II Región.....	4-72
4.5.6 Conclusiones y Recomendaciones.....	4-77
5. SITUACIÓN AGROPECUARIA ACTUAL.....	5-1
5.1 Uso de los Suelos Agrícolas e Infraestructura Agrícola.....	5-1

ÍNDICE (continuación)

	Pág.
5.1.1 Superficie Agrícola y su Distribución	5-1
5.1.2 Situación Jurídica de la Propiedad y Forma de Tenencia.....	5-3
5.1.3 Superficie Regada.....	5-4
5.1.4 Uso de los Suelos Agrícolas.....	5-6
5.1.5 Existencia de Animales	5-10
5.1.6 Existencia de Maquinaria Agrícola	5-11
5.2 Directorio de Empresas Vinculadas al Sector Agrícola y Agroindustrial	5-12
5.3 Servicios de Apoyo al Productor Agrícola.....	5-13
5.3.1 Asistencia Técnica y Transferencia Tecnológica	5-13
5.3.2 Financiamiento	5-15
5.4. Presentación de Resultados de Encuestas y Entrevistas.....	5-16
5.4.1 Diseño de la Muestra	5-16
5.4.2 Formato de la Encuesta Agrícola.....	5-18
5.4.3 Análisis de Resultados de las Encuestas y Entrevistas, Sector Antofagasta.....	5-19
5.4.3.1 Características del Agricultor.....	5-19
5.4.3.2 Características de los Predios y su Fórmula de Explotación.....	5-20
5.4.3.3 Servicios de Apoyo Recibidos y Actitud Frente a la Organización	5-22
5.4.3.4 Problemas Comerciales y de Producción que Tiene el Agricultor	5-23
5.4.4 Análisis de Resultados de las Encuestas y Entrevistas, Sector Calama.....	5-24
5.4.4.1 Características del Agricultor.....	5-24
5.4.4.2 Características de los Predios y su Fórmula de Explotación.....	5-25
5.4.4.3 Servicios de Apoyo Recibidos y Actitud Frente a la Organización	5-28
5.4.4.4 Problemas Comerciales y de Producción que Tiene el Agricultor	5-29
5.4.5 Análisis de Resultados de las Encuestas y Entrevistas. San Pedro Atacama.....	5-29
5.4.5.1 Características del Agricultor.....	5-29
5.4.5.2 Características de los Predios y su Fórmula de Explotación.....	5-31
5.4.5.3 Servicios de Apoyo Recibidos y Actitud Frente a la Organización	5-34
5.4.5.4 Problemas Comerciales y de Producción que Tiene el Agricultor	5-35
5.4.6 Métodos de Cultivo Empleados en los Principales Cultivos.....	5-35
5.4.6.1 Alfalfa	5-35
5.4.6.2 Maíz	5-37
5.4.6.3 Hortalizas	5-38
5.5 Resultados del Estudio de Mercado	5-39
5.5.1 Elementos de Diagnóstico del Sector Agropecuario	5-39

5.5.2	Origen de los Productos.....	5-41
5.5.3	Población e Ingresos	5-42
5.5.4	Mercados, Precios y Comercialización.....	5-42
5.5.4.1	Precios y Comercialización.....	5-42
5.5.4.2	Precios a Productor	5-45
5.5.4.3	Estacionalidad	5-46
5.5.5	Disponibilidad y Consumo	5-50
5.5.6	Volúmenes de Productos Agrícolas.....	5-52
5.5.7	Precios de Insumos Agrícolas.....	5-55
6.	DIAGNÓSTICO ASPECTOS SOCIOECONÓMICOS Y CULTURALES	6-1
6.1	Antecedentes	6-1
6.1.1	Introducción General	6-1
6.1.2	Justificación de las Metodología Utilizada.....	6-1
6.1.3	Técnicas Cualitativas Utilizadas en el Estudio.....	6-2
6.1.4	Desarrollo de la Metodología	6-3
6.1.5	Criterios de Investigación Utilizados.....	6-4
6.2	Aspectos Socio-Antropológicos, Históricos y Culturales de San Pedro Atacama	6-5
6.2.1	Antecedentes Generales.....	6-5
6.2.2	Antecedentes Socio Culturales e Históricos	6-6
6.2.2.1	Antecedentes Prehistóricos	6-6
6.2.2.2	Antecedentes Étnicos-Históricos	6-6
6.2.3	San Pedro de Atacama en la Actualidad.....	6-7
6.2.3.1	Diferenciación Social.....	6-8
6.2.3.2	Desarrollo Productivo y Tenencia de la Tierra	6-8
6.2.3.3	Etnia	6-9
6.2.3.4	Recursos Arqueológicos	6-9
6.2.3.5	Recursos Patrimoniales.....	6-9
6.2.3.6	Recursos Culturales.....	6-10
6.2.3.7	Artesanía y Gastronomía Tradicional	6-11
6.3	Sistematización Información Proveniente de las Entrevistas.....	6-11
6.3.1	San Pedro de Atacama.....	6-11
6.3.1.1	Empleo y Desarrollo Productivo	6-11
6.3.1.2	Programas del Instituto de Desarrollo Agropecuario (INDAP)	6-12
6.3.1.3	Organizaciones de Productores y Regantes	6-14
6.3.1.4	Proyectos Productivos de Cooperación Internacional.....	6-15
6.3.1.5	Desarrollo Indígena y Saneamiento de la Propiedad de la Tierra .	6-15
6.3.1.6	Educación.....	6-16
6.3.1.7	Otros Programas y Proyectos Públicos y Municipales.....	6-16
6.3.1.8	Turismo Rural	6-17
6.3.2	Situación Actual de Calama	6-20
6.3.2.1	Empleo y Desarrollo Productivo.....	6-20
6.3.2.2	Programas del Instituto de Desarrollo Agropecuario (INDAP)	6-20
6.3.2.3	Presencia de Otras Instituciones Públicas	6-22
6.3.2.4	Proyectos Productivos de Cooperación Internacional.....	6-23

ÍNDICE (continuación)

	Pág.
6.3.2.5 Saneamiento de Tierras.....	6-23
6.3.2.6 Turismo Rural	6-23
6.3.3 Situación Actual de Antofagasta	6-24
6.3.3.1 Empleo y Desarrollo Productivo.....	6-24
6.3.3.2 Programas del Instituto de Desarrollo Agropecuario (INDAP)	6-25
6.3.3.3 Organizaciones de Productores y Regantes	6-25
6.3.3.4 Saneamiento de Tierras.....	6-25
6.3.4 Situación Actual de Baquedano.....	6-26
6.3.4.1 Ubicación	6-26
6.3.4.2 Análisis Demográfico	6-26
6.3.4.3 Composición por Sexo y Estructura Etárea	6-26
6.3.4.4 Migraciones.....	6-27
6.3.4.5 Estructura Socioeconómica.....	6-27
6.3.4.6 Servicios y Ocupación de Territorio	6-28
6.3.4.7 Infraestructura Sanitaria.....	6-29
6.3.4.8 Programa de Inversiones	6-30
6.3.4.9 Potenciales Históricos-Turísticos.....	6-30
6.4 Bibliografía Consultada.....	6-31
7. INTERRELACIÓN DE LOS PRODUCTOS DEL ESTUDIO	7-1
7.1 Antecedentes	7-1
7.2 Marco de Referencia.....	7-2
7.2.1 Condiciones y Características Climáticas.....	7-2
7.2.2 Los Sectores Económicos.....	7-4
7.2.3 La Competencia por Uso de Agua.....	7-6
7.3 La Situación en Cada Área de Proyecto	7-8
7.3.1 Regadío del Desierto Mediante el Uso Agrícola de las Aguas Recuperadas de Antofagasta.....	7-9
7.3.2 Ordenamiento de la Agricultura Regada de Calama	7-10
7.3.3 Ordenamiento y Gestión de Riego en San Pedro de Atacama.....	7-12
7.3.4 Desarrollo Agroproductivo en Baquedano, Comuna Sierra Gorda	7-13
7.4 La Calidad del Agua.....	7-13
7.5 Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas (FODA) de los Componentes del Estudio.....	7-14
7.5.1 En la Región de Antofagasta	7-14
7.5.2 En la Comuna de Antofagasta	7-15
7.5.3 En la Comuna de Calama	7-15
7.5.4 En la Comuna de San Pedro de Atacama	7-16
7.5.5 En la Comuna de Sierra Gorda (Baquedano)	7-16
7.5.6 Líneas de Acción Estratégicas	7-17
7.6 Estrategia de Desarrollo Agropecuario de la II Región Antofagasta.....	7-17
7.6.1 Objetivo de Desarrollo Agrícola de la Región	7-18

ÍNDICE (continuación)

	Pág.
7.6.2 Lineamientos de Estrategia para el Sector Agropecuario	7-18
7.6.3 Los Programas de Desarrollo.....	7-21
7.7 Institucionalidad	7-25
8. SUBPROYECTO DESARROLLO AGRÍCOLA EN ANTOFAGASTA.....	8-1
8.1 Antecedentes	8-1
8.2 Ubicación, Límites y Acceso.....	8-1
8.3 Superficie Total y Superficie Agrícola.....	8-2
8.4 Características Climáticas	8-2
8.5 Caracterización de los Suelos.....	8-4
8.6 Disponibilidad de Agua para Riego	8-5
8.7 Características y Precios de las Aguas de Riego	8-7
8.7.1 Calidad del Agua de Riego	8-7
8.7.2 Costo del Agua de Riego	8-7
8.8 Situación Jurídica y Uso Actual de los Suelos	8-8
8.9 Forma de Transferencia de los Terrenos	8-8
8.10 Descripción del Proyecto en la Situación Proyectada	8-9
8.10.1 Identificación de Predios Tipo.....	8-9
8.10.2 Estructura de Cultivo	8-11
8.10.3 Nivel Tecnológico	8-14
8.10.4 Estándares de Cultivos.....	8-15
8.10.5 Necesidades de Agua de Riego.....	8-16
8.10.6 Superficie Posible de Ser Regada.....	8-17
8.10.7 Período de Transición para Lograr el Cambio Proyectado.....	8-17
8.10.8 Costos Indirectos a Nivel Predial	8-17
8.10.8.1 Inversiones en Riego	8-18
8.10.8.2 Inversiones en Habilitación de los Terrenos	8-19
8.10.8.3 Otras Inversiones.....	8-19
8.10.8.4 Mantenciones y Operaciones	8-19
8.10.8.5 Servicios Administrativos y Contables	8-20
8.10.8.6 Derechos o Valor del Agua para Riego.....	8-21
8.10.8.7 Servicios Básicos	8-21
8.10.8.8 Costos Financieros	8-22
8.10.8.9 Impuestos	8-22
8.10.9 Resultados Financieros Esperados a Nivel de Predios Tipo y Área	
Total del Proyecto	8-23
8.11 Proyecto de las Obras Civiles con Aguas Servidas	8-27
8.11.1 Introducción.....	8-27
8.11.2 Reserva Agrícola	8-27
8.11.3 Planta de Tratamiento de Bewater.....	8-29
8.11.4 Descripción de las Obras Proyectadas	8-31
8.11.4.1 Generalidades.....	8-31

ÍNDICE (continuación)

	Pág.
8.11.4.2 Caudal de Diseño	8-31
8.11.4.3 Criterios de Dimensionamiento	8-32
8.11.5 Dimensionamiento de las Obras	8-38
8.11.5.1 Introducción	8-38
8.11.5.2 Optimización del Diámetro de la Tubería de Impulsión	8-38
8.11.5.3 Descripción Detallada de las Obras Proyectadas	8-39
8.11.6 Presupuesto de las Obras	8-42
8.11.6.1 Cubicaciones	8-42
8.11.6.2 Precios Unitarios	8-43
8.11.6.3 Presupuesto Detallado de las Obras	8-43
8.11.6.4 Operación y Mantenimiento	8-44
8.11.6.5 Costos Anuales de Operación y Mantenición	8-45
8.12 Impacto del Proyecto en la Demanda de Mano de Obra	8-45
8.13 Servicios de Apoyo al Productor	8-45
8.13.1 Financiamiento Agrícola	8-46
8.13.2 Servicio de Transferencia Tecnológica	8-46
8.13.3 Servicio de Apoyo a la Comercialización	8-48
8.13.4 Programa de Investigación	8-49
8.14 Resultados Económicos Esperados a Nivel de Área Total del Proyecto	8-49
9. SUBPROYECTO DESARROLLO AGRÍCOLA EN BAQUEDANO	9-1
9.1 Antecedentes	9-1
9.2 Ubicación y Acceso	9-2
9.3 Características Climáticas	9-2
9.4 Características de los Suelos	9-3
9.4.1 Área de Suelos Habilitados	9-3
9.4.2 Área de Suelos Naturales	9-3
9.5 Disponibilidad de Agua para Riego	9-4
9.6 Características del Agua de Riego	9-4
9.7 Recomendaciones de Uso	9-4
9.8 Demandas de Agua de Riego en el Área de Baquedano	9-5
9.8.1 Requerimientos de Lavado para la Habilitación de Suelos	9-5
9.8.2 Demandas de Agua de Riego	9-5
10. SUBPROYECTO DESARROLLO AGRÍCOLA EN CALAMA	10-1
10.1 Antecedentes	10-1
10.2 Ubicación, Límites y Acceso	10-2
10.3 Superficie y Forma de Tenencia	10-2
10.4 Características Climáticas	10-4
10.5 Características de los Suelos	10-5
10.6 Uso Actual de los Suelos	10-8
10.7 Disponibilidad Futura de Agua y sus Características Físico-Químicas	10-8

ÍNDICE (continuación)

	Pág.
10.7.1 Disponibilidad de Aguas Servidas Tratadas	10-8
10.7.2 Costo del Agua Tratada	10-9
10.7.3 Calidad de las Aguas Servidas de Calama.....	10-9
10.8 Forma de Transferencia de los Terrenos	10-10
10.9 Descripción del Proyecto en la Situación Proyectada	10-10
10.9.1 Identificación de Predios Tipo.....	10-10
10.9.2 Estructura de Cultivo	10-11
10.9.3 Nivel Tecnológico	10-13
10.9.4 Estándares de Cultivos.....	10-15
10.9.5 Necesidades de Agua para Riego.....	10-16
10.9.6 Superficie Posible de Ser Regada.....	10-16
10.9.7 Período de Transición para Lograr el Cambio Proyectado	10-17
10.9.8 Costos Indirectos a Nivel Predial	10-17
10.9.8.1 Inversiones en Riego	10-18
10.9.8.2 Inversiones en Habilitación de los Terrenos	10-19
10.9.8.3 Otras Inversiones.....	10-19
10.9.8.4 Mantenciones y Operaciones	10-19
10.9.8.5 Servicios Administrativos y Contables	10-20
10.9.8.6 Derechos o Valor del Agua para Riego.....	10-21
10.9.8.7 Servicios Básicos	10-21
10.9.8.8 Costos Financieros	10-21
10.9.8.9 Impuestos	10-22
10.9.9 Resultados Financieros Esperados en los Predios Tipo, Antes de Impuestos y Costos Financieros	10-22
10.10 Proyecto de Riego con Aguas Servidas en Calama	10-25
10.10.1 Introducción	10-25
10.10.2 Zona de Riego	10-26
10.10.3 Obras Proyectadas	10-27
10.10.3.1 Generalidades	10-27
10.10.3.2 Caudal de Diseño y Área Regada	10-28
10.10.3.3 Criterios de Dimensionamiento	10-28
10.10.4 Dimensionamiento de las Obras.....	10-33
10.10.4.1 Introducción	10-33
10.10.4.2 Optimización del Diámetro de la Tubería de Impulsión.....	10-33
10.10.4.3 Descripción Detallada de las Obras Proyectadas.....	10-33
10.10.5 Presupuesto de las Obras.....	10-34
10.10.5.1 Cubicaciones.....	10-34
10.10.5.2 Precios Unitarios.....	10-35
10.10.5.3 Presupuesto Detallado de las Obras.....	10-35
10.10.5.4 Operación y Mantenimiento	10-37
10.10.5.5 Costos Anuales de Operación y Mantenición	10-37
10.11 Impacto del Proyecto en la Demanda de Mano de Obra	10-37

ÍNDICE (continuación)

	Pág.
10.12 Servicios de Apoyo al Productor	10-38
10.12.1 Financiamiento Agrícola	10-38
10.12.2 Servicio de Transferencia Tecnológica	10-39
10.12.3 Servicio de Apoyo a la Comercialización	10-40
10.12.4 Programa de Investigación	10-41
10.13 Resultados Económicos Esperados a Nivel de Área Total del Proyecto	10-41
11. PLAN DE DESARROLLO AGRÍCOLA EN LOS AYLLUS DE SAN PEDRO DE ATACAMA	11-1
11.1 Antecedentes	11-1
11.2 Ubicación y Acceso	11-1
11.3 Superficie Agrícola	11-2
11.4 Características Climáticas	11-2
11.5 Características de los Suelos	11-3
11.6 Disponibilidad de Agua para Riego	11-5
11.7 Características de las Aguas de Riego	11-6
11.8 Caracterización de los Agricultores y Población de San Pedro de Atacama	11-7
11.9 Características de las Explotaciones Agrícolas	11-8
11.9.1 Situación Jurídica	11-8
11.9.2 Estructura de Tenencia de la Tierra	11-8
11.9.3 Superficie Regada	11-9
11.9.4 Sistemas de Producción	11-10
11.9.5 Sistema de Mercado	11-11
11.10 Ingreso Familiar	11-11
11.11 Expectativas de los Agricultores	11-12
11.12 Plan de Desarrollo para el Sector Agrícola de los Ayllus de San Pedro de Atacama	11-13
11.12.1 Objetivo de Desarrollo	11-13
11.12.2 Debilidades y Oportunidades Existentes en el Área	11-13
11.12.3 Estrategia de Desarrollo	11-16
11.12.4 Programas, Estudios y Proyectos	11-17
11.12.4.1 Programa de Desarrollo Productivo Agrícola	11-17
11.12.4.2 Programa de Desarrollo Turístico	11-18
11.12.4.3 Programa de Financiamiento de Fomento a la Actividad Agrícola y de Turismo	11-18
11.12.4.4 Programa de Fomento a la Organización y al Rescate de Costumbres y Cultura Atacameña	11-19
11.13 Sistema de Riego Río San Pedro y Afluentes	11-20
11.13.1 Introducción	11-20
11.13.2 Infraestructura de Canales	11-20
11.13.2.1 Canales que Captan en el Río	11-22
11.13.2.2 Red de Canales del Canal San Pedro	11-26

ÍNDICE (continuación)

	Pág.
11.14 Organización de Regantes, Disponibilidad de Aguas y Derechos de Aprovechamiento	11-36
11.15 Sistema de Aplicación del Riego y Distribución de las Aguas	11-38
11.15.1 Sistema Actual de Aplicación del Riego	11-38
11.15.2 Distribución de las Aguas	11-39
11.16 Sistema de Turnos	11-42
11.17 Sistema de Riego Río Vilama	11-43
11.17.1 Infraestructura de Obras	11-43
11.17.2 Recursos Hídricos y Formas de Riego	11-47
11.17.3 Cultivos y Rendimiento.....	11-47
11.17.4 Organización de Regantes.....	11-48
11.18 Diagnóstico y Proposición para el Mejoramiento del Riego.....	11-50
11.18.1 Sistema de Riego San Pedro.....	11-50
11.18.1.1 Solución a los Problemas de Escasez y Salinidad de las Aguas	11-50
11.18.1.2 Falta de Capacidad y Deficiencia de la Infraestructura de Canales.....	11-54
11.18.1.3 Proyecto de Mejoramiento Ley 18.450 de Fomento al Riego.....	11-54
11.18.1.4 Problemas Organizativos.....	11-57
11.18.1.5 Forma del Riego, en Especial el Sistema de Turnos.....	11-58
11.18.1.6 Necesidad de Apoyo Técnico y Crediticio	11-61
11.18.2 Sistema Vilama	11-62
11.19 Plan de Gestión para el Desarrollo	11-64
12. PROGRAMA COMERCIALIZACIÓN DE BIENES CON DENOMINACIÓN DE ORIGEN	12-1
12.1 Objetivos	12-1
12.2 Requisitos que Debe Cumplir un Producto para Ser Considerado como Originario de un Territorio	12-1
12.3 Catastro de Productos que Podrían Contar con Denominación de Origen.....	12-3
12.4 Países de Origen y Características de los Turistas que visitan San Pedro de Atacama	12-4
12.5 Productos más Demandados por los Turistas.....	12-5
12.6 Programas que se Deben Empezar para Comercializar Productos con Denominación de Origen de San Pedro de Atacama.....	12-6
13. SUBPROYECTO AGROTURISMO	13-1
13.1 Objetivos	13-1
13.2 Infraestructura Comunal de Servicios	13-1
13.3 Sitios de Interés Turístico.....	13-2
13.4 Agencias y Servicios de Turismo	13-3

ÍNDICE (continuación)

	Pág.
13.5 Infraestructura de Alojamiento	13-3
13.6 Servicios de Alimentación.....	13-6
13.7 Programas de Desarrollo Turístico.....	13-7
13.8 Requisitos que Deben Cumplir los Proyectos de Agroturismo	13-8
13.9 Disposición de los Agricultores a Desarrollar Actividades de Agroturismo.....	13-9
13.10 Cartera de Ideas de Proyecto	13-10
13.11 Criterios para la Priorización de Proyecto.....	13-11
13.12 Desarrollo a Nivel de Perfil de Dos Ideas de Proyecto	13-13
13.12.1 Construcción de Cabañas de Turismo en las Propiedades Agrícolas.....	13-13
13.12.1.1 Objetivos.....	13-13
13.12.1.2 Descripción del Proyecto	13-13
13.12.1.3 Estimación de Costos.....	13-14
13.12.1.4 Estimación de Ingresos	13-15
13.12.1.5 Rentabilidad y Sensibilización	13-15
13.12.2 Establecimiento de un Lugar de Camping con Diez Sitios	13-18
13.12.2.1 Objetivos.....	13-18
13.12.2.2 Descripción del Proyecto	13-18
13.12.2.3 Estimación de Costos.....	13-19
13.12.2.4 Estimación de Ingresos	13-20
13.12.2.5 Rentabilidad y Sensibilización	13-21
14. ANÁLISIS AMBIENTAL	14-1
14.1 Aspectos Generales	14-1
14.2 Regadío del Desierto mediante el Uso Agrícola de las Aguas Recuperadas de Antofagasta.....	14-2
14.2.1 Descripción del Proyecto Propuesto.....	14-2
14.2.1.1 Objetivos del Proyecto y Antecedentes Generales	14-2
14.2.1.2 Descripción de las Obras del Proyecto	14-2
14.2.1.3 Descripción de las Acciones del Proyecto Etapa de Construcción.....	14-5
14.2.2 Estado Actual de los Factores Ambientales más Relevantes para el Proyecto.....	14-7
14.2.2.1 Aguas Servidas Tratadas Usadas en Riego.....	14-7
14.2.2.2 Suelos para uso Agrícola	14-9
14.2.3 Análisis de Impactos Ambientales	14-11
14.2.3.1 Verificación de Interferencias del Proyecto con Zonas de Restricción Ambiental	14-11
14.2.3.2 Impacto de las Acciones del Proyecto Durante la Etapa de Construcción	14-12
14.2.3.3 Impacto de las Acciones del Proyecto Durante la Etapa de Operación.....	14-13

ÍNDICE (continuación)

	Pág.
14.3 Diagnóstico y Propuesta de Desarrollo para Ordenamiento de la Agricultura	
Regada en Calama	14-13
14.3.1 Descripción del Proyecto.....	14-13
14.3.2 Estado Actual de los Factores Ambientales más Relevantes para el Proyecto.....	14-16
14.3.2.1 Aguas Servidas Tratadas Usadas en Riego.....	14-16
14.3.2.2 Suelos para Uso Agrícola	14-18
14.3.3 Análisis de Impactos Ambientales	14-19
14.3.3.1 Verificación de Interferencias del Proyecto con Zonas de Restricción Ambiental	14-19
14.3.3.2 Impacto de las Acciones del Proyecto Durante la Etapa de Construcción	14-19
14.3.3.3 Impacto de las Acciones del Proyecto Durante la Etapa de Operación.....	14-20
14.4 Ordenamiento y de Gestión del Riego en San Pedro de Atacama.....	14-20
14.4.1 Descripción del Proyecto Propuesto.....	14-20
14.4.1.1 Antecedentes Generales	14-20
14.4.1.2 Soluciones Propuestas para los Problemas de Escasez y Salinidad de las Aguas.....	14-21
14.4.1.3 Soluciones Propuestas para los Problemas de Falta de Capacidad y Deficiencia de la Infraestructura de Canales.....	14-24
14.4.1.4 Soluciones a Problemas Organizativos.....	14-24
14.4.1.5 Forma del Riego, en especial el Sistema de Turnos	14-24
14.4.1.6 Necesidad de Apoyo Técnico y Crediticio	14-24
14.4.1.7 Sistema Vilama.....	14-25
14.4.2 Estado Actual de los Factores Ambientales más Relevantes para el Proyecto.....	14-26
14.4.2.1 Aguas Usadas en Riego	14-26
14.4.2.2 Suelos para Uso Agrícola	14-27
14.4.3 Análisis de Impactos Ambientales	14-30
14.4.3.1 Verificación de Interferencias del Proyecto con Zonas de Restricción Ambiental	14-30
14.4.3.2 Impactos Ambientales de las Acciones del Proyecto.....	14-30
14.5 Desarrollo Agroproductivo en Baquedano, Comuna Sierra Gorda.....	14-31
14.5.1 Descripción del Proyecto Propuesto.....	14-31
14.5.2 Estado Actual de los Factores Ambientales más Relevantes para el Proyecto.....	14-32
14.5.2.1 Aguas Servidas Tratadas Usadas en Riego.....	14-32
14.5.2.2 Suelos para Uso Agrícola	14-33
14.5.3 Impactos Ambientales de las Acciones del Proyecto	14-35
14.6 Análisis de Ingreso al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA).....	14-35

ÍNDICE (continuación)

	Pág.
15. ASPECTOS LEGALES SOBRE PROYECTOS DE RIEGO CON AGUAS SERVIDAS EN LA II REGIÓN.....	15-1
15.1 Derechos de Agua.....	15-1
15.1.1 Marco Legal de las Aguas Depuradas.....	15-1
15.2 Aspectos Relacionados con el Traspaso y Venta de Tierras Fiscales a los Productores Agrícolas.....	15-4
16. RESUMEN Y CONCLUSIONES.....	16-1
16.1 Antofagasta.....	16-1
16.2 Baquedano.....	16-7
16.3 Calama.....	16-9
16.4 San Pedro de Atacama.....	16-15

ÍNDICE ANEXOS

ANEXOS CAPÍTULO 4: ESTUDIOS BÁSICOS

ANEXO 4.2-1	ÁLBUM FOTOGRÁFICO ESTUDIO DE SUELO.....	1
ANEXO 4.2-2	DESCRIPCIÓN RESUMIDA DE UNIDADES SUELOS SAN PEDRO DE ATACAMA.....	15
ANEXO 4.5-1	CALIDAD DE AGUAS.....	23
	▪ Resultados de Análisis de Calidad de Aguas en la II Región	
	▪ Antecedentes de Calidad de Aguas Servidas Tratadas en Antofagasta Proporcionados por la Empresa BIWATER	
	▪ Otros Antecedentes de Calidad de Aguas de CODELCO	

ANEXOS CAPÍTULO 5: SITUACIÓN AGROPECUARIA

ANEXO 5.4-1	FORMATO ENCUESTA AGRÍCOLA.....	55
ANEXO 5.5-1	CUADROS ESTADÍSTICOS ESTUDIO DE MERCADO.....	83

ANEXOS CAPITULO 6: DIAGNÓSTICO ASPECTOS SOCIOECONÓMICOS Y CULTURALES

ANEXO 6-1	PAUTAS DE ENTREVISTAS SEMI-ESTRUCTURADAS.....	101
-----------	---	-----

ANEXOS CAPÍTULO 8: SUBPROYECTO DESARROLLO AGRÍCOLA EN ANTOFAGASTA

ANEXO 8.9-1	PROCEDIMIENTOS DE CONCESIONES DIRECTAS DEL MINISTERIO DE BIENES NACIONALES.....	111
ANEXO 8.10-1	ESTANDARES TÉCNICOS DE CULTIVO VALORADOS A PRECIOS FINANCIEROS.....	117
ANEXO 8.10-2	DEMANDA DE AGUA EN EL ÁREA DE ANTOFAGASTA.....	131
ANEXO 8.10-3	COSTO DE PUESTA EN RIEGO EN EL ÁREA DE ANTOFAGASTA.....	147
ANEXO 8.10-4	PRECIOS DEL AGUA TRATADA PARA USO AGRÍCOLA.....	155
ANEXO 8.11-1	MEMORIAS DE CÁLCULO.....	159
ANEXO 8.11-2	COTIZACIONES DE PARTIDAS.....	179
ANEXO 8.11-3	CUBICACIONES DE OBRAS RELEVANTES.....	213
ANEXO 8.11-4	LISTADO DETALLADO DE PRECIOS UNITARIOS.....	221
ANEXO 8.11-5	PRESUPUESTO DETALLADO DE OBRAS.....	231
	▪ Precios Sociales	
	▪ Precios Privados	

ÍNDICE ANEXOS (Continuación)

ANEXO 8.11-6	CÁLCULO DE MANO DE OBRA.....	245
	▪ Cálculo Detallado de la Mano de Obra	
	▪ Análisis Detallado de la Mano de Obra por Actividad de Obras Civiles	
ANEXOS CAPÍTULO 10: SUBPROYECTO DESARROLLO AGRÍCOLA EN CALAMA		
ANEXO 10.9-1	ESTÁNDARES TÉCNICOS DE CULTIVO VALORADOS A PRECIOS FINANCIEROS.....	257
ANEXO 10.9-2	DEMANDA DE AGUA EN EL ÁREA DE CALAMA.....	265
ANEXO 10.9-3	COSTO DE PUESTA EN RIEGO EN EL ÁREA DE CALAMA.....	277
ANEXO 10.9-4	PRECIOS DEL AGUA TRATADA PARA USO AGRÍCOLA.....	283
ANEXO 10.10.1	MEMORIAS DE CÁLCULOS.....	287
ANEXO 10.10-2	CUBICACIONES DE OBRAS.....	295
ANEXO 10.10-3	LISTADO DETALLADO DE PRECIOS UNITARIOS.....	301
ANEXO 10.10-3	PRESUPUESTO DETALLADO DE OBRAS.....	311
	▪ Precios Sociales	
	▪ Precios Privados	
ANEXO 10.10.5	CÁLCULO DE LA MANO DE OBRA.....	325
	▪ Cálculo Detallado de la Mano de Obra	
	▪ Análisis Detallado de la Mano de Obra por Actividades de Obras Civiles	
ANEXOS CAPÍTULO 12: PROGRAMA COMERCIALIZACIÓN DE BIENES CON DENOMINACIÓN DE ORIGEN		
ANEXO 12.2-1	LEY DE ALCOHOLES. TÍTULO V.....	339
ANEXO 12.2-2	MÉTODOS DE CÁLCULO PARA DETERMINACIÓN DE CONTENIDO REGIONAL.....	345
ANEXO 12.3-1	PRODUCTOS ARTESANALES GENERADOS EN PEDRO DE ATACAMA POR LA AGRUPACIÓN DE ARTESANOS LICANCABUR.....	351

ÍNDICE DE PLANOS

- 1 PLANO DE UBICACIÓN Y SUELOS DEL ÁREA DE ANTOFAGASTA
- 2 PLANO DE UBICACIÓN Y SUELOS DEL ÁREA DE CALAMA
- 3 PLANO BASE DE SUELOS EN EL ÁREA DE SAN PEDRO DE ATACAMA, LÁMINA 1 DE 2
- 4 PLANO BASE DE SUELOS EN EL ÁREA DE SAN PEDRO DE ATACAMA, LÁMINA 2 DE 2
- 5 PLANO DE CATEGORÍA DE SUELOS SAN PEDRO DE ATACAMA, LÁMINA 1 DE 2
- 6 PLANO DE CATEGORÍA DE SUELOS SAN PEDRO DE ATACAMA, LÁMINA 2 DE 2
- 7 ANTOFAGASTA – PLANO DE UBICACIÓN GENERAL DEL PROYECTO, LÁMINA OP-4 PLANO 1
- 8 ANTOFAGASTA – UBICACIÓN GENERAL PLANTA DE BOMBEO PROYECTADA EN RECINTO DE BIWATER, LÁMINA OP-2 PLANO 2
- 9 ANTOFAGASTA – PLANTA DE BOMBEO PROYECTADA EN RECINTO BIWATER Y PLANTA REELEVADORA N°1, LÁMINA OP-1 PLANO 3
- 10 ANTOFAGASTA – PLANTA REELEVADORA N°2 Y REELEVADORA N°3, LÁMINA OP-3 PLANO 4
- 11 ANTOFAGASTA – PREDISEÑO ESQUEMÁTICO DE ESTANQUES ACUMULADORES Y OBRAS ANEXAS, LÁMINA OP-5 PLANO 5
- 12 ANTOFAGASTA – PERFIL LONGITUDINAL TRAZADO TUBERÍA DE IMPULSIÓN DESDE LA PLANTA BIWATER HASTA EL KM 16,2 , LÁMINA LP-1 PLANO 6
- 13 ANTOFAGASTA – PERFILES TRANSVERSALES DEL TRAZADO DE LA TUBERÍA DE IMPULSIÓN DESDE LA PLANTA BIWATER HASTA EL KM 16,2 , LÁMINA TP-1 PLANO 7
- 14 CALAMA – PLANO DE UBICACIÓN GENERAL DE LAS OBRAS PROYECTADAS, LÁMINA OP-1, PLANO 1/3
- 15 CALAMA – PREDISEÑO ESQUEMÁTICO DEL ESTANQUE ACUMULADOR Y OBRAS ANEXAS, LÁMINA OP-2, PLANO 2/3
- 16 CALAMA – PLANTA ELEVADORA PARA EL RIEGO DEL ÁREA DE CALAMA, LÁMINA OP-3, PLANO 3/3

1. INTRODUCCION

El Gobierno Regional de la II Región de Antofagasta y la Comisión Nacional de Riego como entidad responsable de la planificación, generación y seguimiento de Programas de Desarrollo Agrícola en áreas regadas y de nuevo riego han establecido un acuerdo marco para realizar el estudio **“DIAGNÓSTICO Y PROPUESTA DE FOMENTO A LA AGRICULTURA REGADA EN LA II REGIÓN”**.

En este marco de referencia, este estudio ha considerado realizar una revisión de la situación actual de la actividad agrícola de la II Región, con el propósito de analizar y definir proyectos a nivel de factibilidad en esta zona del país. Para el desarrollo de lo anterior se ha tomado en cuenta la necesidad de modernizar la actividad agrícola de la Región, tomando especialmente en cuenta, la sustentabilidad de esa actividad en una zona de extrema aridez en la que se debe tener presente el correcto manejo y operación de los recursos básicos de tal modo de garantizar su permanencia en el tiempo.

En este contexto, los objetivos específicos de este estudio fueron diagnosticar la situación agrícola actual y proponer proyectos de desarrollo a nivel de factibilidad de las siguientes áreas de la II Región:

- Antofagasta

En esta zona se ha estudiado la factibilidad de regar un sector ubicado al norte de la ciudad con las aguas servidas tratadas en la planta de tratamiento de ESSAN, que está siendo operada por la empresa Biwater, como concesionaria. Estos terrenos son actualmente fiscales y serían traspasados a los futuros agricultores mediante la modalidad de concesión onerosa.

- Calama

Para la ciudad de Calama se ha estudiado la posibilidad de desarrollar un proyecto de riego que utilice los recursos provenientes de la futura planta de tratamiento que será construida por ESSAN mediante una concesión.

- San Pedro de Atacama

En este sector de la Región se ha realizado un diagnóstico y propuesta para el ordenamiento de los sistemas de riego prediales, con el objetivo de proponer las soluciones tendientes a adecuar la actividad agrícola a los requerimientos de una agricultura moderna pero que tome en cuenta las características étnicas de los habitantes de San Pedro de Atacama.

- Baquedano

La comuna de Sierra Gorda, en la Comuna de Baquedano cuenta con una pequeña planta de tratamiento de sus aguas servidas. En este caso, se entrega toda aquella información que pueda ser relevante para el éxito de la construcción y mantención del área verde que se riega con las aguas tratadas que tiene un caudal de 1 l/s.

En todos estos casos, se ha propuesto y analizado programas de desarrollo compatibles con las características y disponibilidad de los recursos hídricos existentes, para lo cual se hicieron los estudios de todos los recursos básicos correspondientes.

En estos programas de desarrollo se han incluido proyectos de obras y propuestas de acciones específicas destinadas al fortalecimiento de la actividad agrícola de la II Región, al apoyo a las organizaciones de regantes, actuales como futuros. Conjuntamente con lo anterior, se han analizado y estudiado todos los principales aspectos que puedan servir como base técnica para que las autoridades regionales y de la Comisión Nacional de Riego puedan definir los futuros programas de desarrollo de los recursos hídricos de la II Región.

2. RECOPIACIÓN Y ANÁLISIS DE ANTECEDENTES

2.1 DESARROLLO AGRÍCOLA

2.1.1 Estrategia Regional de Desarrollo Agroproductivo - II Región (documento tomado de transparencias)

La Secretaría Regional Ministerial de Agricultura, en 1996, propuso una estrategia de desarrollo agroproductivo para la Región de Antofagasta, sustentada en un diagnóstico sencillo que incluye las principales debilidades que presenta, tanto el sector productivo como el institucional y señala los avances logrados en ambos al cabo de algún tiempo que no se precisa.

En la primera parte, se dimensiona el sector agropecuario, señalando que alcanza a unas 3.500 hectáreas en las que se asientan alrededor de 1.200 familias, localizadas principalmente en oasis, vegas y bofedales de la parte intermedia y altiplánica. Los sectores con agricultura, ubicados en el litoral o en las partes más bajas de la Región, sólo representan un 3% de la superficie señalada e incluyen al 11% de las familias incorporadas. El resto de la superficie, salvo las vegas de Calama, está constituido por un sector poblacional tradicional que presenta características muy especiales, pues, en el altiplano, la población que desarrolla la ocupación está muy vinculada a grupos étnicos autóctonos, principalmente atacameños, entre los cuales, más que una actividad económica, la agricultura constituye una forma de vida.

En este sentido, es importante establecer una estrategia de desarrollo del sector, pues su implementación a través de programas y proyectos afectará una actividad de características económicas relativas¹ pero de substancial impacto étnico-social.

Ahora bien, no es tarea fácil establecer un Plan de Desarrollo para un sector que se desenvuelve en condiciones climáticas, edáficas y espaciales difíciles, eso sin insistir en las otras particularidades sociales y étnicas a las que se ha hecho mención, todo lo cual limita grandemente sus posibilidades de crecimiento.

Dentro del listado de debilidades productivas detectadas en el diagnóstico, la primera que se señala es la relacionada con la "**distribución, manejo y calidad del recurso hídrico**". Debe entenderse que hay elementos de fragilidad en la distribución y manejo del agua que podrían, eventualmente, corregirse; lo que no puede ocurrir, en términos económicos, es modificar la calidad del recurso.

Luego se incluyen dos situaciones críticas ligadas estrechamente a una problemática social y demográfica. Ellas son el "**creciente proceso migratorio**" y la "**escasa población**". Estas situaciones, que por cierto están presentes en muchas localidades suburbanas y rurales de diferentes regiones del país, son casi imposibles de revertir, salvo un esfuerzo global muy grande, que con seguridad demandaría considerables recursos económicos que promuevan el desarrollo local, generalmente de baja prioridad en la inversión y de dudosa rentabilidad.

¹ La agricultura, como actividad productiva, tiene una importancia muy relativa y una baja participación en el PIB Regional (0,1%) lo que significa, en los últimos años, un promedio de sólo \$ 461.000.000.

A continuación, el documento destaca una tercera particularidad, casi permanente, que es la "**escasa disponibilidad de suelos agrícolas**"², que determina el tamaño del sector y constituye una condición difícil de superar.

Sigue el listado señalando cuatro situaciones mencionadas cada una como una causante propia e independiente, en circunstancias que, abiertamente, existe un efecto concatenado entre ellas. Hay un claro "**déficit de asistencia técnica**", por lo tanto se produce un "**deficiente manejo ganadero**" (mencionado específicamente) y una "**débil comercialización de productos**", todo lo cual trae como resultado una "**baja rentabilidad económica**". Estas "debilidades" sí se pueden corregir, por cuanto es materia de disponibilidad de recursos humanos, capacitación, tecnología y organización, entre otros factores, y hacia ellos apuntan las propuestas del documento.

En cuanto a las debilidades institucionales hay dos que son de neta solución a nivel de Gobierno Regional y de Dirección Regional de las instituciones comprometidas. Son ellas "**Inexistencia de instrumentos de coordinación y articulación**" y "**Confusión en las ofertas de programas y acciones**". En estos aspectos es poco lo que se puede inducir desde "arriba" para lograr efectos positivos y resultados efectivos.

Los tercer y cuarto elementos que se consideran como debilidad institucional, están constituidos por la "**Escasa capacidad profesional en el sector**" y "**Débil disponibilidad de recursos económicos para contratar profesionales**". El primero de ellos, que lo interpretamos desde su vertiente cuantitativa, está afectado por el segundo y la solución al problema transita necesariamente por la vía del incremento presupuestario regional y de cada institución. No debería, a nuestro juicio, figurar en el listado de situaciones que expresan debilidad institucional, por cuanto su corrección definitiva escapa de los niveles locales.

Por último se indica que el "**Centralismo y escaso criterio en aplicar acciones en el sector rural**" constituye también una debilidad institucional que se hace necesario superar para poder alcanzar un cambio favorable en la situación.

De acuerdo con la información preparada por el SEREMI de Agricultura, se señala, sin especificar en qué plazo, que se han logrado algunos avances en los sectores comprometidos. Es así como se anota que el sector productivo ha incorporado nuevas tecnologías y nuevas alternativas productivas; ha fomentado nuevas asociaciones agrícolas y ha puesto en aplicación nuevos instrumentos de desarrollo productivo. Por su parte en el sector institucional se ha logrado una mayor coordinación entre los organismos públicos vinculados al sector y cohesión entre los equipos de trabajo contándose con un instrumento orientador acorde con los lineamientos regionales e iniciativas locales lo que contribuyó a lograr su reposicionamiento, demostrando capacidad para establecer alianzas estratégicas entre los sectores público y privado. En este sentido ha sido importante la creación de nuevas instancias para analizar y resolver problemas locales que afectan al sector productivo. Estos avances se resumen en el cuadro comparativo siguiente.

² En este sentido, aunque no está dicho, las características fisicoquímicas de los suelos, atentan en contra del crecimiento del sector.

CUADRO 2.1.1-1
DEBILIDADES Y AVANCES LOGRADOS POR SECTOR

DEBILIDADES	AVANCES
<p>1. Sector productivo</p> <ul style="list-style-type: none"> ◆ Distribución, manejo y calidad del recurso hídrico ◆ Creciente proceso migratorio ◆ Escasa población ◆ Déficit de asistencia técnica ◆ Débil comercialización de productos ◆ Baja rentabilidad económica ◆ Escasa disponibilidad de suelos agrícolas ◆ Deficiente manejo ganadero 	<p>1. Sector productivo</p> <ul style="list-style-type: none"> ◆ Riego tecnificado; Ley de Fomento al Riego N° 18.450 ◆ FNDR - Productivos – PROBOS Agrícolas- Capacitación - Servicio de Asesoría Local ◆ Fomento de nuevas organizaciones agrícolas ◆ <u>Incorporación de nuevas tecnologías:</u> Riego tecnificado – Construcción de invernaderos - Establecimiento de viveros forestales - Predios demostrativos. ◆ <u>Incorporación de nuevas alternativas productivas:</u> nuevos cultivos con mayor rentabilidad - nuevas especies ganaderas ◆ Aplicación del programa de recuperación de suelos degradados. ◆ PROFOS Agrícolas – Capacitación - Servicio de Asesoría Local – Introducción de ovejas Latxa, y nuevo ganado caprino.
<p>2. Sector Institucional</p> <ul style="list-style-type: none"> ◆ Inexistencia de instrumentos de coordinación y articulación ◆ Confusión en las ofertas de programas y acciones ◆ Escasa capacidad profesional en el sector ◆ Débil disponibilidad de recursos económicos para contratar profesionales ◆ Centralismo y escaso criterio en aplicar acciones en el sector rural 	<p>2. Sector Institucional</p> <ul style="list-style-type: none"> ◆ Instrumento orientador acorde con los lineamientos regionales e iniciativas locales ◆ Coordinación regional de los organismos públicos ligados al sector ◆ Cohesión entre los actuales equipos de trabajo ◆ Establecimiento de alianzas estratégicas en el sector público y privado ◆ Creación del Area de Desarrollo Indígena Atacama La Grande y el Comité de Sustentabilidad del Oasis de Calama ◆ Instrumento orientador acorde con los lineamientos regionales e iniciativas locales

2.1.2 Estrategia Regional de Desarrollo Agroproductivo - II Región (Tríptico de Divulgación)

Como se expresó al inicio de este punto, el SEREMI de Agricultura de la Segunda Región, elaboró un tríptico denominado "Estrategia Regional de Desarrollo Agroproductivo - Segunda Región" que establece como propuestas de acción:

- a) Mejorar la capacidad de acceso al mercado agropecuario de los pequeños productores, considerando sistemas asociativos con rubros de mayor rentabilidad e incorporando valor agregado.

- b) Mejorar la productividad y producción de los cultivos actuales y potenciales más rentables de los sectores agrícolas de la II Región, de acuerdo a las exigencias del mercado y criterios de sustentabilidad.
- c) Abastecer con insumos, maquinaria y servicios silvoagropecuarios prioritarios, eficientes y accesibles para todos los productores de la II Región.
- d) Mejorar, por parte de los productores, el manejo alimenticio reproductivo y sanitario del animal en las líneas ganaderas seleccionadas, conforme a exigencias de mercado, utilizando un manejo sostenible de las praderas.
- e) Mejorar la captación, almacenamiento, conducción y distribución y uso del agua de riego.
- f) Proteger las áreas naturales con presencia de nacientes de agua, las formaciones vegetales de interés, tales como tamarugales, vegas, bofedales y las áreas agrícolas y pecuarias.

De estas seis propuestas, dos (a y c) dicen relación con el proceso de comercialización, tanto para la venta como para adquisición de productos, insumos y bienes de producción. En este sentido, el rol del estado es más bien pasivo y asesor, y el éxito de muchas de las acciones dependerá de la capacidad que tengan los productores para organizarse eficientemente. Otras dos (b y d) son de neto corte tecnológico y están por lo tanto vinculadas al quehacer de los organismos de carácter técnico-asistencial-crediticio. Luego existe una propuesta (e) que está dirigida al regadío, desde la captación hasta el uso de este importante y limitado recurso. Y, finalmente, una propuesta (f) que engloba un concepto de protección de cuencas y de ecosistemas frágiles, incluidas las áreas de producción agrícola y pecuaria.

Ahora bien, en el contexto del Proyecto que está en proceso de concreción e implementación la mayor fuerza de la acción, por no decir la única, está relacionada, por varias vías, con la propuesta e), aunque obviamente existe una interrelación entre el conjunto de medidas que se propone y no es posible aislar totalmente unas de otras. No obstante lo señalado, el tratamiento que se dé a las cinco propuestas periféricas, con relación al proyecto, debe ser subsidiario respecto de la proposición central.

2.1.3 Plan de Acción para la Sustentabilidad del Oasis de Calama

Documento elaborado en marzo de 1999, por el Comité de Sustentabilidad del Oasis de Calama, una de las instancias creadas para analizar el origen de los problemas locales y buscar la solución acorde con los intereses de la comunidad afectada.

Este Comité de Sustentabilidad constituyó un Comité Ejecutivo y un Comité Comunitario. El primero está integrado por varias instituciones locales y regionales: Gobernación Provincial; SEREMI de Agricultura; Municipalidad de Calama; las direcciones regionales de CONAF, INDAP, Aguas, Obras Hidráulicas, Arquitectura, Dirección Provincial del SAG; CODELCO; CONAMA; ESSAN S.A. Calama; Programa Agrícola de CODELCO.

Participan además el SERPLAC; las SEREMI de Bienes Nacionales, de Minería y de Vivienda y Urbanismo; el SERNAGEOMIN; la Dirección Provincial de Educación y la Dirección Regional de Planeamiento del MOP.

El Comité ha elaborado un documento que toca algunos aspectos especiales del oasis y sitúa las premisas básicas de planificación, fijando los pasos del proceso de desarrollo para la planificación local. En este orden señala, después del análisis de los temas, los problemas prioritarios que es necesario abordar y que son: situación hídrica; uso del suelo; condiciones ambientales; aguas servidas; traslado de trabajadores de Chuquicamata a Calama; situación agrícola; y forestación.

Establece luego los objetivos generales y específicos de un Plan de Acción identificando las acciones que deben realizarse para alcanzarlos. Las principales acciones propuestas se funden en cuatro programas: 1) Ordenamiento territorial; 2) Ordenamiento hídrico; 3) Ordenamiento agrícola; y 4) Ordenamiento institucional. Una vez planteados estos programas, las acciones que constituyen cada uno de ellos se expresan en una especie de "marco lógico simple" que desagrega, por objetivo específico, las acciones, el programa a que corresponde y las instituciones responsables de su ejecución.

El documento que se ha descrito constituye, sin lugar a dudas, un buen aporte teórico a la solución de la problemática local ligada al futuro del oasis; sin embargo, además del Plan de Acción, no existe ninguna propuesta que considere una estrategia para lograr lo propuesto, no se establecen ni plazos ni metas para su materialización o para el inicio de las acciones que se describen, por lo que, salvo información muy reciente que apunte en sentido contrario y que se desconoce, su aporte real al estudio y solución de los problemas identificados es relativo.

A pesar de lo señalado, parece que la constitución del Comité es una buena iniciativa y constituye una instancia local válida para establecer un espacio de análisis y discusión de propuestas.

Llama la atención la prioridad establecida a un tema que, si bien es cierto está "rondando en el ambiente" desde hace algún tiempo, no se ha planteado con la claridad suficiente en otros ámbitos. Esto se refiere al traslado de los trabajadores desde Chuquicamata a Calama, emigración que afectará, positiva o negativamente, de manera importante la vida de la ciudad desde los puntos de vista social y económico, habitacional y educacional, de esparcimiento, y otros, y, por sobre todo, a la disponibilidad de recursos escasos como es el agua. Es importante el llamado de atención que hace el Comité en este sentido, ya que es un téngase presente para enfrentar una situación cuyos efectos no son menores³.

³ Información reciente de prensa (Diario El Mercurio de Santiago, 23.02.2000) se refiere a la decisión de Minera El Abra, en el sentido de proceder, a partir del 1 de enero del 2001, al traslado de sus trabajadores a Calama, terminando el sistema laboral actual de 7 días de trabajo en la mina por 7 días de descanso en su domicilio.

2.1.4 Proyecto Establecimiento de Actividades Agropecuarias en el Área Costera de Antofagasta

La Asociación Gremial de Pequeños Agricultores Sector La Chimba de Antofagasta, tiene interés por adquirir 670 há de terrenos fiscales ubicados al norte de la ciudad, próximos a la Empresa Nacional de Explosivos, frente al camino que conduce al balneario La Portada.

Para tal efecto, la asociación encargó la formulación de un proyecto de desarrollo agrícola a un equipo interdisciplinario de profesionales de la zona, en el que participó un Ingeniero Agrónomo M. Sc, un Ingeniero en Ejecución Agrícola, y un Ingeniero Comercial. La propuesta de desarrollo postula la plantación de 364 há de frutales (132 há de olivos, 132 há de palma datilera, y 100 há de maracuyá), la siembra de 175 há de hortalizas (espárragos y tomates), y 66 há de flores de corte (claveles). Además se contemplan terrenos para la construcción de un villorrio de 200 viviendas para trabajadores agrícolas, la instalación de dos estanques acumuladores de agua con capacidad de 20 mil metros cúbicos cada uno, la construcción de un sistema de distribución del agua de riego, el diseño y demarcación de 110 parcelas de 5,5 há cada una, la adquisición de maquinaria agrícola de uso comunitario, y la construcción de 715 m² de infraestructura para packing, bodegas, sala de venta, oficina, y otros.

El costo total del proyecto asciende a 14 millones de dólares norteamericanos, que a la fecha del estudio equivalían a 5.720 millones de pesos. Cabe señalar que dentro de la estructura de costos no se consideró la urbanización y construcción del villorrio propuesto, y el valor de adquisición de la tierra se cotizó en tan solo 1,5 millones de pesos la hectárea.

Los ingresos del proyecto se generan por la venta de productos agrícolas, los que al término del período de evaluación (año 20) ascienden a la suma de \$ 13.650 millones anuales, lo que arroja un ingreso promedio anual por hectárea cultivada es de 22,6 millones (US\$ 55.000). Al comparar estos niveles de venta con los costos de producción agrícola establecidos en el documento de proyecto, se desprende que la utilidad promedio por hectárea, antes de impuesto, alcanza a los 14,3 millones de pesos anuales.

El proyecto fue evaluado a 20 años plazo, período en el cual presenta una Tasa Interna de Retorno (TIR) del 28%, y un Valor Actual Neto (VAN) al 12% de \$ 13.745.246 millones, si todas las inversiones se implementan durante el primer año. En la eventualidad de que las inversiones se desfasen, y se ejecuten dentro de los primeros cuatro años, el proyecto arroja un VAN de \$ 13.609.737 millones de pesos.

De la lectura y análisis de los antecedentes consignados en el estudio antes resumido, cabe las siguientes cinco observaciones de carácter general:

- El precio de la tierra que se consideró en el estudio fue de \$ 1,5 millones la hectárea. De acuerdo a una tasación reciente efectuada por el Ministerio de Bienes Nacionales, su valor comercial actual es de \$ 45 millones la hectárea. El Ministerio está imposibilitado de enajenar terrenos fiscales a valores inferiores a los de tasación, salvo que para estos efectos se tramite una Ley en el Congreso Nacional. Este hecho reviste suma importancia

ya que afecta en forma significativa la rentabilidad del proyecto en su conjunto, y la conveniencia que él tiene para los pequeños agricultores (con 5,5 ha per capita) que eventualmente se instalen en los terrenos en cuestión.

- En nuestro país el cultivo de la palma datilera (*Phoenix dactilifera*) es relativamente reciente. Fue introducida en la I Región en 1970, por la Corporación de Fomento a la Producción, plantándose dos hectáreas con 240 ejemplares, los que después de 10 años entraron en producción. De acuerdo a información entregada por el VI Censo Nacional Agropecuario, al año 1997 la situación no ha experimentado mayores cambios. Sólo existen tres explotaciones agrícolas que cuentan con este tipo de plantación, todas ellas localizadas en el valle transversal de Pica, y en su conjunto reúnen una superficie de 39,5 ha de palma datilera. Cabe hacer notar que las características agroecológicas del valle de Pica son distintas a las que se presentan en el litoral de la comuna de Antofagasta. Por lo antes expuesto, se estima que no es prudente sustentar un desarrollo agrícola en el establecimiento y plantación de 132 ha de palma datilera, más aún, si se considera que ello se efectuará en terrenos nunca antes cultivados ni regados, y con agricultores que probablemente sean o se asemejen a los que trabajan en el sector de Las Chimbas.
- Situación similar a la descrita en el párrafo anterior ocurre con el caso del cultivo del maracuyá. En la propuesta se contempla la plantación de un tercio de la superficie con este frutal (100 ha), lo que resulta poco realista si se considera que, de acuerdo al VI Censo Nacional Agropecuario, en Chile se cultivan 5 ha distribuidas en seis explotaciones agrícolas de la I Región, y 0,3 ha en una explotación de la III Región, que al parecer sirve de investigación del grado de adaptación del vegetal a las condiciones agronómicas de la zona.
- La utilidad anual promedio por hectárea calculada en el proyecto es de \$ 14,4 millones (US\$ 35.000), con una utilidad máxima de \$ 23,8 millones por hectárea al año en palma datilera, y una mínima de \$ 2 millones por hectárea al año en el cultivo de maracuyá. Estos valores parecieran ser elevados si se comparan con las utilidades obtenidas por agricultores de vanguardia que se localizan en los mejores suelos del país, que tienen acceso a una amplia gama de servicios de infraestructura y procesos de post cosecha, que cuentan con importantes economías de escala, y que disponen de canales afiatados de comercialización, tanto nacionales como internacionales.
- Los actuales productores agrícolas de Las Chimbas son pequeños propietarios, que no cuentan con capital propio para efectuar grandes inversiones, y solventar los costos de operación que demandan las plantaciones en sus primeros años de desarrollo. Sería de interés analizar con mayor profundidad la factibilidad de que estos mismos agricultores, disponiendo de 5,5 ha cada uno, puedan realmente ejecutar las acciones propuestas, y lograr el financiamiento requerido para la adquisición de los terrenos y para la implementación de las plantaciones e inversiones contempladas.

2.2 TECNIFICACIÓN DEL RIEGO

2.2.1 Proyecto San Pedro de Atacama, del Programa de Validación y Transferencia de Tecnología de Riego y Sistemas Productivos en Áreas Regadas

El Departamento Agricultura del Desierto de la Universidad Arturo Prat de Iquique, está ejecutando un proyecto en la comuna de San Pedro de Atacama por un monto total de \$ 242,7 millones a cargo de la CNR. El período de ejecución es de 54 meses, contados a partir de mediados del año 1998, de tal manera que concluye a fines del año 2002.

El objetivo general es lograr el diseño, equipamiento, puesta en marcha y ejecución progresiva de un sistema de validación y transferencia tecnológica de riego y de sistemas productivos agrícolas. Ello implica alcanzar objetivos específicos que se agrupan en cuatro campos de acción: tecnológicos, sociales, económicos y promocionales.

Los objetivos tecnológicos se refieren a la validación de diferentes tecnologías de riego, identificación de normas de manejo apropiadas para la agricultura local y para los cultivos evaluados por el proyecto. Los objetivos sociales están dirigidos a contribuir al fortalecimiento de sistemas productivos locales, fortalecer la actividad de transferencia tecnológica y la enseñanza que se imparte en el Liceo Agrícola Likan Antai. Los objetivos económicos dicen relación con el mejoramiento en la eficiencia del uso de los recursos escasos, la identificación de cultivos y formas de manejo tendientes a incrementar la rentabilidad económica de las unidades de producción, y la determinación de posibles mercados para comercializar la producción local. Los objetivos de promoción pretenden sensibilizar a los agricultores respecto a incorporar nuevas tecnologías productivas, difundir los resultados del proyecto, y consolidar la participación de instituciones vinculadas al desarrollo productivo agrícola local.

Para lograr los objetivos específicos antes enunciados, se plantea desarrollar líneas de investigación dirigidas a determinar la eficacia de los sistemas de riego y de las formas de manejo de cultivos, además de evaluar la adaptación de especies frutales de hoja caduca, hortalizas, frutales menores y praderas. Para la selección de especies y variedades se tendrá presente, entre otros factores, la factibilidad de comercialización de los productos generados.

La metodología de trabajo consiste en establecer una Unidad de Validación (UVAL) en el Liceo Agrícola de San Pedro de Atacama, y Módulos Demostrativos (MODEM) en predios de agricultores de la zona. También se contemplan visitas técnicas, cursos cortos, asesorías de expertos nacionales en temas específicos, e interacción con otras instituciones afines.

En la etapa del diagnóstico general del área se determinó que la actividad agrícola es muy restringida y presenta una escasa incorporación de tecnología. Ello se explica al considerar los siguientes factores limitantes: falta de mano de obra calificada, escasez del recurso hídrico, mal uso de recursos productivos, falta de organización de los agricultores, falta de alternativas de producción, sistemas de comercialización deficientes, limitaciones por la aparición de la enfermedad llamada cólera, y limitaciones de mercado por el alto contenido de

arsénico que presentan las aguas de riego.

Es de interés profundizar algunos de los aspectos antes enunciados, tomando para ello los antecedentes proporcionados por la propia Universidad Arturo Prat, de tal manera de contar con un mayor número de antecedentes de análisis, y recalcar factores trascendentales para el desarrollo de la agricultura en la localidad.

- El mal uso productivo se refiere a que la mala calidad del agua, sumada, en algunos casos, a un uso deficiente de ella, ha contribuido a la salinización de algunos sectores, provocando la reducción de los niveles de producción alcanzados por unidad de superficie. El riego por inundación ha provocado dos tipos de problemas: un anegamiento de los sectores más bajos, impidiendo ello su aprovechamiento; y, la erosión de los sectores más altos, por la cantidad de agua con que se riega y por la velocidad con que ella se aplica.
- La falta de organización incide por cuanto dificulta una mejor posición negociadora de los agricultores al momento de efectuar la transacción de insumos y productos, además de imposibilitar la incorporación de nuevas tecnologías intensivas en uso de capital.
- El alto contenido de arsénico en las aguas de riego⁴, cercano a los límites permitidos, podría provocar en el futuro un rechazo de los productos de la zona por parte de los consumidores.

Después de un año de ejecución y, de acuerdo a lo señalado en el Tercer Informe de Proyecto, los resultados alcanzados hasta el momento no son todo lo exitosos que era de esperar. En la primera etapa enero-junio, en la Unidad de Validación, la mayoría de los cultivos que en ella se establecieron se secaron. La explicación de este fenómeno se podría deber a que los suelos seleccionados no habían sido trabajados por años, por lo que presentaban un alto contenido de sodio y salinidad, además de una baja capacidad de infiltración del agua de riego en el perfil.

Para enfrentar este problema se procedió a incorporar el equivalente a 24 ton/há de yeso agrícola, y 20 ton/há de guano animal. Hasta el momento no se cuenta con antecedentes que permitan conocer los efectos prácticos de estas enmiendas. Los resultados por tipo de cultivo en la UVAL, han sido los siguientes:

- Cultivos anuales: Ninguna de las hortalizas evaluadas en la primera etapa alcanzó rendimientos comerciales. En quínoa y maíz los resultados no fueron alentadores, en tanto que las cucurbitáceas fue la familia que mejor se comportó en las condiciones locales, destacándose las variedades de melón Dalika, Galis51 y Mark Dimon; y en zapallo, Zapallo Negro Chileno y Arauco. En la segunda etapa, con suelos mejorados, se sembró quínoa, melón, zapallo de guarda, zapallo italiano y maíz. No se dispone aún del análisis científico de los resultados obtenidos.
- Frutales menores: Las plantas de frutilla, arándano y frambuesa no soportaron las

⁴ Cabe agregar que este elemento químico también se encuentra en altas concentraciones en suelos y aire.

condiciones ambientales, especialmente la alta radiación solar, resultando una pérdida del 100% en el período enero-junio. Durante el segundo semestre se plantaron nuevamente arándanos, que en estos momentos se están evaluando.

- Praderas artificiales: En la primera siembra se logró un buen prendimiento de la alfalfa, aunque se resembró cuatro veces. El alto contenido de sales y limo en los suelos, unido al sistema de riego por aspersión empleado, provocaron el costramiento del suelo, que impidió la emergencia de la plántula. En el segundo semestre se volvió a sembrar, cambiando esta vez el tipo de aspersor. Los rendimientos logrados hasta el momento oscilan entre el equivalente de 4,3 a 8,0 ton de materia seca por hectárea, siendo la variedad Aquarius la de mejor comportamiento. También se ensayó con avena y cebada, lográndose rendimientos de 1,8 y 2,2 ton de materia seca por hectárea, muy por debajo de lo cosechado en alfalfa.
- Frutales de hoja caduca: Al mes de junio, cuando las plantas se encontraban en dormancia, los resultados eran alentadores. Las pérdidas de ejemplares oscilaron entre el 17% en manzanos, hasta el 0% en nectarines y duraznos. En el informe correspondiente al segundo semestre de 1999, los investigadores no llegan a conclusiones, ya que los árboles se encuentran en etapa de desarrollo.

Por otra parte, los invernaderos también han presentado problemas. La amplitud térmica que existe entre el día y la noche, que puede llegar a oscilar entre temperaturas inferiores a los -10°C en la noche, hasta temperaturas por sobre los 35°C en el día, han provocado graves problemas operativos, ya que si se diseña una infraestructura que soporte las bajas temperaturas de la noche, la temperatura interior en el día puede subir hasta los 40°C . En el caso contrario, si se construyen invernaderos con un buen sistema de regulación de altas temperaturas, puede llegar a ser poco eficiente, helándose las plantas en la noche por las bajas temperaturas. Si bien es cierto que existen tecnologías para abordar este problema, éstas son extremadamente caras si se consideran las características socioculturales de los agricultores de San Pedro y las potencialidades de rentabilidad existentes.

De acuerdo a lo expresado por los encargados del proyecto, el cultivo bajo plástico es impracticable en el sector, salvo que se desarrolle algún sistema de bajo costo que permita controlar eficientemente la temperatura al interior de los invernaderos.

De los Módulos Demostrativos que se han instalado en las propiedades de agricultores aún no se han podido extraer conclusiones, ya que se encuentran en la etapa de implementación, y se debe esperar la época de cosecha para poder evaluarlos.

De todo lo antes expuesto, se infiere que las acciones programadas por el proyecto que está ejecutando el Departamento Agricultura del Desierto de la Universidad Arturo Prat, son sumamente interesantes y valiosas. En algunos años más, se dispondrá de información y experiencia práctica aplicada en centros de investigación, y en las explotaciones de los propios agricultores. Entonces, se validarán o se desecharán sistemas de producción para una zona que presenta un sinnúmero de restricciones y limitantes para la actividad agrícola de riego.

Desafortunadamente, al momento de efectuarse la presente consultoría, no se dispone aún de resultados confiables que puedan ser considerados para proyectar el desarrollo agrícola de los terrenos regados en San Pedro de Atacama.

2.2.2 Estudio y Diseño de Sistemas de Riego Tecnificado Utilizando Aguas Crudas Recuperadas, en las Localidades de Baquedano y Sierra Gorda

Este estudio fue desarrollado en 1999, por el consultor señor Jorge Torres Salazar. El trabajo se subdivide en dos capítulos. En el primero se hace una descripción general de la zona estudiada, se propone y entrega un diseño de área verde para la localidad de Baquedano, se determina el calendario de riego, y se diseña ese sistema de riego a través del cual se aportará agua al área verde diseñada. En el segundo capítulo, se definen los términos de referencia del llamado a licitación para la ejecución del proyecto por parte de la empresa privada.

De acuerdo a lo expresado en el estudio, la planta de tratamiento de aguas servidas de Baquedano, tiene una capacidad de proceso de 1 lt/seg, lo que permite regar un máximo de 1,3 há de área verde, constituida por césped y arboledas. El destino de este pequeño parque es poner a disposición de los habitantes de Baquedano un lugar de recreación, y de un agradable lugar de reposo a los turistas que transitan por la ruta 5 Norte.

Es de interés informar que, de acuerdo a lo observado en visita a terreno efectuada en el mes de noviembre de 1999, el proyecto turístico y recreacional se encuentra en etapa de ejecución. Es así como se construyó un grupo de glorietas, o puestos de venta, se cavó e impermeabilizó un estanque reservorio de agua, y se efectuó el trazado para la plantación de árboles y arbustos. En forma paralela, aún se mantiene un pequeño sector donde se ha experimentado el comportamiento de distintas especies vegetales.

De lo expuesto se desprende que, en la localidad de Baquedano, el agua servida tratada disponible se encuentra ya destinada, por lo que no es factible contar con ella para desarrollar un componente agrícola adicional, menos aún considerando el tamaño máximo que puede llegar a tener la explotación y el número de personas que se beneficiarían de ella.

2.3 LIMITANTES A LA PRODUCCIÓN AGRÍCOLA Y AL CONSUMO HUMANO

2.3.1 Exposición al Arsénico de la Población Atacameña

Este trabajo corresponde a una presentación hecha por un grupo de académicos del Departamento de Ingeniería Civil de la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas de la Universidad de Chile⁵ en el II Simposio Internacional de Estudios Altiplánicos, del 19 al 21 de octubre de 1993, en Arica, Chile. Sus actas fueron publicadas por la Universidad de Chile, por la Vicerrectoría Académica y Estudiantil, Departamento de Postgrado y Postítulo, en 1997.

⁵ Profesores A.M. Sancha; F. Vega; S. Fuentes; H. Venturino; A.M. Barón; V. Moreno y A.M. Salazar.

El propósito del estudio fue:

- Cuantificar la presencia de arsénico en el agua por la población atacameña;
- Determinar los niveles de arsénico total y arsénico inorgánico en orina; y
- Detectar lesiones dérmicas atribuibles a la ingestión de arsénico.

Se tomó una población con características similares en cuanto a dieta, estilo de vida y características socio-demográficas y se determinó la concentración de arsénico en las fuentes de agua de la población; usándose este antecedente para clasificarla en tres grupos de acuerdo al nivel de arsénico del agua de consumo: elevado (300 - 800 $\mu\text{g/L}$), moderado (100 - 300 $\mu\text{g/L}$) y bajo (2 - 100 $\mu\text{g/L}$).

La concentración media de arsénico y metabolitos excretados por cada uno de los tres grupos fue de 427 $\mu\text{g/L}$; 192 $\mu\text{g/L}$, respectivamente. La prevalencia de lesiones cutáneas (hiperpigmentación) para cada uno de los tres grupos fue de 20,6%; 13,3%, y 6,3% respectivamente, observándose una clara relación exposición-respuesta entre concentración de arsénico en el agua de consumo y frecuencia de lesiones dérmicas.

La escasez de efectos observados en la salud de la población atacameña puede ser explicada por diferencias en la susceptibilidad a los efectos del arsénico debido a una mayor capacidad de detoxificación por metilación que puede estar afectada por factores genéticos, dietéticos o estilos de vida.

Este estudio, que tuvo una duración de tres años (1989 - 1991) abarcó a un total de 2.979 pobladores de las localidades de Ayquina, Camar, Caspana, Cupo, Chiu-Chiu, Lasana, Peine, Río Grande, San Pedro de Atacama, Socaire, Talabre, Toconao y Toconce.

En esta zona, el principal mecanismo de contaminación natural con arsénico, es el proceso de solubilización de los materiales geoquímicos de origen volcánico, de manera que el agua constituye el principal medio de transporte del tóxico, por lo tanto llega por esta vía al ser humano y a los alimentos que se producen en la zona.

Si bien la investigación descrita afecta a 13 localidades de las cuales sólo la mitad se ubica en una de las cuatro comunas comprendidas en el estudio contratado por el Gobierno Regional, el rasgo señalado y la condición que lo origina, es común en varias localidades no incluidas en el Proyecto, por lo que no hay una razón científica que permita señalar que el proceso de solubilización, su evolución, su transporte y sus efectos en la salud humana y en la producción de alimentos puedan ser distintos a los que se han establecido fehacientemente en el trabajo realizado por los investigadores de la Universidad de Chile.

Esta situación es importante de considerar dentro de la planificación del uso de los recursos en la Región, debiéndose aprovechar la experiencia obtenida y validarla en el futuro con otros grupos y otras localidades que, con seguridad, presentan condiciones similares y en las cuales pueden no darse las condiciones naturales, genéticas, dietéticas, o de estilo de vida que facilitan la detoxificación del arsénico y limitan sus manifestaciones externas.

2.3.2 Contaminación Industrial del Río Loa

Después de varios episodios recientes en los cuales se manifestaron claramente graves expresiones de contaminación en el río Loa, especialmente en el oasis de Quillagua y en el borde costero de la desembocadura del río en el Océano Pacífico, un estudio realizado recientemente por investigadores de la Universidad de Antofagasta⁶, demuestra la existencia de un proceso contaminación por desechos industriales del ecosistema industrial generado por las actividades minero-metalúrgicas en torno a Chuquicamata y Calama, entre los sectores de Angostura y La Cascada, incluido el río San Salvador, que constituye el área más afectada.

El estudio demuestra que la acumulación de desechos industriales de Chuquicamata está conformada por sulfuros, metales pesados y sustancias orgánicas, y que ella se estaría propagando sobre el resto del ecosistema natural. También son afectados embalses, tranques y lagunas existentes aguas abajo cuyos ecosistemas terminan por colapsar al experimentar eutrofización.

En el agua se comprobaron al menos cuatro mecanismos de contaminación basados en escurrimientos superficiales, escurrimientos subsuperficiales, la contaminación producida en las interfases agua-aire y suelo-aire.

Los desechos industriales constituyen fuentes fijas que ante la presencia de precipitaciones, provocan el escurrimiento de contaminantes, fenómeno que también afecta a los ríos y lagunas subterráneos.

Si bien es cierto que, hasta donde se ha podido establecer, esta contaminación se produce aguas abajo del río Loa después de su paso por Calama, principalmente por el vaciado de las aguas del río San Salvador, no es menos cierto que las muestras que comprobaron el origen de los contaminantes fueron tomadas en los salares Indio y Talabre, ubicados, a poca distancia, directamente al norte del río Loa aguas arriba de Calama, por lo que no puede excluirse una acción subsuperficial o incluso subterránea que afecte la calidad del agua de dicho río.

Esta situación debe ser materia de permanente preocupación y alerta por su incidencia en el desarrollo de los terrenos agrícolas que rodean a Calama, y su corrección definitiva debe, necesariamente, estar incluida en una propuesta de mejoramiento de la calidad del agua, tanto para riego como para bebida.

La inversión que se haga, que debe ser de cargo de la industria o actividad contaminante, evitará o reducirá los gastos que en el futuro, de no corregirse esta situación, deberán hacerse en salud curativa.

⁶ Estudio químico ambiental del ecosistema de la cuenca del río Loa; Prof. Domingo Román Silva.

2.3.3 Comportamiento de Algunos Cultivos Frente a la Presencia de Sales Minerales

Según información proporcionada por FAO (en publicación 24 y 29), y por el Centro de Informaciones de Recursos Naturales (en publicaciones 83, 84, 85 y 86), las especies vegetales presentan diversas reacciones frente a la presencia de sales en el agua y en el suelo. Experiencias desarrolladas han permitido agrupar los cultivos de acuerdo al grado de sensibilidad que ellos tienen a la presencia de sales. Para medir este efecto se utiliza como indicador la disminución que experimenta el cultivo en su rendimiento, y en función de ello se distinguen cuatro categorías: sensibles, moderadamente sensibles, moderadamente tolerantes y tolerantes.

Los cultivos sensibles presentan mermas de rendimiento frente a cualquier presencia de sales en el agua de riego, llegando a una disminución del 100% de su rendimiento potencial con una conductividad eléctrica de 5 ds/m. Algunas de las especies catalogadas como sensibles son frejol, cebolla y peral. Cabe señalar que para que un cultivo deje de ser rentable para el agricultor no necesariamente se debe llegar a rendimientos cero. Los niveles de salinidad en los cuales deja de ser rentable un determinado cultivo dependen de una serie de variables, dentro de las cuales se pueden citar las siguientes: rendimiento potencial que se puede lograr en la zona bajo las condiciones climáticas, edafológicas y tecnológicas imperantes; costos de producción del cultivo, directos e indirectos; época de cosecha; precios de mercado en la época de cosecha; canal de comercialización utilizado; costos de comercialización.

En el otro extremo se encuentran las especies tolerantes, que manifiestan reducciones de rendimiento aproximadamente con una conductividad en el sustrato saturado de 10 ds/m, o alrededor de 6,5 ds/m en el agua de riego. En este caso la reducción de rendimiento relativo del 100% se alcanza con niveles de conductividad mayores a 20 ds/m en el agua de riego. Las especies clasificadas por la literatura como tolerantes son espárrago, cebada, betarraga y palma datilera. Al igual que en el caso de los cultivos sensibles, existen también otras variables que determinan el momento en que dejan de ser rentables estos cultivos tolerantes.

El ordenamiento de algunas especies vegetales de acuerdo a su tolerancia relativa a las sales, es la siguiente:

Tolerantes:	Espárrago, cebada, betarraga, palma datilera
Moderadamente tolerantes	Acelga, alcachofa, pepino dulce, betarraga hortícola, zapallo, olivo, trigo, gramíneas, clavel, higuera, gladiolo
Moderadamente sensibles	Maíz, melón, ají, lechuga, tomate, pimentón, papa, haba, arveja, vid, alfalfa
Sensibles:	Frejol, cebolla, peral.

Los rendimientos de los cultivos afectados por salinidad van disminuyendo prácticamente en forma lineal a medida que se aumenta la salinidad en el agua de riego (CEa), y en el sustrato saturado del suelo (CEs).

La salinidad en el agua de riego y el método empleado para su aplicación también provoca daños a la parte aérea de la planta, especialmente en presencia de una alta concentración de cloruros. Los riegos vía aérea (aspersión, microaspersión y microjet) no son recomendados en estas situaciones.

Concentraciones de 5 a 10 me/l causan daños foliares en vid, ají, papa y tomate; de 10 a 20 me/l afecta a cebolla, maíz, pepino y alfalfa; en tanto que concentraciones mayores de 20 me/l provocan pérdidas en coliflor, algodón, betarraga azucarera y maravilla.

Por otro lado, los cationes de sodio y boro, y el anión de cloro son elementos químicos que pueden llegar a afectar en forma significativa los resultados agronómicos de algunos cultivos. Concentraciones de cloro mayores a los 10 me/l en la zona radicular, o 6,7 me/l en el agua de riego provocan daños en algunas variedades de vid, tales como Cardinal y Black Rose, en patrones Salt Creek 1613-3 y Dag Ridge.

Mayores antecedentes se disponen con relación a la tolerancia de los cultivos a la presencia de sodio. De acuerdo a la información proporcionada por FAO, los cultivos se agrupan de la siguiente manera:

Sensibles	Maíz y peral
Semi tolerantes	Cebolla, trigo, lechuga, tomate y haba
Tolerante	Alfalfa, betarraga

La tolerancia de los vegetales a la presencia de boro depende, en cierta medida, de las condiciones climáticas, calidad de los suelos, y variedad del cultivo. Los valores máximos tolerados, tanto en el suelo como en el agua de riego, sin que se presenten disminuciones en la producción, son los siguientes:

Extremadamente Sensibles (0,50 a 0,75 mg/l)	Peral, higuera, vid y cebolla
Sensibles (0,75 a 1,0 mg/l)	Ajo, trigo y haba
Moderadamente sensibles (1,0 a 2,0 mg/l)	Arveja, papa y pimentón
Moderadamente tolerantes: (2.0 a 4.0 mg/l)	Repollo, maíz, apio, alcachofa, zapallo, melón y lechuga
Tolerantes: (4.0 a 6.0 mg/l)	Alfalfa, betarraga y tomate
Muy tolerantes: (6.0 a 15.0 mg/l)	Espárrago

El arsénico es otro elemento químico que, por los efectos que en altas concentraciones produce en la salud humana, necesariamente debe de ser considerado al momento de proyectar el desarrollo agrícola de las áreas en estudio. La población de la II Región y los turistas nacionales e internacionales que la visitan, ingieren arsénico por tres vías: por el agua de bebida, por los alimentos que consumen de la zona, y por inhalación de polvos naturales u otros que no están debidamente cuantificados. La ingesta de arsénico se asocia a trastornos cardiovasculares y efectos diversos en la piel, incluyendo hiperqueratosis e hiperpigmentación y, en algunos casos, cáncer de piel. Recientemente la ingestión de arsénico se ha asociado también a cáncer de riñón, vejiga, hígado y pulmón⁷.

Según estudios desarrollados por la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas de la Universidad de Chile, y por la Universidad Católica del Norte, la presencia de arsénico en vegetales está relacionada al contenido que existe de este elemento en el agua de riego, en el suelo y al carácter reproductivo o vegetativo del material de la planta analizada. Las aguas de la Región presentan altos contenidos de arsénico. En mediciones efectuadas en algunas fuentes de agua de consumo para la población se encontraron concentraciones que oscilan entre menos de 1 µg/l, en la quebrada Tamentica, hasta 823 µg/l, en el río Toconce. De los resultados del estudio se infiere que la mayor parte de los cursos de agua de cierta importancia presentan altas concentraciones de arsénico inorgánico (As V y AS iii), muy por sobre la norma

Con el fin de conocer el nivel de concentración de arsénico en el suelo, la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas de la Universidad de Chile analizó seis localidades, una de las cuales (Huatacondo) sirvió como control. En San Pedro de Atacama se encontraron los mayores niveles de arsénico en los suelos, seguido por las localidades de Socaire y Toconao. No se tiene información para Calama y Antofagasta.

San Pedro Atacama, Conde Duque:	220.5 µg/g
San Pedro Atacama, Larache:	448.0 µg/g
Toconao:	93.0 µg/g
Socaire:	180.5 µg/g
Caspana:	86.0 µg/g
Huatacondo (Localidad de control):	64.0 µg/g

Como ya se ha mencionado con anterioridad, la presencia de arsénico en los vegetales está relacionada con el nivel en que se encuentra este elemento en las aguas de riego y en el suelo. Es de interés señalar que existen diferencias en los niveles de arsénico de una misma planta, dependiendo del lugar donde fue cultivada, si el análisis se efectuó en la parte interior o exterior del material vegetativo, y si se llevó a cabo antes o después de ser lavado.

2.3.4 Comportamiento de 42 Especies de Cultivo Desarrollados en Suelos Salinos con Alta Concentración de Boro

En 1989 y 1990, cerca de la ciudad de Calama, un grupo de profesionales de la Universidad de California, Estados Unidos, y del Instituto de Investigaciones Agropecuarias

⁷ Smith A. Et al, 1988. Cancer Risk from Arsene in Drinking Water. Environmental Health Perspectives, Vol. 97

llevó a cabo un experimento tendiente a verificar los efectos que tiene en el desarrollo y producción de 42 especies vegetales el hecho de regar con aguas salinas y con presencia de boro. La conductividad eléctrica de las aguas usadas en el estudio, procedentes del río Loa, fue de 8.2 dS/m y de 17 mg de boro por litro. El nivel de conductividad eléctrica antes especificado excede el umbral de salinidad de la mayoría de los cultivos, en tanto que el nivel de boro lo excede en todos los cultivos ensayados.

El desarrollo que presentaron las plantas y el rendimiento logrado en alcachofas, espárragos, habas, betarraga roja y azucarera, zanahoria, apio, una variedad local de maíz dulce, papas, tunas, cebollas, chalotas y espinaca, fueron más altos de lo esperado, de acuerdo a la información publicada basada en investigaciones realizadas en California, Estados Unidos.

De acuerdo a lo planteado por los investigadores, si los efectos separados de la salinidad y el boro fuesen aditivos, el crecimiento habría sido muy poco, o inexistente, en todos los cultivos ensayados. Es probable que ocurra una interacción, lo que incrementa los coeficientes de tolerancia individual al boro y a la salinidad cuando un cultivo es expuesto a ambas fuentes de tensión al mismo tiempo. El nivel de boro presente en la parte foliar de las plantas, puede reducirse debido a que altos niveles de salinidad en el suelo reducen la succión de agua por parte de la planta.

El clima más suave de Chile comparado con el de Riverside, California, donde se ha tomado mucha de la información sobre resistencia a las sales y al boro, podría explicar en parte la mejor respuesta observada en los cultivos frente a la presencia de salinidad y boro.

La productividad de las variedades locales de maíz dulce, sugiere que la mayor tolerancia de la planta a la salinidad se origina en un cambio varietal surgido como consecuencia de una selección de semillas practicada desde los tiempos en que comenzó la irrigación, antes del siglo XVI. *(Aunque no existe información científica comprobada, puede pensarse con cierta base que lo mismo podría ocurrir con otras especies cultivadas en la región v.g. alfalfa y hortalizas nativas)*

La respuesta en el desarrollo vegetativo de las plantas ante la presencia de sales y boro se manifestó transcurridos tres meses del cultivo, en un rango que va desde no apreciarse daños visibles en las plantas que sobrevivieron, hasta la pérdida total del cultivo. Este rango incluye, pérdidas por la no emergencia de la plántula y por muerte de plantas emergidas. Además del porcentaje de emergencia y sobrevivencia de plántulas emergidas, otras manifestaciones incluyen: la reducción en el tamaño de la planta, un menor número de cotiledones y hojas, distintos grados de necrosis en la lámina foliar.

La salinidad en la zona radicular afecta de manera importante los rendimientos. Es así como niveles de 12 dS/m significan una declinación de las cosechas esperadas de 16% en espárragos, 70% para betarragas y alcachofa, 80% para espinaca y 100% (sin producción) para cebolla.

Con relación al boro, no hay información publicada de datos con concentraciones sobre 25 mg/l en el extracto de suelo saturado. La existente señala que no hay diferencia en el

peso de materia seca de la planta completa de betarragas (ambas) en concentraciones de 25 mg/ y 1 mg/l. En el caso de las alcachofas, en concentraciones de 25 mg/l el peso se reduce un 7%. En caso de la cebolla, estudios extranjeros indican que con concentraciones de 47 mg/ la cosecha se reduce en 72%, en tanto que la tuna no se afecta a niveles de 12 mg/l o menores pero tiene una declinación del 25% en la producción cuando este umbral pasa de 15 mg/l. Aunque el apio es considerado "tolerante", con niveles iguales o superiores a 47 mg/l se produce una pérdida del 100%.

En las trece especies que, de acuerdo a los resultados de la investigación efectuada en la localidad de Calama, se clasifican como de mayor tolerancia, el porcentaje de emergencia osciló entre un 30% y 100%, correspondiendo este último valor al cultivo de tuna y chalota, ambos establecidos mediante trasplante de plántulas. De las plantas emergidas, la proporción de sobrevivencia presentó valores de entre 100% (*Beta vulgaris*, Cicla) y 10% (*Daucus carota*), con un promedio de sobrevivencia del 67%. El 38% de las trece especies catalogadas como tolerantes presentó niveles de sobrevivencia inferior al 50%, vale decir, se perdió más de la mitad del cultivo emergido. Si se consideran los dos criterios de medición de resultados antes señalados en forma conjunta, se desprende que los cultivo que presentaron una menor proporción de pérdida de plantas fueron: tuna (5%), betarraga (10 y 30%), chalota (10%), cebolla (15%), espárrago (19%) y alcachofa (19%), papa (44%) y haba (72%).

Las características del crecimiento vegetativo y la cosecha lograda en el mes de abril y mayo de 1990, para las especies de mejor comportamiento fueron las siguientes:

- Tunas: no se presentaron problemas en el establecimiento del material trasplantado. En junio las plantas tenían 45 cm de alto, un promedio de 3 brotes por planta, cada uno de 10 cm de largo, 6 cm de ancho y 1 cm de espesor.
- Betarraga: producción de 85.000 kg/ha, con un tamaño entre 2,5 a 15 cm.
- Chalota: solo cinco plantas sobrevivieron y crecieron a una altura promedio superior a 16 cm, aproximadamente con seis tallos por planta y dos hojas por tallo. No se formaron bulbos.
- Cebolla: el crecimiento fue lento, los bulbos que se formaron presentaron un diámetro promedio de 2 cm, y un peso de 16 gr.
- Espárrago: las variedades UC157 F1 y UC157 F2 produjeron flores y semillas, pero las plantas no tuvieron tiempo para desarrollarse y medir niveles de cosecha.
- Alcachofa: casi todos los brotes iniciales murieron. Sin embargo, a los 75 días rebrotó el 20% de las plantas trasplantadas.
- Papas: el rinde de tubérculos con diámetro superior a 3 cm fue de 2.500 kg/ha
- Haba: la altura promedio de la planta y el numero de hojas por planta fue de 25 cm y 15 unidades respectivamente. Algunas plantas produjeron vainas.

Las características del crecimiento vegetativo y la cosecha lograda en el mes de abril y mayo de 1990, para las restantes especies consideradas dentro del grupo de mayor tolerancia fueron las siguientes:

- Zanahoria: la cosecha de zanahorias de más de 5 cm de largo fue de 1.100 kg/ha para la variedad Chantenay, y 200 kg/ha para Nantesa.
- Apio: el 30% de las plantas emergidas completó su desarrollo, alcanzaron 15 cm de altura y un peso de 52 gr, un diámetro y peso de la planta base de 2,5 cm y 16 gr, respectivamente
- Gladiolo: 43 de 260 plantas sobrevivieron y formaron tallos florales, pero solamente cuatro produjeron pequeñas flores.
- Espinaca: el crecimiento de la planta fue lento, finalmente alcanzaron como promedio 19 hojas por planta. Las hojas se encontraban necróticas y tenían 15 cm de largo.

2.3.5 Diagnóstico del Uso y Evaluación de los Recursos Suelo, Clima y Agua en Comunidades Étnicas de la Provincia de El Loa. Informe Final; Volumen 1⁸

El documento del que se dispuso para su análisis sólo contiene el punto 3.9 de su índice, iniciándose en el subpunto 3.9.1 y concluyendo en el 3.9.4, por lo que gran parte del informe no está contenido en el comentario. No obstante lo anterior, los aspectos relativos a la presencia de arsénico, tanto en el suelo como en el agua y en los vegetales, están bien cubiertos.

El ensayo comenzó en febrero de 1993 considerándose los cultivos más representativos de cada localidad de la zona bajo estudio, en un período de desarrollo vegetativo cercano a la cosecha, tomándose muestras del suelo adyacente a las raíces. Además se realizaron tres determinaciones de arsénico en agua de riego de cada localidad incluida en el trabajo.

CUADRO 2.3.5-1
GRUPOS DE PLANTAS ANALIZADAS PARA ARSÉNICO
(según parte que se usa en el consumo)

Grupo N° 1 "de follaje"	Grupo N° 2 "de grano"	Grupo N° 3 "de bulbo o raíz"
Alfalfa-aceituna-zanahoria-maíz	Maíz - choclo - haba	Zanahoria - betarraga - ajo

Las localidades que fueron incorporadas son: Calama, Cupo, Toconce, Turi, Chiu-Chiu, Lasana, Ayquina y Caspana.

Las muestras se dividieron arbitrariamente en tres partes, estableciéndose niveles de arsénico "alto", "medio" y "bajo" del suelo.-

⁸ Fundación Chile; Departamento Agroindustrial, Santiago, Abril de 1993. Trabajo realizado para Corporación Nacional del Cobre; División Chuquicamata

Para comparar los resultados obtenidos con el comportamiento de las mismas especies en otras condiciones se tomó muestras en la comuna de Calera de Tango (RM).

Con el fin de establecer el marco de referencia, es preciso señalar que la norma chilena establecida por el Reglamento Sanitario de los Alimentos (Ministerio de Salud, Chile, 1982) indica un límite máximo para los alimentos sólidos y líquidos de **1,000 y 0,120 ppm de arsénico**, respectivamente.

En el caso de las muestras de follaje de los cultivos sometidos a análisis, en todos los casos, salvo uno, se supera el límite establecido, con extremos de 5,067 ppm en follaje de zanahoria y de 1,037 ppm en follaje de maíz; todos expresados en ppm base peso seco. La excepción está dada por el follaje de maíz, en muestra tomada en suelo de alto contenido de arsénico, que alcanza a 0,840 ppm.

La situación que se presenta en el grupo de vegetales "de grano", nos indica que en ningún caso los resultados expresados en ppm base peso seco, superan la norma chilena, encontrándose los valores extremos en habas provenientes de suelos con "alto" y "bajo" contenido de arsénico con 0,323 y 0,137 ppm respectivamente.

Por último, para el caso de las plantas en que se tomaron sus bulbos o raíces para muestrearlas, los promedios obtenidos indican que los valores que exceden la norma se dan en betarraga con 1,700 ppm y 1,410 ppm para las muestras obtenidas en suelos con "medio" y "bajo" contenido de arsénico, respectivamente.

La cantidad de arsénico que absorben las plantas depende de los niveles de sal disponibles en el suelo, por lo que, por lo general, la mayor acumulación de arsénico en las plantas proviene de suelos con más altas concentraciones; sin embargo esto no es siempre así, lo que estaría confirmando que los vegetales tienen distinta "habilidad" para absorber y acumular el arsénico, la que varía, incluso dentro de la misma especie, en los diferentes cultivares y ecotipos.

La información obtenida se puede resumir en los siguientes cuadros:

CUADRO 2.3.5-2
CONTENIDO DE ARSÉNICO (ppm) EN FOLLAJE, CON RELACIÓN AL ARSÉNICO
DISPONIBLE EN LA SOLUCIÓN SUELO

ESPECIE		CONTENIDO DE ARSÉNICO		
		ALTO	MEDIO	BAJO
Alfalfa	Suelo	7,200	3,000	0,900
	Follaje	1,900	1,700	1,300
Acelga	Suelo	4,000	2,100	1,400
	Follaje	2,800	2,800	2,800
Zanahoria	Suelo	2,400	1,720	1,030
	Follaje	5,060	4,220	2,700
Maíz	Suelo	8,580	3,100	1,510
	Follaje	10,010	14,410	9,580
Promedio Suelo		5,545	2,480	1,860
Promedio Follaje		4,942	5,782	4,095

Promedio global Suelo	3,295
Promedio global Follaje	4,840

Si se toma el promedio anterior se aprecia que hay una importante acumulación en la parte aérea de las plantas ya que las 3,3 ppm presentes en el suelo se relacionan con las 4,8 ppm del follaje.

CUADRO 2.3.5-3
CONTENIDO DE ARSÉNICO (ppm) EN SEMILLAS INMADURAS, CON RELACIÓN AL ARSÉNICO DISPONIBLE EN LA SOLUCIÓN SUELO

ESPECIE		CONTENIDO DE ARSÉNICO		
		ALTO	MEDIO	BAJO
Haba	Suelo	5,130	1,820	1,110
	Grano	0,320	0,250	0,130
Maíz	Suelo	8,580	3,100	1,510
	Grano	0,140	0,190	0,160
Promedio Suelo		6,856	2,460	1,310
Promedio Granos		0,230	0,220	0,145

Promedio global Suelo	3,541
Promedio global Granos	0,198

Una conclusión que se presenta es que el arsénico no alcanza a movilizarse de las hojas a los granos, lo que resulta tranquilizante desde el punto de vista humano. Otro aspecto importante es que, aunque el suelo sea arsenical las especies estudiadas traslocan sólo pequeñas cantidades de arsénico a los frutos y semillas. El promedio de las 3,5 ppm encontradas en el suelo se encuentra sólo 0,2 ppm en los granos.

CUADRO 2.3.5-4
CONTENIDO DE ARSÉNICO (ppm) EN ÓRGANOS DE RESERVA, CON RELACIÓN AL ARSÉNICO DISPONIBLE EN LA SOLUCIÓN SUELO

ESPECIE		CONTENIDO DE ARSÉNICO		
		ALTO	MEDIO	BAJO
Ajos	Suelo	6,050	1,400	0,780
	Bulbillos	0,790	0,460	0,160
Betarraga	Suelo	5,350	2,900	1,950
	Raíz	1,000	1,700	1,400
Zanahoria	Suelo	2,400	1,720	1,030
	Raíz	0,840	1,100	1,030
Promedio Suelo		4,600	2,006	1,253
Promedio Bulbo/Raíz		0,870	1,086	0,863

Promedio global Suelo	2,619
Promedio global Bulbo/Raíz	0,939

En el caso anterior, de las 2,6 ppm presentes en la solución suelo, sólo 0,9 ppm están presentes en las partes de las plantas estudiadas.

Los autores señalan que, si bien las conclusiones constituyen indicadores, ellos son preliminares.

En resumen, si se comparan los cultivos de acuerdo a la parte del vegetal que se utiliza, se tendría la siguiente secuencia de susceptibilidad decreciente de contaminación: cultivos de follaje, cultivos de bulbos y de raíces, y cultivos de semilla tierna.

En el mismo trabajo, con muestras provenientes de choclos de Calama, se realizó el análisis de otros elementos potencialmente dañinos para la salud humana: cobre, cadmio, plomo y mercurio.⁹

Los resultados señalan que, de acuerdo con la normativa chilena para los tres primeros y la alemana para el mercurio, no existirían problemas de alta concentración de ellos en los cultivos de la zona:

CUADRO 2.3.5-5
CONTENIDO DE OTROS ELEMENTOS DAÑINOS PARA LA SALUD HUMANA

ELEMENTO	NIVEL PROMEDIO ANALIZADO (ppm)	NIVEL PERMITIDO
Cobre	0,74	10,00
Cadmio	< 0,05	0,05
Plomo	< 0,05	2,00
Mercurio	< 0,05	0,50

2.4 EFFECTOS DEL RIEGO EN EL EMPLEO

Los estudios resumidos referentes al efecto del riego en el empleo, fueron desarrollados por la OIT (Oficina Internacional del Trabajo) dentro del marco de diversos planes dirigidos a América Latina; algunos de ellos forman parte de una amplia serie de "Investigaciones Sobre Empleo".

Entre los tópicos de interés para el presente estudio, se encuentran los relacionados con métodos de cuantificación del empleo total generado, tanto el directo como el indirecto; la localización del empleo; los costos de generación de empleo; ejemplos de proyectos específicos realizados y sus resultados; coeficientes técnicos de uso de mano de obra en cultivos regados; creación de empleos directos e indirectos por hectárea de cultivos regados; conclusiones respecto al efecto del riego en la creación de empleos; creación de empleos en el corto plazo; políticas sobre la redistribución espacial de la población; entre otros.

En el estudio denominado "EL EFECTO EMPLEO DE LA INVERSIÓN PÚBLICA", Investigaciones sobre Empleo N° 23, Oficina Internacional del Trabajo (OIT), PREALC, 1984, se aborda el tema de la cuantificación del empleo total generado, tanto del empleo directo como el indirecto. Sin proponer un método específico o fórmula de cálculo,

⁹ También se hizo análisis de litio de las mismas muestras; pero no se detectó este elemento.

analiza más que nada el empleo indirecto generado en términos del efecto empleo de la producción de insumos, de las inversiones inducidas y del incremento de consumo.

También se hace un análisis interesante de proyectos específicos realizados en diferentes países, en los cuales se ha evaluado el efecto empleo. Presenta algunas consideraciones teórico-metodológicas en proyectos de electrificación, caminos, recursos naturales, puertos y aeropuertos, construcción de viviendas, escuelas y hospitales, desarrollo rural y riego y, proyectos de propósitos múltiples.

De los dos últimos tipos de proyectos citados, se pueden extraer conclusiones que serían de utilidad al analizar esta temática en el presente estudio, a saber:

- Desde el punto de vista del empleo, las políticas seguidas en materia de desarrollo rural integrado se aplican simultáneamente con esquemas de colonización y/o medidas que procuran cambiar los patrones tradicionales de explotación extensiva. Esto favorece una mayor absorción poblacional, lo que obviamente contribuye a disminuir la gravedad del subempleo e informalidad urbana. Es importante su consecuencia sobre la distribución del ingreso en las áreas rurales y esto también repercute positivamente en los niveles de productividad de la mano de obra ocupada en el sector agrícola.
- Aun así, no debe exagerarse la ventaja relativa de la agricultura en la generación de empleo. La mayor proporción de la nueva inversión probablemente incorpore una tecnología diferente, posiblemente ahorradora de tierra y, quizás, de trabajo. Además, es probable que esté presente una situación de subempleo, incluso de gran intensidad.
- Para realizar cálculos al respecto, idealmente sería necesario contar con descripciones específicas sobre el tipo de explotaciones agrícolas que se pretende promover. *A base de coeficientes técnicos se puede determinar subsecuentemente la demanda de mano de obra.* Este volumen de demanda se debe comparar luego con la ocupación existente en la región, corregida ésta por el nivel de subempleo que se estima existe en la zona analizada. La diferencia entre la demanda de mano de obra y la ocupación efectiva brindaría el número de nuevos puestos de trabajo creados.
- Existen otros tres aspectos de importancia: en primer lugar, el efecto empleo es a menudo indirecto; por ejemplo, los trabajos relacionados con el riego son sin duda importantes debido a que abren nuevas tierras para el cultivo o permiten un cultivo más intensivo. En segundo lugar, los proyectos agrícolas generalmente permiten un rango amplio de opciones tecnológicas. En este aspecto debe tenerse presente que, a menudo, suele estar implícito un sesgo en favor de tecnologías intensivas en maquinaria. Por último, los proyectos de la naturaleza aquí discutida suelen tener efectos colaterales sobre los flujos migratorios o sea, habrán regiones que entregarán mano de obra (de esta manera puede ponderarse positiva o negativamente el impacto ocupacional del proyecto).
- El empleo generado se dará, o porque se eleva el rendimiento de los cultivos, o porque permite aprovechar una tierra anteriormente baldía e improductiva. De todas maneras, es claro que el efecto principal del riego es ahorrar tierra o elevar su rendimiento. Es decir,

el riego es una tecnología que puede ahorrar capital y es por eso que tiene efectos tan buenos para el empleo (siempre que sea rentable, pues de no serlo “costaría” más capital “ahorrar” este capital).

- Los proyectos de riego se consideran entre los que generan más mano de obra, pues ahorran capital o mejoran su productividad (tierras).
- La magnitud del efecto del empleo depende del tipo de cultivo que promueve y su intensidad de mano de obra, del número de cosechas que permite, del aumento en el rendimiento de la tierra, y de la importancia de la cosecha en los requerimientos laborales totales.
- Advertencias:
 - i) el empleo no aumentará en estricta proporción al aumento en producción (aunque el ingreso sí lo haga), pues algunas faenas agrícolas no variarán con riego (por ejemplo, siembra y preparación de suelos);
 - ii) a veces regar requiere para su pleno aprovechamiento una cosecha rápida, con lo cual regar incentiva la mecanización y el efecto positivo sobre el empleo se anula. Si bien, esta posibilidad debe tomarse en cuenta al analizar cada proyecto, cabe señalar que no siempre es necesario mecanizar; que pueden ser separables estas dos decisiones (regar y mecanizar) y, por lo tanto, deben ser analizadas así en forma separada.

Muchas de estas conclusiones concuerdan con las indicadas en el estudio **“PROYECTO IMPACTO SOCIAL DE LA IRRIGACIÓN”**, Informe Final, OIT-PNUD-PRONI, Maffei, E., mayo, 1990 Brasil, el cual se enmarcaba dentro del “Programa Nacional de Irrigación” (PRONI).

En los estudios socio-económicos y de empleo agrícola llevados a cabo por el Proyecto permitieron obtener un conocimiento sistemático sobre el efecto del uso del riego en la mano de obra en los principales polos de agricultura regada, teniéndose en consideración los cultivos, la tecnología y los sistemas de riego. Para alcanzar este objetivo, se obtuvieron *coeficientes técnicos de mano de obra por cultivo* a través de investigaciones de campo, que permitieron cuantificar la generación del empleo en la agricultura regada.

Otras conclusiones interesantes del estudio anterior son las siguientes:

- El riego aumenta significativamente el empleo directo en la agricultura a cualquier nivel tecnológico, teniendo, por lo tanto, en términos de empleo, un comportamiento diferente de otros tipos de innovaciones tecnológicas. El incremento en el empleo agrícola será mayor mientras más intensivos en trabajo sean los cultivos regados.
- El riego disminuye sensiblemente la estacionalidad del empleo, una vez que permite aumentar el número de cosechas, extendiendo, por lo tanto, las actividades agrícolas durante todo el año.

- La expansión del riego aumenta también los empleos indirectos que son más importantes que los directos en regiones de agricultura más moderna, es decir, de mayor productividad del trabajo (lo opuesto ocurre en regiones de agricultura más atrasada).
- Consecuente con las conclusiones mencionadas anteriormente, se ha verificado que el riego ha generado procesos de urbanización acelerados, beneficiando o dando origen a ciudades de tamaño pequeño o mediano, redireccionando, por lo tanto, las migraciones que, en general, están direccionadas a las ciudades de gran tamaño, con consecuencias sociales perversas.
- Todo lo anterior demuestra la necesidad de no sólo recomendar una política agraria que estimule el riego con énfasis en regiones definidas con consideraciones socio-económicas, sino que también la necesidad de evaluar y medir permanentemente los impactos socio-económicos de esta actividad, que además de ayudar a resolver problemas de índole alimenticio, puede ayudar a resolver en muchas regiones y sub-regiones del país el efecto negativo del éxodo campo-metrópoli, mediante la incorporación al proceso de modernización agrícola este elemento que es el riego, que hasta el momento ha demostrado ser el instrumento más eficaz en la creación de empleos productivos en la agricultura y de fijación y estabilización de la mano de obra agrícola.

2.5 CONCESIONES ONEROSAS

Una de las posibles alternativas para que el Ministerio de Bienes Nacionales permita el desarrollo del riego en los terrenos localizados al norte de la ciudad de Antofagasta, y que actualmente pertenecen a ese ministerio, es a través de un mecanismo legal denominado concesiones onerosas.

En marco legal de este instrumento, esta regulado en el Proyecto de Ley que se identifica a continuación:

Identificación de la Norma:	LEY 19.606
Fecha de Publicación:	14 de abril de 1999
Fecha de Promulgación:	30 de marzo de 1999
Organismo:	Ministerio del Interior, Subsecretaría del Interior.

Esta ley establece incentivos para el desarrollo económico de las Regiones de Aysén y Magallanes, y de la Provincia de Palena. A pesar que la ley define la zona austral como beneficiaria del proyecto, esto sería también aplicable a las regiones del norte del país.

Dentro de este contexto, se incluye a continuación todo lo relacionado con las concesiones onerosas que indica la ley.

CAPITULO II

De la concesión onerosa de inmuebles fiscales

Artículo 10 Introdúcense las siguientes modificaciones en el decreto ley N°1.939, de 1977:

1. En el artículo 6°, inciso tercero, suprímese la letra “y” que media entre la coma (,) que la antecede y la preposición, “en” y agrégase después de la coma (,) que sigue a la frase “del General Carlos Ibáñez del Campo” lo siguiente: “y en la XII Región de Magallanes y Antártica Chilena”.
2. Agréganse, al final del artículo 56, los siguientes incisos, nuevos:
“Todos los gastos que provengan de reparaciones, conservación, ejecución de obras y pagos de servicios tales como agua potable, alcantarillado, electricidad, teléfono, gas, contribuciones y otros a que estén afectos los bienes destinados serán de cargo exclusivo de los destinatarios.

Los bienes destinados deberán ser empleados exclusivamente en el objeto para el cual se solicitaron. Si por cualquier motivo dejaren de utilizarse en dicho objeto, deberán ser puestos de inmediato a disposición del ministerio de Bienes Nacionales para su debida administración. El Ministerio fiscalizará el empleo debido que se dé a estos bienes, pudiendo poner término a la destinación cada vez que las circunstancias así lo aconsejen”.

3. Reemplázanse los artículos 57 al 63, por los siguientes:

Artículo 57 Conforme a las disposiciones de este párrafo, el Ministerio podrá otorgar concesiones sobre bienes fiscales, con un fin preestablecido y en las condiciones que para cada caso se determine a personas jurídicas, o de nacionalidad chilena.

En ningún caso el Ministerio podrá adjudicar en concesión bienes cuya administración esté entregada a la competencia de otro Ministerio, servicio público, municipio o empresa pública u otro organismo integrante de la administración del Estado.

Artículo 58 Las concesiones podrán adjudicarse a través de licitación pública o privada, nacional o internacional, o directamente, en casos debidamente fundados.

En este último caso, el procedimiento administrativo respectivo se podrá iniciar con la solicitud de concesión que cualquier persona, natural o jurídica, chilena o extranjera, efectúe al Ministerio.

Dicha solicitud deberá indicar, a lo menos, la actividad específica que se propone desarrollar en el bien que se solicita, el plazo, las obras que se ejecutarán en él y el derecho o renta que se ofrece.

La solicitud será resuelta fundadamente por el Ministerio, en el plazo máximo de

tres meses, contado desde su presentación. El Ministerio deberá oír al Gobierno Regional que corresponda, quien, deberá emitir su opinión, dentro, del plazo de 30 días, transcurrido el cual, se tendrá por evacuado dicho trámite. El Ministerio, además, considerará para resolver, entre otros factores, el mérito del proyecto, el tipo de bien solicitado, las obras que se ejecutarán en él, la participación de los habitantes locales, si procediere, la renta ofrecida y el plazo de duración que se propone para la concesión.

El Ministerio podrá solicitar al proponente las modificaciones a su proyecto que considere pertinentes. Si la solicitud fuere acogida, el Ministerio procederá a adjudicar la concesión directamente al proponente.

Artículo 59 La adjudicación de la concesión se resolverá por decreto supremo del Ministerio de Bienes Nacionales, el que deberá publicarse en el Diario Oficial dentro de los 30 días siguientes a su dictación.

A contar de la fecha de publicación del decreto, el adjudicatario quedará obligado, cuando corresponda, en el plazo y con los requisitos que se indiquen en el respectivo decreto, a constituir una sociedad de nacionalidad chilena, con quien se celebrará el respectivo, contrato de concesión.

Para que la adjudicación de la concesión se entienda perfeccionada, el adjudicatario, dentro, del plazo de 30 días contado desde la publicación en el Diario Oficial, deberá suscribir con el Ministerio el correspondiente contrato de concesión, el cual deberá constar en escritura pública.

La escritura pública deberá inscribirse en el Registro de Hipotecas y Gravámenes del Conservador de Bienes Raíces del lugar en que se hallare ubicado el inmueble, como también anotarse al margen de la inscripción de dominio del respectivo predio. Copia de la escritura deberá entregarse para su archivo en el Ministerio.

El incumplimiento de las obligaciones indicadas en los incisos anteriores, será declarado por el Ministerio mediante decreto y permitirá que deje sin efecto la adjudicación respectiva.

Artículo 60 La adjudicación de 1.a concesión no liberará al concesionario de la obligación de obtener todos los permisos o autorizaciones que, conforme a la legislación vigente, sean necesarios para el desarrollo del proyecto.

Cuando las leyes o reglamentos exijan como requisito ser propietario del terreno en que recae la concesión, los concesionarios podrán solicitar los permisos, la aprobación de los planes de manejo y la asistencia técnica y crediticia que se requieran, para construir o realizar en el bien concesionado las inversiones necesarias para el cumplimiento del proyecto aprobado.

Artículo 61 Las concesiones se otorgarán a título oneroso.

La Comisión Especial de Enajenaciones a que se refiere el artículo 85 de esta ley, previa tasación del inmueble, propondrá al Ministro el derecho o renta que deberá pagar el concesionario y su forma de pago, sólo en casos calificados y por decreto fundado, se podrá fijar una renta inferior a la propuesta por la referida Comisión.

Cuando se trate de concesiones otorgadas mediante licitación, para efectos de la elaboración de las bases correspondientes, la Comisión de Enajenaciones propondrá la renta mínima que deberá pagar el concesionario.

El destino de los derechos o rentas por concesiones de inmuebles fiscales será el mismo que la ley establezca para el producto de su venta.

Sólo en casos excepcionales y por razones fundadas, se podrán otorgar concesiones a título gratuito en favor de las municipalidades organismos estatales que tengan patrimonio distinto del Fisco o en que el Estado tenga aportes de capital, participación o representación, y personas jurídicas de derecho público o privado, siempre que estas últimas no persigan fines de lucro. En este caso, no les serán aplicables los artículos 62 A y 62 B, y esta concesión podrá extinguirse por la sola voluntad del Ministerio de Bienes Nacionales cuando, a su juicio, existan fundadas razones para ello.

Artículo 62 La concesión durará el plazo convenido o aquel que se establezca en las bases de licitación, los que no podrán exceder de 50 años.

Artículo 62 A El concesionario podrá transferir la concesión. La transferencia voluntaria o forzada de la concesión deberá ser total, comprendiendo todos los derechos y obligaciones que emanen del contrato de concesión y sólo podrá hacerse a una persona jurídica de nacionalidad chilena. El adquirente de la concesión deberá cumplir todos los requisitos y condiciones exigidos al primer concesionario. El Ministerio deberá autorizar la transferencia, para lo cual se limitará a certificar el cumplimiento de todos los requisitos anteriores por parte del adquirente, dentro de los 45 días siguientes a la recepción de la solicitud respectiva. Transcurrido este plazo sin que el Ministerio se pronuncie, la transferencia se entenderá autorizada.

Cualquier acto en contravención a lo dispuesto en el inciso anterior, será nulo.

Artículo 62 B Establécese una prenda especial, que no requerirá de autorización previa del Ministerio, sobre el derecho de concesión que para el concesionario emane del contrato o sobre los flujos futuros de la concesión, con el objeto de garantizar cualquier obligación que se derive directa o indirectamente de la ejecución del proyecto o de la concesión.

Esta prenda deberá constituirse por escritura pública, inscribirse en el Registro de Prenda Industrial del Conservador de Bienes Raíces del lugar en que se halla ubicado el inmueble, anotarse al margen de la inscripción exigida por el artículo 59 de esta ley y notificarse al Ministerio por intermedio de un Notario.

A la prenda le serán aplicables los artículos 25 inciso primero, 29, 30, 31, 32, 33, 36, 37, 38, 40, 42, 43, 44, 46, 48, 49 y 50 de la ley N° 5.687, sobre Prenda Industrial, en todo lo que no se contravenga con las disposiciones de este párrafo.

Artículo 62 C La concesión se extinguirá por las siguientes causales:

- 1.-Cumplimiento del plazo;
- 2.-Mutuo acuerdo entre el Ministerio y el concesionario. El Ministerio sólo podrá concurrir al acuerdo si los acreedores que tengan constituida a su favor la prenda establecida en el artículo 62 B consintieron en alzarla o aceptaren previamente, y por escrito, dicha extinción anticipada;
- 3.-Incumplimiento grave de las obligaciones del concesionario;
- 4.-Ocurrencia de algún hecho o circunstancia que haga imposible usar o gozar del bien para el objeto de la concesión, y
- 5.-Las demás causales que se estipulen en las bases de licitación.

La declaración de incumplimiento grave de las obligaciones del concesionario deberá solicitarse por el Ministerio al Tribunal Arbitral establecido en el artículo 63, fundándose en algunas de las causales establecidas en el respectivo contrato de concesión o en las respectivas bases de licitación.

Declarado el incumplimiento grave de las obligaciones del concesionario por el Tribunal Arbitral, se extingue el derecho del primitivo concesionario para explotar la concesión y el Ministerio procederá a designar un interventor, que sólo tendrá las facultades necesarias para velar por el cumplimiento del contrato de concesión, siéndole aplicables las normas del artículo 200, números 1 al 5 de la ley N° 18.175, sobre Quiebras. Este interventor responderá de culpa leve.

El Ministerio deberá proceder, además, a licitar públicamente y en el plazo de 180 días corridos, contado desde la declaración, el contrato de concesión por el plazo que le reste. Las bases de la licitación deberán establecer los requisitos que habrá de cumplir el nuevo concesionario. Al asumir el nuevo concesionario, cesará en sus funciones el interventor que se haya designado en virtud de lo dispuesto en el inciso anterior.

La declaración de incumplimiento grave de las obligaciones del concesionario hará exigibles los créditos que se encuentren garantizados con la prenda establecida en el artículo 62 B de esta ley. Ellos se harán efectivos en el producto de la licitación con preferencia a cualquier otro crédito, siendo el remanente, si lo hubiere, de propiedad del primitivo concesionario.

A falta de estipulación en contrario, todo lo edificado plantado por el concesionario en el inmueble fiscal y todas las mejoras que le hubiere efectuado, pasarán a dominio fiscal, sin indemnización alguna, una vez extinguida la concesión.

En caso de quiebra del concesionario, el Síndico deberá proceder a subastar la concesión dentro del más breve plazo posible. Para estos efectos, las bases de la subasta de la concesión deberán respetar los términos, beneficios condiciones del contrato de concesión primitivo. El Ministerio nombrará un representante para que, actuando coordinadamente con el Síndico y la Junta de Acreedores, vele por el cumplimiento de esta disposición.

Artículo 62 D El Fisco no responderá de los daños, de cualquier naturaleza, que con motivo de la ejecución de la obra o de la explotación de la misma, se ocasionaren a terceros después de haber sido celebrado el contrato de concesión, los que serán de cargo del concesionario.

Todos los gastos que provengan de reparaciones, conservación, ejecución de obras y pagos de servicios, tales como agua potable, alcantarillado, electricidad, teléfono, gas y otros a que estén afectos los bienes entregados en concesión, serán de cargo exclusivo del concesionario.

Artículo 63 Las controversias o reclamaciones que se produzcan con motivo de la interpretación o aplicación del contrato de concesión o a que dé lugar su ejecución, serán resueltas por un Tribunal Arbitral que estará Integrado por un representante designado por el Ministro, un representante designado por el concesionario y un representante nombrado de común acuerdo entre las partes, quien lo presidirá. A falta de acuerdo, el Presidente del tribunal será designado por el Presidente de la Corte de Apelaciones de Santiago.

Los integrantes del Tribunal deberán ser designados al inicio de la respectiva concesión, sin perjuicio de que puedan ser reemplazados cuando sea procedente, por quien o quienes los hayan designado. Dicho Tribunal Arbitral actuará siempre en calidad de árbitro arbitrador, de acuerdo a las normas establecidas en los artículos 636 y siguientes del Código de Procedimiento Civil, y sus integrantes deben tener título profesional universitario y los requisitos establecidos en el artículo 225 del código orgánico de Tribunales para tales árbitros.

Los acreedores que hayan constituido a su favor la prenda establecida en el artículo 62 B de esta ley, serán admitidos en los procedimientos a que diere lugar el funcionamiento de este Tribunal, siempre que tuvieren interés y en calidad de terceros independientes.

Solicitada la intervención del Tribunal, éste buscará la conciliación entre las partes. Si ésta no se produce en el plazo de 30 días, las partes podrán solicitar que se inicie el procedimiento correspondiente, disponiendo, en este caso, dicho órgano de un plazo de 30 días para fallar, contado desde la fecha de la solicitud. El fallo del Tribunal será apelable, conforme a las normas generales, ante la Corte de Apelaciones de Santiago.

DESCRIPCIÓN GENERAL DEL ÁREA DE ESTUDIO A NIVEL REGIONAL

3.1 LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN

El área en estudio se encuentra localizada en la Región de Antofagasta, II Región del país, cuya capital administrativa es la ciudad de Antofagasta, que se localiza a 1.377 km al norte de la capital Santiago.

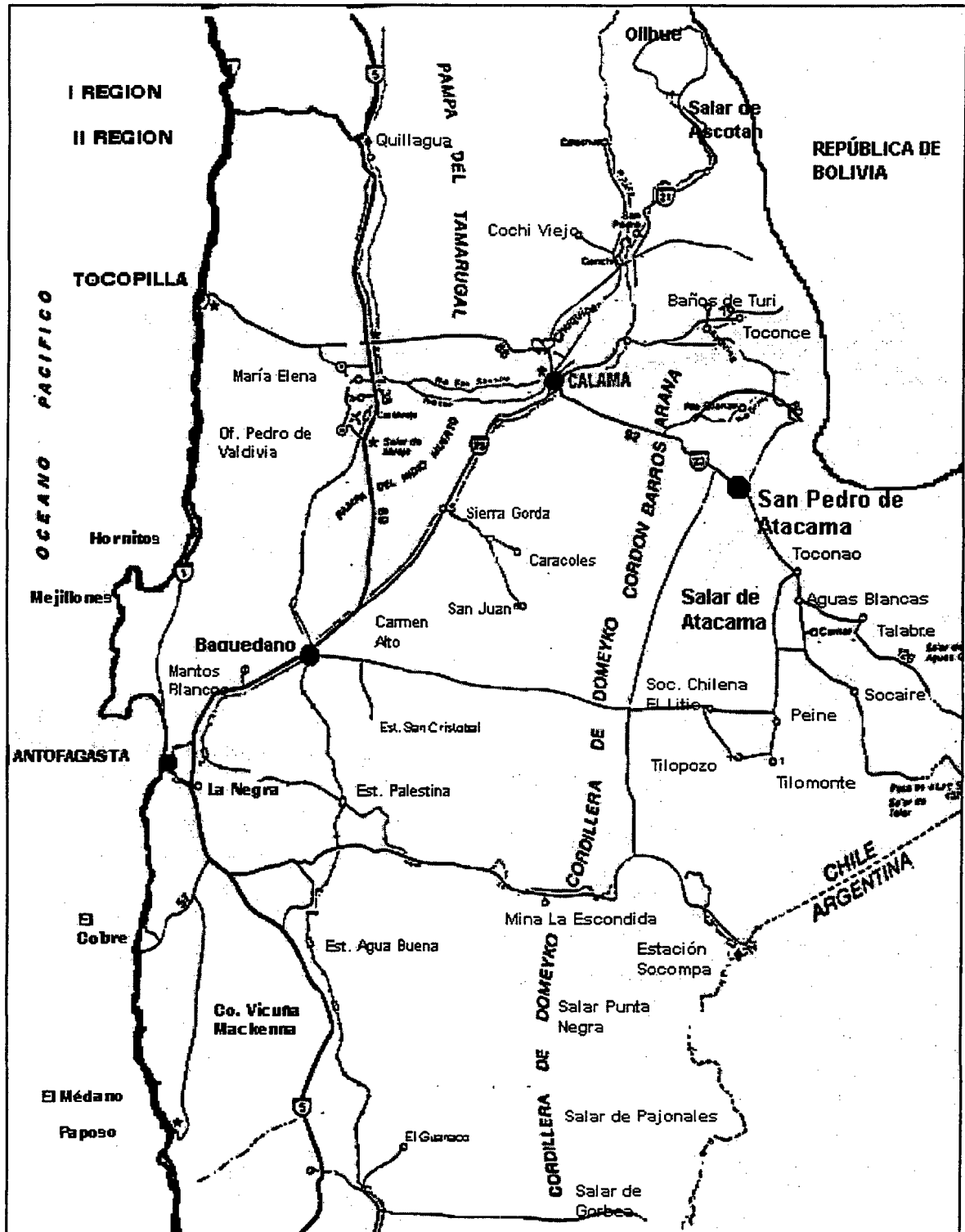
La Región limita al norte con la Región de Tarapacá, al sur con la Región de Atacama, al oeste con el océano Pacífico, y al este con la República de Bolivia y con la República de Argentina. Geográficamente la Región se encuentra en el cuadrante conformado por los paralelos 21°50' y 26°00' de latitud sur, y los meridianos 67°00' hasta los 70°60' longitud oeste. (Figura 3.1-1).

La Región de Antofagasta está conformada por tres provincias y nueve comunas: Tocopilla y María Elena, en la provincia de Tocopilla; Calama, Ollague y San Pedro de Atacama, en la provincia del Loa; Antofagasta, Mejillones, Sierra Gorda y Taltal, en la provincia de Antofagasta.

Para acceder a la zona por vía terrestre se debe transitar por la Ruta 5 Norte, y desde ahí acceder a la red de caminos primarios y secundarios que llegan a las distintas ciudades, pueblos y aldeas existentes en la Región. También se puede acceder a través de líneas aéreas comerciales nacionales que aterrizan en los aeropuertos de Calama y Antofagasta. El transporte marítimo de pasajeros es prácticamente inexistente, limitándose este al traslado de carga en barcos de bandera chilena, o de otros países.

Es necesario señalar, que si bien es cierto el área del estudio corresponde a la II Región, en los Términos de Referencia se solicita efectuar estudios específicos en los alrededores de los centros poblados de Antofagasta, Baquedano, Calama y San Pedro de Atacama. Por tal motivo, en el diagnóstico que se presenta a continuación se desagrega la información a nivel de las comunas involucradas, vale decir: Antofagasta, Sierra Gorda, Calama y San Pedro de Atacama.

FIGURA 3.1-1
UBICACIÓN ÁREA DE ESTUDIO



3.2 SUPERFICIE Y PAISAJE

La superficie total de la Región es de 126.443,9 km². Representa un 17% de la superficie nacional continental, y un 6% de la superficie nacional, incluyendo el territorio antártico. Es la segunda región más extensa del país, después de Magallanes y la Antártica Chilena.

El paisaje de la zona se encuentra íntimamente ligado a los aspectos físicos que la identifican, y especialmente a las condiciones climáticas e hidrológicas imperantes. El clima dominante es el de tipo desértico, que se dispone en franjas longitudinales y que se suceden de oeste a este. Estas franjas se caracterizan por presentar una gran homogeneidad térmica en la costa, y una fuerte oscilación en el interior, complementada esta última con una marcada sequedad atmosférica.

La sequedad atmosférica, la amplitud térmica, la carencia absoluta de precipitaciones, junto con la existencia de un único curso de agua de escurrimiento superficial que posibilita el riego de algunos sectores, constituido por el río Loa y sus afluentes, determinan que en la mayor parte del territorio regional este constituido por terrenos de rulo, en los que se desarrolla una vegetación de tipo xerófila, herbácea y suculenta, representada por cachuyuyo, jarilla, brea, pingo pingo, chicha, huañil, grama salada, pata de guano, doquilla, tola y llareta.

La intervención del paisaje por parte del hombre se limita a sectores aledaños a los cursos de agua interiores y algunos oasis, a centros de extracción de minerales, y a sectores costeros donde se desarrolla la actividad pesquera y de embarque de minerales. Las principales localidades pobladas se encuentran alrededor de los puertos marítimos y de los centros mineros. Las de mayor importancia, en cuanto a la población que en ellas reside y a la actividad económica que se desarrolla son: Antofagasta (30 m.s.n.m.), Calama (2.250 m.s.n.m.), Tocopilla (50 m.s.n.m.), Chuquicamata (2.850 m.s.n.m.), y Taltal (115 m.s.n.m.).

3.3 ECONOMÍA Y ACTIVIDADES PRODUCTIVAS

De acuerdo a cifras históricas entregadas por el Banco Central de Chile, la Región de Antofagasta aporta aproximadamente el 5,7% del Producto Interno Bruto del país, y se ubica en el cuarto lugar en cuanto al aporte que hace al ingreso nacional, después de la regiones Metropolitana, VIII y V.

Las actividades económicas de mayor relevancia en la economía regional son la minería extractiva, que aporta alrededor del 60% del Producto Interno Bruto Regional (PIB), la industria manufacturera, principalmente de cobre y pesca, que participa con aproximadamente el 7%, y el transporte (principalmente cobre y pesca) y comunicaciones, con el 6,5% del PIB. La agricultura de la Región no reviste mayor importancia en la economía local, y menos aún en la nacional. Esto queda de manifiesto al considerar que esta actividad sólo aporta alrededor el 0,12 % del PIB regional, y absorber tan solo al 1% de la población económicamente activa de la *región*.

De las cuatro comunas involucradas en los subproyectos que conforman este estudio, Antofagasta y Calama son las que revisten mayor importancia. Antofagasta, cabecera regional y principal puerto marítimo, cuenta con 228 mil habitantes (56%), y es el lugar donde se concentran las actividades administrativas y de servicios. Calama se constituye en el principal centro minero de la Región y del país, reúne el 30% de la población regional, y en ella se genera parte importante del Producto Interno Bruto de la Región. En contraposición se encuentran las comunas de Sierra Gorda y San Pedro de Atacama, donde la concentración de población y el nivel de actividad económica que se desarrolla en ellas es significativamente inferior a las antes enunciadas.

3.4 ORGANIZACIÓN POLÍTICA ADMINISTRATIVA

De acuerdo a la legislación vigente, el país se encuentra dividido en 13 regiones, 51 provincias y 336 comunas. El sistema de Gobierno y Administración Regional y Provincial se estructura con sendas autoridades unipersonales designadas por el Ejecutivo: el Intendente y el Gobernador.

El gobierno interior de la región corresponde al Intendente, en su calidad de representante del Presidente de la República. La administración de la región corresponde al Gobierno Regional, compuesto por el Intendente, como órgano ejecutivo, y al Consejo Regional, como órgano resolutorio, nominativo y fiscalizador de aquél.

Las funciones de administración son apoyadas por las Secretarías Regionales Ministeriales, órganos descentralizados de los Ministerios de Gobierno, y subordinados, a nivel regional, al Intendente.

A su vez, en la Región se encuentran presentes los principales organismos públicos, tales como Servicio Nacional de Salud, Instituto Nacional de Estadísticas, Registro Electoral, Instituto de Desarrollo Agropecuario, Servicio Agrícola y Ganadero, Corporación de Fomento a la Producción, Servicio Nacional de Turismo, entre otros.

A nivel provincial el Gobierno recae en el Gobernador, que se encuentra subordinado al Intendente de la Región. Su administración también compete a aquél, como órgano descentralizado del Intendente. En este nivel, existe como instancia de representación consultiva, el Consejo Económico y Social Provincial, que es presidido por el Gobernador.

La administración comunal recae en la Municipalidad, compuesta por un Alcalde como autoridad superior, y el Consejo, presidido por el Alcalde, como órgano resolutorio, normativo y fiscalizador, todos cargos que son de elección popular cada cuatro años. En la Comuna existe además el Consejo Económico y Social, de carácter consultivo, que es representativo de las organizaciones sociales presentes en la comuna, y también otras unidades, tales como la Secretaría Comunal de Planificación y Coordinación.

3.5 CARACTERÍSTICAS FÍSICO ESPACIALES

3.5.1 Relieve

Al igual que en el resto del país, se distinguen cuatro áreas bien definidas: planicies del litoral, cordillera de la Costa, depresión intermedia, y cordillera de los Andes.

Las planicies de litoral son de escaso desarrollo, estrechas y limitadas por un farellón costero, alto y macizo, que va perdiendo altura de Norte a Sur. La Cordillera de la Costa se presenta alta, con elevaciones que superan los 1.000 m.s.n.m, encontrándose en la Sierra Vicuña Mackenna las mayores alturas del país (cerro Vicuña Mackenna de 3.000 m. de altura). Este cordón se extiende por unos 60 a 70 km hacia el Este, hasta alcanzar la Depresión Intermedia

La depresión intermedia se encuentra bien definida, y corresponde a un plano inclinado que asciende gradualmente hacia el Este, limitado por otro cordón montañoso, la Cordillera de Domeyko. En este plano inclinado se asienta el desierto de Atacama, que se caracteriza por ser el más árido del mundo. La Depresión Intermedia es un área endorreica, en la cual los flojos hídricos ocasionales no tienen salida al mar, exceptuando el río Loa, que corre por la parte norte de la región.

Siguiendo hacia el Este se encuentra la Cordillera de los Andes, que en esta área alcanza su ancho máximo, se presenta alta y maciza, coronada por volcanes que superan los 6.000 m.s.n.m, En el sector oriental de la misma se localiza el Altiplano Chileno, con características de una meseta en altura.

3.5.2 Hidrología

En la Región de Antofagasta existe solo una hoya hidrográfica, constituida por el río Loa, y sus afluentes, el río Salado y el río San Pedro. El río Loa nace en la alta cordillera de los Andes, recorre aproximadamente 440 km hasta desembocar en el mar. Antes de pasar por el desierto, el río permite el desarrollo de agricultura, la que se concentra principalmente en el sector de Calama. En su paso por el desierto el río pierde parte importante de sus aguas, por infiltración y por evaporación, no obstante ellas son de gran importancia para el riego de algunos oasis, y para el uso urbano e industrial.

3.5.3 Geología y Geomorfología

El accidente geológico de mayor interés en la II Región es la Depresión Intermedia, que continúa una formación que se inicia en la I Región (Pampa del Tamarugal). Esta Depresión se originó por una gigantesca falla en la Edad Pliocénica, entre la Cordillera de la Costa y el Valle Longitudinal. Esta falla provocó el hundimiento de una extensa zona, la cual comenzó a ser rellenada paulatinamente por sedimentos provenientes de las áreas cordilleranas,

de composición fundamentalmente riolítica. Como resultado se generó un plano inclinado de unos 100 – 150 Km en dirección Este.

Numerosas son también las fallas transversales, que no es del caso exponer aquí. Cabe destacar solamente fallas como la que abarca el área comprendida entre Socaire y Toconao, por la alta intensidad que ella alcanza.

Otro fenómeno importante es el gran Valle Longitudinal, en que se encuentran las salitreras. Estas surgen coetáneamente con las dislocaciones que elevaron la Puna de Atacama (sector del Altiplano) a su altura actual de 4000 m., formándose en su falda el gran plano inclinado que desciende hacia la depresión del Salar de Atacama, y termina en la Cordillera de Domeyko.

Durante el Mioceno se produjeron en la región de la actual Puna de Atacama, enormes erupciones de lavas riolíticas, que inundaron las partes bajas del terreno. Este evento alcanzó por el norte hasta el río Loa. El material riolítico subyace, a diferentes profundidades, prácticamente en todo el área de la Depresión Intermedia, la que se fue rellenando con sedimentos. La nula salida de las aguas hacia el oeste, y la limitación en profundidad por las riolitas, fue generando los actuales salares.

El bloque solevantado de la Puna coincide con una fuerte actividad volcánica hasta el día de hoy. Este volcanismo activo genera la formación de geyseres (el más conocido es El Tatío), de gran interés, ya que el movimiento de aguas calientes, asociados al fenómeno, solubiliza elementos salinos de interés agrícola (arsénico, litio y numerosas sales). Por otra parte, las lentes riolíticas terciarias generan gran prolificidad de aguas subterráneas a presión (pozos surgentes), de diferente composición salina.

El área de la Cordillera de la Costa se compone de sedimentos queratofiricos y porfiritas del geosinclinal andino, de edad Jurásica a Cretácica Inferior. En la zona inmediata al océano, aparecen áreas con presencia de dioritas de edad Cretácica.

En la franja costera, en especial frente a Mejillones y Antofagasta, aparece una terraza arenosa que corresponde a un escalón tectónico, intercalado entre el fondo del mar, que se hundió, y el bloque de la costa, solevantado. La cubierta de arenas marinas alcanzó gran espesor en Antofagasta.

3.5.4 Clima

La zona en estudio comprende las localidades de Antofagasta, Calama, San Pedro de Atacama y Baquedano, ubicadas en la II Región. Estas localidades abarcan una amplia zona transversal en la región, desde el altiplano hasta la misma zona costera en la ciudad de Antofagasta.

La caracterización del área de estudio, desde el punto de vista agroclimático, entrega antecedentes determinantes para identificar las potencialidades agrícolas, analizar la

factibilidad de establecer nuevos cultivos, y proyectar el desarrollo del sector agrícola de la Región de Antofagasta.

Para efectuar el análisis climático se consideraron los antecedentes consignados en los diversos estudios realizados para la zona y, las variables climáticas básicas entregadas por las estaciones meteorológicas que se encuentran localizadas en el área, a diferente latitud y altitud.

En el Cuadro 3.5.4-1 se consigna un listado de las estaciones meteorológicas del área de estudio.

CUADRO 3.5.4-1
ESTACIONES METEOROLÓGICAS EXISTENTES EN LA ZONA

LOCALIDAD	ESTACION	LATITUD SUR	LONGITUD OESTE	ALTURA (m.s.n.m.)
Antofagasta	Antofagasta	--	--	--
Baquedano	Sierra Gorda	--	--	--
Calama	Calama	22°28'	68°55'	2.260
Chiu-Chiu	Chiu-Chiu	22°20'	68°39'	2.524
Lasana	Chiu-Chiu	22°20'	68°39'	2.254
Cupo	Conchi	22°03'	68°38'	3.010
	Inacaliri	22°02'	68°04'	4.100
	Turi	22°14'	68°18'	3.053
Turi	Turi	22°14'	68°18'	3.053
Ayquina	Turi	22°14'	68°18'	3.053
Toconce	Linzor	22°12'	67°59'	4.096
	Caspana	22°19'	68°13'	3.260
	Turi	22°14'	68°18'	3.053
Caspana	Caspana	22°19'	68°13'	3.260
San Pedro de Atacama	Toconao	--	--	--
	Rio Grande	--	--	--
	Talabre	--	--	--
	Peine	--	--	--

FUENTE: C.I.R.H - D.G.A.

a) Climatología General

El clima de la II Región del país, es de carácter desértico con grados de aridez que van desde el desierto absoluto hasta condiciones desérticas marginales de estepa de altura. En una secuencia desde la costa hacia el interior, la primera subdivisión corresponde a una zona de desierto litoral, seguida por una zona de desierto interior que se extiende desde el borde oriental de la Cordillera de la Costa hasta la cota 2.500 m.s.n.m, en el inicio de la pendiente andina occidental. Posteriormente, entre los 2.500 y 4.000 m.s.n.m. se presenta el desierto marginal de altura y luego, en la altiplanicie (sobre los 4.000 m.s.n.m.), aparece un clima de estepa de altura con precipitaciones estivales importantes, y temperatura media anual en torno a 0°C.

La ciudad de Antofagasta, se encuentra inserta en un área de desierto costero, pero la comuna, abarca sectores que se insertan en el desierto interior. En la franja litoral de la región, predomina un clima desértico con nublados abundantes, donde se hace sentir una fuerte influencia del anticiclón del Pacífico, debido al predominio de los vientos del oeste, que genera

una gran estabilidad atmosférica, la que por subsidencia inhibe las precipitaciones, que se presentan en forma muy esporádica, no superando, como promedio, los tres milímetros anuales en el segmento septentrional y hasta más al sur de Tocopilla. El nivel de las precipitaciones se incrementa a la altura de punta Posallaves (25° Sur), al sur de cuyo lugar alcanza casi a los 10 mm anuales, aumentando levemente hacia el sector meridional de la región, generando matices climáticos distintos. La presencia del mar determina una moderada amplitud térmica anual, y una alta humedad relativa.

Luego de la franja litoral, se encuentra la Cordillera de la Costa que como unidad natural, difiere notablemente de las características que presenta la franja costera, a nivel del mar. Por su altitud, las temperaturas bajan ostensiblemente, sobre todo en horarios nocturnos, creando una amplitud térmica muy elevada que supera los 20°C. A lo anterior, debe sumarse una mayor humedad atmosférica generada por la periódica presencia de nubes rasantes.

Las comunas de Baquedano y Calama se localizan en un régimen de desierto normal o interior, que se caracteriza por una gran limpidez de la atmósfera, una fuerte oscilación térmica diaria, y una carencia casi absoluta de precipitaciones. La alta limpidez atmosférica permite el control radiactivo de altas temperaturas durante el día y muy bajas durante la noche, al escapar libremente la energía acumulada por el suelo. Las precipitaciones, cuando se presentan, lo hacen como episodios de lluvias torrenciales, que ocurren sin ninguna regularidad.

El sector correspondiente a San Pedro de Atacama, se encuentra en la región de Desierto Marginal de Altura, en la cual se registra un nítido gradiente que hace que las temperaturas disminuyan con regularidad. La precordillera se constituye en el límite de la influencia amazónica, registrándose en esta unidad las primeras evidencias de precipitaciones estivales. Por encima de los 3.000 m.s.n.m, debido al descenso de la temperatura media anual, se genera un clima frío, lo que conlleva alta posibilidad de heladas durante casi todo el año. La variación de la temperatura va aparejada con el aumento de las precipitaciones, las que generalmente crecen a medida que se gana en altura; sin embargo, éstas son insuficientes como para cambiar las condiciones desérticas.

En el sector cordillerano altiplánico, se desarrolla un clima de condiciones propicias para la existencia de nieves eternas. La caída de agua es más abundante, aunque no supera los 100 mm anuales, produciéndose muchas veces precipitaciones nivales. Las condiciones climáticas reinantes en esta área originan el desarrollo de procesos periglaciales.

b) Parámetros Climáticos y Agroclimáticos

En la zona en estudio se observa un régimen térmico con fuertes oscilaciones diarias, impuesto por una condición de escasa humedad atmosférica e intensos intercambios radiactivos diurnos y nocturnos. En el sector con mayor altitud, la característica más importante del régimen de temperatura es el marcado descenso de ésta con la elevación.

Las mayores temperaturas medias anuales se observan en localidades del desierto interior, con 13,3°C. La temperatura media presenta un descenso considerable en las localidades

que se encuentran sobre los 3.000 m.s.n.m. Esto implica que se produce una disminución térmica importante por efecto de la altura, llegando a temperaturas medias anuales de alrededor de 8,1°C.

La nubosidad en la región por lo general es baja durante todo el año, con un promedio anual de 1,3 octavos, presentando un leve incremento entre los meses de diciembre y febrero.

Los mayores valores de humedad relativa se encuentran entre los meses de enero a marzo, fluctuando éstos entre un 35 y 45% de humedad. Las localidades altiplánicas presentan mayores porcentajes de humedad durante el año, respecto a las localidades del desierto interior, pero menor a la registrada en las zonas costeras por efecto de las camanchacas. Los mayores índices de humedad estival corresponden a las localidades que, por su condición de altura, presentan un régimen de mayores precipitaciones concentradas en el período estival. De igual forma, los índices de humedad invernal son mayores en las localidades altiplánicas.

El régimen de precipitaciones se caracteriza por presentar montos anuales escasos, lo que unido al régimen de temperatura, determina para la región un clima de desierto cuya gama se extiende desde desierto con nublados abundantes en la zona costera, hasta un clima de estepa en la zona altiplánica.

La zona de desierto interior presenta precipitaciones prácticamente nulas, alcanzando un nivel anual promedio de 4,4 mm. A partir de los 2.000 m.s.n.m. y por efecto marginal de las lluvias altiplánicas, la precipitación comienza a aumentar. En las localidades ubicadas en el sector altiplánico se observa un aumento considerable de las precipitaciones producto de su condición de altura. El nivel anual de éstas fluctúa entre 44 mm y 106 mm en las localidades más altas, siendo enero y febrero los meses más lluviosos.

Las horas de sol, en promedio diario, varían entre 10,8 horas en junio y 13,5 horas en diciembre, siendo mayor el número promedio de horas de sol entre los meses de octubre y febrero.

Respecto a la radiación solar, en la región se generan altos niveles de radiación incidente, los cuales tienden a disminuir hacia los sectores altiplánicos. La radiación solar varía desde 190 a 200 Kcal/cm² año.

En términos generales, las localidades del área en estudio son afectadas por fuertes vientos, sin embargo esta característica se hace menos evidente al evaluar este parámetro mediante promedios mensuales. Las localidades que presentan los vientos más fuertes, corresponden a las del desierto interior, con un promedio anual de 4,5 nudos.

El período libre de heladas fluctúa entre 90 días, en los sectores altiplánicos más bajos, hasta 212 días, en la zona del desierto interior. La zona costera, por el efecto regulador del mar, no presenta heladas. Las localidades altiplánicas de mayor altitud no presentan período libre de heladas, debido a que en todos los meses del año se produce, al menos en una oportunidad, un descenso de la temperatura a valores bajo 0°C. Esta variable climática se constituye en uno de

los principales factores que limitan el establecimiento y desarrollo de muchas especies cultivadas, sobre todo aquellas que presentan sensibilidad a las heladas.

El período de receso vegetativo, para las localidades altiplánicas, se produce entre los meses de abril y noviembre, con una duración que fluctúa entre los 214 y 244 días en sectores más altos (base 10°C); este mismo parámetro, medido con una temperatura base de 7°C, es de entre 92 y 153 días. Esto se debe a que en estas áreas, producto de su condición de altura, las temperaturas medias mensuales son más bajas. Lo contrario ocurre en las localidades de desierto interior, donde no existiría período de receso vegetativo.

Las horas de frío acumuladas en el año (HFA) para la región, son altas, alcanzando valores sobre 5.500 HFA en los sectores altiplánicos. La zona de desierto interior corresponde al área que menos frío acumula, con un total anual de 2.871 HFA.

En el sector interior de la pampa, las sumas térmicas varían entre 1.000 y 2.000 días-grado. La disponibilidad de calor para el desarrollo vegetal comienza a ser limitante por sobre los 2.500 m de altitud. Sobre los 3.000 m la disponibilidad de calor es inferior a 500 días-grado (base 10°C), lo que sólo permite el desarrollo de algunas especies vegetales.

En las localidades ubicadas sobre los 2.500 m.s.n.m. se presenta una evidente baja de acumulación térmica, la que fluctúa entre 203 días-grado y 303 días-grado (base 10°C). La acumulación térmica es superior en los sectores de desierto interior, donde alcanza valores de 1.243 días-grado.

Debido al alto déficit de saturación, a la intensidad radiactiva, y al efecto del viento, la evaporación es muy elevada. Por consiguiente, los cultivos alcanzan en esta zona altos niveles de evapotranspiración. Los niveles de evapotranspiración potencial son similares en las diferentes localidades, encontrándose la más alta en la zona de desierto interior, con 1.500 mm, y las mínimas en las localidades altiplánicas de altura, con una evapotranspiración potencial de 1.321 mm. En términos generales se puede señalar que la evapotranspiración potencial varía entre los 1.300 y los 1.500 mm anuales.

El déficit hídrico anual es significativo en toda la región, atenuándose levemente hacia el litoral. En el sector más árido de la pampa (alrededor de Calama) supera los 2.000 mm, en tanto que hacia el altiplano, desciende a valores que varían entre los 1.000 y 1.500 mm. Esta reducción es consecuencia del aumento de la precipitación, y de la disminución de la evapotranspiración por las bajas temperaturas. La zona en estudio tiene un clima desértico, que se caracteriza por contar con niveles de precipitaciones muy bajas, por lo que no se produce excedente hídrico en ningún mes del año.

El agua aportada por las precipitaciones no alcanza a cubrir, para ninguno de los casos estudiados, más del 10% de la evapotranspiración potencial anual. Por lo tanto, los requerimientos máximos de riego oscilan entre niveles equivalentes a un 90 y un 99 % de la evapotranspiración potencial anual.

3.5.5 Suelos

El área de suelos de interés se presenta fundamentalmente en la Depresión Intermedia, asociado a la cuenca del río Loa y al área de San Pedro de Atacama. Una pequeña franja costera frente a Antofagasta, reviste interés para los efectos de este proyecto. Las características principales de estas áreas se describen a continuación.

- Franja Costera

Corresponde, como se indicara con anterioridad, a una terraza marina de características arenosas, de gran espesor, ubicada principalmente en el área de Antofagasta.

- Depresión Intermedia

En ésta se pueden distinguir dos subáreas de interés, zona de Calama, y zona de San Pedro de Atacama.

El Valle de Calama corresponde a la máxima amplitud de la Depresión Intermedia, que sigue aproximadamente el recorrido del río Loa. El Valle generado por el río Loa parte estrecho en el área superior, donde no existen terrazas aprovechables agrícolamente. Al Norte y al Este, el valle se ensancha considerablemente, generando áreas de interés agrícola, destacándose la ubicada al este, incluyendo las terrazas que se prolongan hacia el poniente por ambos márgenes del río.

Los suelos se han originado a partir de depósitos aluviales, presentando una marcada estratificación. Los sedimentos más recientes corresponden a materiales arenosos, ubicados principalmente en las terrazas nuevas, vecinas al río Loa.

Dentro de los factores que diferencian los suelos, todos del mismo origen, está el drenaje y la salinidad. El drenaje está claramente vinculado a la posición topográfica, existiendo empeoramiento del mismo a medida que se baja en cota topográfica desde Calama al poniente. En la dirección transversal se encuentran cambios en el drenaje asociado a áreas depresionales. Contribuye también a incrementar el problema de drenaje las discontinuidades texturales abruptas y la presencia de estratas de limo mal estructuradas. En relación a esta circunstancia, se presentan además áreas con niveles freáticos muy superficiales, con vegetación de estoquillo y con acumulaciones de turba en el perfil.

La salinidad está presente en diferente magnitud, siendo función de dos factores: la posición topográfica en la cuenca y la calidad del agua de riego. De esta manera, en la parte más alta de la cuenca del río Loa (ejemplo: áreas de Chiu-Chiu y Lasana), la salinidad es considerablemente menor que en Calama, debido a un mejor balance en el suelo, al existir buen drenaje, y a la calidad del agua de riego. El agua del río Loa aumenta significativamente su salinidad al recibir el aporte de las aguas del río Salado.

La Capacidad de Uso del suelo está relacionada al tenor salino y drenaje del suelo, predominando las Clases III y IV.

En la zona de San Pedro de Atacama los suelos corresponden a un origen aluvial complejo, en el cual se han redepositado sedimentos de diverso origen, tales como piedmont coluvial, arenas y sedimentos de áreas lacustrinas, entre otros, generando suelos complejos de difícil separación cartográfica.

Se caracterizan por la marcada estratigrafía, que proviene de depósitos diversos asociados a los aluviones recientes. A diferencia del área de Calama, en San Pedro el drenaje general es bueno y el problema salino está circunscrito sólo a ciertas toxicidades específicas en un tenor moderado. De acuerdo al origen, en San Pedro es posible separar las siguientes grandes Unidades de Suelos:

- Sedimentos lacustrinos

En general son suelos de texturas finas, redepositadas desde posiciones más altas y en menor grado desarrolladas “in situ”.

- Depósitos aluviales arenosos

Corresponden a suelos estratificados, originados en depósitos de antiguos cursos del río San Pedro. Sus texturas varían desde el arenoso al areno franco, con drenaje excesivo.

- Dunas

Estas se presentan bordeando el río San Pedro.

- Depósitos aluviales propiamente tales

Corresponden a sedimentos arrastrados desde posiciones altas por flujos torrentosos que han cortado los piedmonts de las áreas montañosas al oriente, y han sido redepositadas en posiciones más bajas. También presentan estratificaciones marcadas, pero las texturas son medias.

En general, los suelos del área de San Pedro de Atacama presentan buenas características para cultivos agrícolas (predominio de la Clase II y III de Cap. de Uso), siendo el tema salinidad el que puede provocar las limitaciones más importantes.

3.5.6 Recursos Hídricos

a) San Pedro de Atacama

La Dirección General de Aguas controla dos estaciones fluviométricas que registran los caudales de los ríos San Pedro y Vilama, que abastecen el riego desde el ayllu de Cuchabrachi, por el norte (aguas arriba) hasta los ayllos de Tulor, Beter, Poconche y Cucuter por el sur (aguas abajo), que quedan poco al norte del Salar de Atacama.

Estas dos estaciones fluviométricas corresponden a río San Pedro en Cuchabrachi y canal Vilama en Vilama.

- **Estación Río San Pedro en Cuchabrachi**

Tiene estadísticas registradas de caudales medios mensuales y valores extremos desde el año 1947 a 1992. Esta estadística acusa varios meses sin observaciones y un período sin registro entre los años 1972 y 1976.

Se observa, también, algunas incongruencias entre los valores medios diarios extremos y los valores instantáneos extremos en los años 1948, 1951, 1961 y 1962.

- **Estación Canal Vilama en Vilama**

Esta estación, aún cuando queda en el canal Vilama, es representativa del caudal del río Vilama pues, el canal capta toda el agua del río y la estación queda muy próxima a la bocatoma, aguas abajo de ella.

Esta estación tiene registros desde el año 1976 a 1992 de caudales medios mensuales y valores extremos, acusando, al igual que la anterior, varios meses sin observaciones.

3.6 CARACTERÍSTICAS SOCIOECONÓMICAS DE LA POBLACIÓN

3.6.1 Población

De acuerdo a la información consignada en el XVI Censo Nacional de Población y V de Vivienda, la Región de Antofagasta, con una población de 410.724 habitantes, agrupa al 3,1% de la población nacional. Presenta el valor porcentual más alto en cuanto a la proporción de habitantes que viven en centros urbanos (97,3% de los habitantes), convirtiéndose de esta manera en la Región con menor índice de ruralidad. En el sector rural de la Región solo viven 11.209 personas, en que parte importante de ellas habitan en centros poblados catalogados como pueblos y aldeas.

Las comunas más pobladas corresponden a las de Antofagasta y Calama, lugar donde se encuentran los principales centros urbanos, unos cabecera administrativa y puerto marítimo de la Región, y la otra, principal centro minero del país. Las dos restantes comunas involucradas en los subproyectos presentan un bajo nivel de población; los habitantes de Sierra Gorda y San Pedro de Atacama representan el 0,3% y 0,7% de la población regional respectivamente, toda ella catalogada por el Instituto Nacional de Estadísticas como población rural.

CUADRO 3.6.1-1
POBLACIÓN TOTAL Y DISTRIBUCIÓN SEGÚN LUGAR DE RESIDENCIA

LOCALIDAD	TOTAL Nº	URBANA		RURAL	
		Nº	%	Nº	%
País	13.348.401	11.140.405	83,5	2.207.996	16,5
II Región	410.724	399.515	97,3	11.209	2,7
Com. Antofagasta	228.408	226.850	99,3	1.558	0,7
Com. Calama	121.807	119.692	98,3	2.115	1,7
Com. Sierra Gorda	1.425	0	0,0	1.425	100,0
Com. San Pedro de Atacama	2.829	0	0,0	2.829	100,0

Fuente: INE, XVI Censo Nacional de Población y V de Vivienda

La densidad poblacional promedio de la región es de 3,25 habitantes por kilómetro cuadrado, cifra que varía considerablemente si se excluye la superficie ocupada por el Desierto de Atacama, que se encuentra totalmente despoblado. Los principales centros urbanos son las ciudades de Antofagasta y Calama, seguidas en orden de importancia por Tocopilla, Chuquicamata, Taltal y María Elena.

Del análisis de la composición de la población de la Región se desprende que el porcentaje de hombres (50,3%) es ligeramente superior al de mujeres, lo que se diferencia de lo que acontece a nivel nacional. Sin embargo, llama la atención que en la comuna de Sierra Gorda el 71,6% de los habitantes sea de sexo masculino, hecho puede explicarse al considerar que la principal actividad que se desarrolla en esta localidad está relacionada con la minería, actividad que requiere una mayor proporción de mano de obra de sexo masculino.

CUADRO 3.6.1-2
POBLACIÓN DE LA REGIÓN Y DE LAS COMUNAS INVOLUCRADAS EN LOS SUBPROYECTOS

LOCALIDAD	TOTAL Nº	HOMBRES		MUJERES	
		Nº	%	Nº	%
País	13.348.401	6.553.254	49,1	6.795.147	50,9
II Región	410.724	206.786	50,3	203.938	49,7
Com. Antofagasta	228.408	113.405	49,7	115.003	50,3
Com. Calama	121.807	61.209	50,3	60.598	49,7
Com. Sierra Gorda	1.425	1.027	72,1	398	27,9
Com. San Pedro de Atacama	2.829	1.473	52,1	1.356	47,9

Fuente: INE, XVI Censo Nacional de Población y V de Vivienda

De acuerdo a las proyecciones de población efectuadas por el Instituto Nacional de Estadísticas, la Región en el año 2005 contará con 497.895 habitantes, lo que representará al 3,1% de la población del país. La comuna más poblada seguirá siendo la de Antofagasta, que agrupará prácticamente al 55% de los habitantes de la II Región. La comuna de Sierra Gorda continuará siendo la segunda menos poblada, con tan solo 1.506 personas.

CUADRO 3.6.1-3
PROYECCIÓN DE LA POBLACIÓN NACIONAL, REGIONAL Y DE
ALGUNAS COMUNAS

LOCALIDAD	AÑOS						
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2010
País	15.211.308	15.401.952	15.589.147	15.773.504	15.955.631	16.136.137	17.010.289
II Región	468.411	474.487	480.457	486.336	492.140	497.895	526.653
Com. Antofagasta	257.976	261.143	264.253	267.298	270.339	273.331	s/i
Com. Calama	141.422	143.513	145.567	147.594	149.587	151.569	s/i
Com. Sierra Gorda	1.450	1.459	1.473	1.483	1.497	1.506	s/i
Com. San Pedro de Atacama	3.100	3.138	3.174	3.212	3.245	3.281	s/i

Fuente: Instituto Nacional de Estadísticas.

Del análisis de la información censal se desprende que la distribución regional de la población por grupos de edades presenta una pirámide poblacional relativamente similar a la existente a nivel nacional. Esta situación se repite para el caso de las comunas Antofagasta y Calama que, como se dijo con anterioridad, reúnen el 85% de las personas que habitan en la II Región, y el 87% de la población urbana de la misma.

En las comunas que tienen un mayor grado de ruralidad, vale decir Sierra Gorda y San Pedro de Atacama, la pirámide poblacional presenta ciertas diferencias con relación a la media nacional y regional. En Sierra Gorda se observa, por un lado, una menor proporción de población en los rangos de edades de 6 a 14 años y 15 a 24 años, y por el otro, una mayor concentración en los rangos que van desde los 25 a 54 años. Ello se explica por la alta demanda de trabajadores que genera la actividad minera, la que es satisfecha por inmigrantes que permanecen temporalmente en la zona.

En San Pedro de Atacama, por ser una comuna agrícola y turística, la situación es distinta: se observa una disminución de la proporción de población en los rangos de edad que van desde los 15 hasta los 44 años, y un aumento del estrato de 65 años y más. Ello se debe a que la gente joven de esta localidad migra hacia otros lugares de la región y del país en busca de mayores y mejores oportunidades de trabajo, para algunos regresar posteriormente, una vez cumplidos los 50 años.

CUADRO 3.6.1-4
DISTRIBUCIÓN DE LA POBLACIÓN SEGÚN RANGO DE EDADES

LOCALIDAD	RANGOS DE GRUPOS DE EDADES (años)						
	0 - 5	6 - 14	15 - 24	25 - 44	45 - 54	55 - 64	65 y más
País	1.453.635	2.476.833	2.425.140	4.054.478	1.194.236	868.101	877.044
II Región	55.559	70.380	76.450	129.474	34.912	23.666	20.283
Com. Antofagasta	29.253	37.020	45.407	69.513	19.568	14.494	13.153
Com. Calama	17.655	22.940	21.426	40.152	10.090	5.517	4.027
Com. Sierra Gorda	156	150	191	644	152	86	46
Com. San Pedro de Atacama	410	592	351	717	261	208	290

Fuente: INE, XVI Censo Nacional de Población y V de Vivienda

Con relación al nivel de instrucción alcanzado por la población de la Región de Antofagasta, y de las cuatro comunas involucradas en los subproyectos, es posible observar algunos aspectos que las diferencian entre sí. El nivel de educacional de la población de San Pedro de Atacama es el que presenta los peores indicadores: el 15,4% de las personas nunca ha asistido a un programa educacional, el 64,5% sólo ha cursado educación básica, y el 14,8% educación media, estas cifras contrastan con las existentes a nivel regional, del 3,2%, 47,4% y 37,8% respectivamente. La comuna de Sierra Gorda presenta indicadores de instrucción relativamente similares a los que tiene la Región y las comunas de Antofagasta y Calama, salvo en lo que se refiere a educación superior, donde el indicador es del 7,5%, versus el 11,7% que existe a nivel regional; las personas sin instrucción son del orden del 3% al 3,5%; las que han cursado educación básica, alrededor del 47% al 48%; y educación media, 38% a 40%.

Como es de suponer, las comunas más densamente pobladas, y donde se concentra la mayor proporción de población urbana y actividad económica, presentan indicadores de educación superiores a la media regional. Ello implica que en estas localidades se encuentra radicada una mayor proporción de población que ha alcanzado niveles de educación superior o que han cursado educación media.

CUADRO 3.6.1-5
POBLACIÓN DE CINCO AÑOS Y MÁS, SEGÚN NIVEL DE INSTRUCCIÓN

LOCALIDAD	BASICA		MEDIA		SUPERIOR		NINGUNA	
	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%
País	6.280.183	52,8	3.938.988	33,1	1.072.449	9,0	604.101	5,1
II Región	172.319	47,4	137.503	37,8	42.388	11,7	11.532	3,2
Com. Antofagasta	92.287	45,3	78.037	38,3	27.922	13,7	5.454	2,7
Com. Calama	50.986	47,7	41.006	38,4	10.770	10,1	4.113	3,8
Com. Sierra Gorda	629	48,8	520	40,3	97	7,5	44	3,4
Com. San Pedro de Atacama	1.600	64,5	368	14,8	130	5,2	382	15,4

Fuente: INE, XVI Censo Nacional de Población y V de Vivienda

La principal fuente de trabajo para la población de la II Región está constituida por actividades vinculadas a la minería, sean ellas actividades primarias extractivas, o secundarias y terciarias destinadas a prestar servicios a ésta. El sector terciario de la economía (comercio, transporte, establecimientos financieros y de servicios a empresas, servicios comunitarios, y otros) da trabajo a más de la mitad de la fuerza laboral de Antofagasta (58,5%), en tanto que, el sector secundario (industria manufacturera, electricidad, gas, agua y construcción) absorber un 20,3% de los trabajadores activos.

En el sector primario de la economía trabaja el 19,1% de las personas ocupadas, de las cuales, un 85% lo hace en explotaciones de minas y canteras, 9,5% en la pesca, y un 5,6% en la agricultura. La poca relevancia que tiene el sector agrícola en la economía regional y en la demanda de trabajo, queda de manifiesto al comprobar que ella absorber tan solo 1.463 puestos laborales, lo que representa el 1,1% de la población ocupada en la II Región.

Al analizar la dispersión de la demanda de trabajo en las comunas involucradas en el estudio se comprueba que existe una clara concentración de las actividades secundarias y terciarias en los dos principales centros urbanos, como son las ciudades de Antofagasta y

Calama. Sin embargo, esta última, además, se caracteriza por disponer de 10.290 puestos de trabajo para la explotación de minas y canteras, lo que constituye el 25% de la oferta de trabajo comunal.

Sierra Gorda concentra su principal actividad en la minería extractiva, donde labora el 28,8% de la población ocupada. A ello se deben agregar aquellas personas ocupadas en el sector secundario y terciario que desarrollan trabajos directamente relacionados con la minería. El sector agrícola prácticamente no existe en esta comuna, de acuerdo a información proporcionada por el Instituto Nacional de Estadísticas solo trabaja una persona en este sector.

El caso de la comuna de San Pedro de Atacama difiere de los casos antes analizados. En ella existe un relativo equilibrio entre los tres sectores de la economía, en cuanto a fuentes de trabajo se refiere. El sector primario absorber el 31% de las personas ocupadas, dos tercios de las cuales se desempeñan en la actividad agrícola, y el tercio restante, en la explotación de minas y canteras. En el sector secundario trabaja el 29% de la fuerza laboral ocupada, en tanto que en el terciario, incluido dentro de este el turismo, lo hace el 37,5% de la población ocupada.

CUADRO 3.6.1-6
PERSONAS OCUPADAS POR ACTIVIDAD ECONÓMICA Y LOCALIDAD

LOCALIDAD	II REGION		ANTOFAGASTA		CALAMA		SIERRA GORDA		SAN PEDRO DE ATACAMA	
	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%
Total Ocupados	136.982	100,0	74.798	100,0	40.968	100,0	880	100,0	1.012	100,0
Agricultura	1.463	1,1	578	0,8	566	1,4	1	0,1	214	21,1
Minería	22.236	16,2	6.312	8,4	10.290	25,1	253	28,8	103	10,2
Pesca	2.493	1,8	1.046	1,4	10	0,0	0	0,0	0	0,0
Secundario	27.814	20,3	16.085	21,5	7.257	17,7	330	37,5	292	28,9
Terciario	80.141	58,5	49.366	66,0	21.924	53,5	292	33,2	380	37,5
Ignorado	170	0,1	75	0,1	57	0,1		0,0	5	0,5
Buscan x 1º vez	2.665	1,9	1.327	1,8	864	2,1	4	0,5	18	1,8

Fuente: INE, XVI Censo Nacional de Población y V de Vivienda

3.6.2 Pobreza

De acuerdo a los antecedentes recogidos por el Ministerio de Planificación y Cooperación a través de la encuesta CASEN 98, la comuna de San Pedro de Atacama es la que presenta el mayor porcentaje de población desocupada (7,8%), siendo esta cifra superior al promedio que existe a nivel regional (6,7%). La comuna de Calama es la que tiene la menor proporción de desocupados (5,3%).

Sin embargo, es en esta última comuna donde se encuentra la mayor cantidad de indigentes y pobres no indigentes, con cifras significativamente superior a las del promedio regional. Esta situación puede ser explicada en parte si se considera que Calama está recibiendo en forma permanente emigrantes rurales, provenientes de las fronteras interiores del país, localidades que paulatinamente van quedando despobladas. La cantidad porcentual de población indigente en la comuna de San Pedro de Atacama también se encuentra por sobre el promedio regional, sin embargo, la proporción de pobres no indigentes se encuentra dos décimas por

debajo de la media regional. En la comuna de Antofagasta los indicadores de pobreza están por debajo de los que existen como promedio regional, y también nacional. Desafortunadamente la encuesta CASEN no entrega antecedentes referente a la comuna de Sierra Gorda, en la que se encuentra la localidad de Baquedano.

Al analizar los niveles promedio de ingresos mensuales de los hogares encuestados se observa que estos son muy dispares entre una comuna a otra.

La población indigente de San Pedro de Atacama percibe \$ 20 mil mensuales, en tanto que la de Calama, \$ 39 mil mensuales. Si se comparan estas cifras con el promedio regional, \$ 41 mil pesos mensuales, se desprende que en estas dos comunas se concentra parte importante de la población indigente. Cabe señalar que la encuesta CASEN 98 no entrega cifras de ingresos familiares detallados para la comuna de Antofagasta, indicando solamente que el ingreso promedio del Total de Pobres es de \$ 106 mil mensuales.

La población pobre no indigente de la II Región percibe un ingreso promedio de \$ 117 mil mensuales, dos mil pesos menos de los que arrojó la encuesta CASEN 96. La dispersión entre las comunas estudiadas va desde los \$ 85 mil mensuales en San Pedro de Atacama, hasta los \$ 113 mil mensuales en Calama.

Los niveles de subsidios que recibe la población indigente y pobres no indigentes de Calama y San Pedro de Atacama se encuentran muy por debajo de la media regional, aunque es en ellas, como se dijo con anterioridad, donde se concentra la mayor proporción de pobreza. En ambas comunas el porcentaje de los ingresos familiares que provienen de subsidios son iguales: 5,6% para el caso de la población indigente, y 2,9% para la población pobre no indigente. Estos valores a nivel regional son del 10,2% y 3,3%, respectivamente.

La tasa de analfabetismo es uno de los criterios considerados en la encuesta CASEN, y tiene relación directa con la posibilidad y calidad de trabajo que puede desarrollar el individuo, y con el nivel de ingreso factible de lograr. De acuerdo a los datos tabulados, en San Pedro de Atacama el 13% de su población no sabe leer ni escribir, ubicándose muy por sobre el promedio regional (1,4%). Este indicador en la comuna de Calama es del 3,1%, en tanto que en la de Antofagasta alcanza tan solo al 0,3%

El sistema previsional de salud es otro indicador empleado por el Ministerio de Planificación en la encuesta CASEN. De acuerdo a los resultados de ella, el sistema público de salud es el que atiende a la mayor parte de la población de la región (49%), en tanto que las ISAPRES participan con el 33%, y otros sistemas, con el 15,9%. Más de un tercio las personas que habitan en la Región, en Calama, y en Antofagasta se atienden en ISAPRE, en tanto que en San Pedro de Atacama solo lo hace el 9,4%, ya que en esta localidad el 63% de la población acude a servicios públicos de salud.

CUADRO 3.6.2-1
NIVELES DE POBREZA EN LA POBLACIÓN DE LA REGIÓN Y COMUNAS
ANALIZADAS

ITEMES	II REGION	ANTOFAGASTA	CALAMA	SIERRA GORDA	SAN PEDRO
Desocupación (%)	6,7	6,1	5,3	S/i	7,8
Línea de Pobreza					
Indigente (%)	2,9	0,6	4,5	S/i	3,6
Pobre no Indigente (%)	10,3	7,6	13,2	S/i	10,1
Ingreso total mensual en los hogares					
Indigente (\$)	40.996	S/i	39.339	S/i	20.662
Pobre no Indigente (\$)	117.137	106.186	113.649	S/i	85.744
Subsidios monetarios (%)					
Indigente (%)	10,2	S/i	5,6	S/i	5,6
Pobre no Indigente (%)	3,3	S/i	2,9	S/i	2,9
Tasa de analfabetismo	1,4	0,3	3,1	S/i	10,3
Sistema Previsión de Salud					
Público (%)	49,0	46,3	49,8	S/i	63,5
Otros (%)	15,9	16,4	16,9	S/i	20,5
Isapre (%)	33,4	35,0	32,8	S/i	9,4
Sin datos (%)	1,7	2,3	0,6	S/i	6,7

FUENTE: MIDEPLAN, Encuesta CASEN 1996

3.6.3 Vivienda

En la Región existe un total de 101.474 viviendas, de las cuales, 100.875 (99%) son de carácter particular y 599 colectivas (1%), lo que significa que son ocupadas como lugar de alojamiento por un conjunto de personas que constituyen un hogar colectivo (residenciales, pensiones, hoteles, moteles, posadas, instituciones). En las viviendas particulares existen 99.061 hogares, lo que arroja una relación de 0,98 hogares por vivienda. Del total de viviendas, el 94% es de carácter permanente y el 6% restante de tipo semipermanente. El 60% de ellas es propias, el 22% arrendada, y el 18% presenta otro tipo de tenencia.

Al analizar los indicadores a nivel de las comunas involucradas en el estudio, con respecto a los que acontece como promedio a nivel regional, llama la atención lo que ocurre en las comunas de Sierra Gorda y San Pedro de Atacama. En la primera, la relación que existe entre el número de hogares y viviendas es de 1,47 (contra 0,98 en la Región), en tanto que el 90% de las viviendas es de tipo permanente, y tan solo el 27% de ellas es habitada por el propietario del bien raíz. Estos indicadores ratifican en parte lo anteriormente afirmado en cuanto a que en esta comuna existe un alta inmigración de trabajadores que son contratados en actividades mineras de la zona, y donde las viviendas existentes son insuficientes como para albergar a todos los hogares.

De todos los casos estudiados, el de la comuna de San Pedro de Atacama es el que presenta el menor nivel de ocupación de las viviendas existentes (0.6 hogares por vivienda). Parte importante de esta infraestructura corresponde a mejoras, mediaguas, ranchos, chozas o rucas (21%), cifra que es significativamente superior al promedio regional (6%). Ello está

señalando la existencia de cierto nivel de pobreza de la población de la comuna, la que tiene un fuerte componente agrícola y minería pirquinera.

CUADRO 3.6.3-1
CARACTERÍSTICAS DE LA VIVIENDAS, SEGÚN LOCALIDAD
(NÚMERO DE CASOS)

ÍTEMES	II REGIÓN	ANTOFAGASTA	CALAMA	SIERRA GORDA	SAN PEDRO
Viviendas	101.474	53.584	30.250	387	1.315
Particular	100.875	53.388	30.173	357	1.291
Colectivas	599	250	77	30	24
Hogares	99.061	53.708	30.286	252	771
Tipo de Viviendas	90.616	48.893	27.575	245	738
Permanente	85.010	46.382	25.422	220	580
Semi Permanente	5.399	2.405	2.138	24	156
Móvil y otros tipos	207	106	15	1	2
Condición de Tenencia	90.616	48.893	27.575	245	738
Propia	54.604	31.765	16.206	67	454
Arrendada	19.385	11.583	5.479	45	115
Otras	16.627	5.545	5.890	133	169

FUENTE: INE, XVI Censo Nacional de Población y V de Vivienda.

3.7 INFRAESTRUCTURA DE EQUIPAMIENTO

3.7.1 Infraestructura Vial

El área en estudio es recorrida de norte a sur por la carretera panamericana 5 Norte, desde la cual nacen caminos pavimentados que comunican con los principales centros poblados de la Región. En forma paralela a la carretera panamericana corre la ruta costera, que une las ciudades de Taltal e Iquique, a través de la cual se puede acceder a las distintas caletas pesqueras y playas de la II Región.

Desde la Región se puede transitar hasta la República de Argentina por los pasos de Socompa, Sico y Jama, y hacia la República de Bolivia, por los pasos de Licancabur, Tocarपुरi, Sairecabur, y Ollague.

La red caminera existente en la Región está constituida por 5.564 km, que de acuerdo al tipo de carpeta, se desglosa de la siguiente manera: un kilómetro de camino de hormigón, 1.561 km de vías asfaltada, 1.332 km de caminos ripiados, y 2.670 km de caminos de tierra.

3.7.2 Transporte y Comunicaciones

Antofagasta está conectada al resto del país y al exterior por cuatro medios de transporte: aéreo, marítimo, terrestre caminero, y ferroviario. El ferrocarril se limita al trayecto

que une la ciudad de Antofagasta con la de Oruro en la República de Bolivia, pasando por los puntos intermedios de Baquedano, Calama y Ollague.

El transporte marítimo se utiliza principalmente para el traslado de carga desde y hacia la región; los principales puertos son los de Antofagasta, Tocopilla y Mejillones. El transporte aéreo se emplea para el movimiento de carga y pasajeros; existe aeropuerto en las ciudades de Antofagasta y Calama. También se cuenta con canchas de aterrizaje en Tocopilla, Taltal y San Pedro de Atacama.

Son numerosas las líneas de autobuses y de transporte de productos a las que se puede recurrir, entre ellas se cuentan todas aquellos buses que inician sus servicios en las ciudades de Arica e Iquique. Por vía aérea prestan servicio las líneas comerciales de Lan Chile, Ladeco y Avant.

La red telefónica, y por ende de fax y correo electrónico, abarca prácticamente a todas las localidades pobladas. A ello se suma Correos de Chile que presta un sin número de servicios a través de los cuales la población se puede comunicar con el país y con el resto del mundo en forma rápida y expedita.

3.7.3 Servicios Básicos

De acuerdo a la información proporcionada por el Instituto Nacional de Estadísticas, en la Región el 97,8% de las viviendas cuentan con alumbrado eléctrico, de ellas, el 98% está conectada a la red pública, cifra que estaría indicando el alto grado de desarrollo alcanzado con respecto a este servicio, y que se explica en parte por el alto porcentaje de población que habita en centros urbanos o campamentos mineros. Con relación a ello cabe señalar que San Pedro de Atacama no está conectada al sistema interconectado nacional, es la Municipalidad la responsable de proporcionar este tipo de energía a la población, para lo cual cuenta con un generador.

Situación similar ocurre con respecto al origen de las aguas para consumo humano, donde el 96% de las viviendas están conectadas a la red pública, ya que este recurso, por las características climáticas y edafológicas imperantes, debe ser captado en la alta cordillera, y conducido en forma entubada hasta los lugares de residencia de la población. La excepción se presenta en San Pedro de Atacama, donde solo el 9% está conectado a este servicio. En esta localidad existe una serie de oasis desde donde es posible extraer agua de vertientes y ríos, además de que la población se encuentra en un mayor grado de dispersión, dificultando ello su abastecimiento por medio de red.

La forma de acceder al agua potable es mayoritariamente por cañerías, situación que también se observa en San Pedro de Atacama; el 65% de los casos conduce el agua hasta la vivienda a través de tuberías, independientemente del origen de las mismas. Como se señaló con anterioridad, las altas cifras que se presentan en este indicador se deben al alto grado de concentración de las viviendas, a la escasez de agua adecuada para el consumo humano, y a las características climáticas y edafológicas imperantes en la II Región.

El sistema de empleado para la eliminación de aguas servidas no presenta cifras tan halagüeñas como las antes dichas. A nivel regional el 81% de las viviendas dispone de alcantarillado, cifra que es superada en el caso de la comuna de Antofagasta (86%), pero que es inferior en las de Calama (74%), Sierra Gorda (60,8%), y San Pedro de Atacama (17,6%). En San Pedro la mayor parte de las evacuaciones sin alcantarillado se hacen a través de cajones a pozos negros; no existen casos donde se arrojen aguas servida a cursos de aguas crudas.

Por último, cabe señalar que la Región está haciendo grandes esfuerzos para mejorar esta situación. Para ello se han construido plantas de tratamiento de aguas servidas en la ciudad de Antofagasta, y en los centros poblados de Baquedano y Sierra Gorda. Próximamente se construirá una planta de tratamiento en la ciudad de Calama.

CUADRO 3.7.3-1
DISPONIBILIDAD DE SERVICIOS BÁSICOS EN LAS VIVIENDAS
(PORCENTAJE DE CASOS)

ITEMES	II REGION	ANTOFAGASTA	CALAMA	SIERRA GORDA	SAN PEDRO
Alumbrado eléctrico	97,8	98,6	98,1	96,7	100,0
red pública	97,7	99,0	98,6	16,0	6,2
generador y otros	2,3	1,0	1,4	84,0	56,5
Origen del agua	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
Red pública	96,2	97,1	98,0	96,3	8,9
Otro	3,8	2,9	2,0	3,7	91,1
Acceso al agua	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
Por cañería	96,7	97,2	98,2	96,7	64,9
Otras formas	3,3	2,8	1,8	3,3	35,1
Eliminación aguas servidas	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
Por alcantarillado	80,8	85,5	73,8	60,8	17,6
Otros sistemas	19,2	14,5	26,2	39,2	82,4

Fuente: INE, XVI Censo Nacional de Población y V de Vivienda.

Con relación a la salud, se puede señalar que la población de la II Región se encuentra adecuadamente atendida por el sistema público de salud, si se considera que se cuenta con cinco Hospitales, 13 Postas de Salud Rural, 10 Consultorios General Urbanos, dos Servicios de Atención Primaria y, un establecimiento de atención no clasificado en las anteriores categorías (CERNI). A ello se suma toda la infraestructura de salud privada que se encuentra localizada principalmente en los centros urbanos de mayor concentración de habitantes. Al observar la distribución territorial de los servicios de salud público queda de manifiesto que la población de la Región puede acceder a este servicio en forma relativamente rápida y expedita.

En la II Región existen 208 establecimientos educacionales, que en conjunto disponen de un total de 111.325 matrículas. Del total de establecimientos, 120 (58%) son municipales, y los 88 restantes (42%), privados subvencionados. De los 208 establecimientos educacionales, 125 imparten educación parvularia, 133 educación básica, 54 educación media, y 29 educación técnico profesional. Con relación a las matrículas cabe destacar el hecho de que los colegios de la Región no imparten educación técnico agrícola.

La mayor concentración de establecimientos de educación se encuentra en los centros urbanos de mayor importancia, como son Antofagasta y Calama. En la Comuna de Sierra Gorda existen dos colegios municipales que imparten educación parvularia y básica; disponen de un total de 26 matrículas de prebásica y 169 de básica. En San Pedro de Atacama se observa una mejor cobertura de educación: nueve establecimientos de educación municipal disponen de 42 matrículas de educación prebásica, 509 básica y 89 técnico profesional.

CUADRO 2.6.3-2
COBERTURA DE ESTABLECIMIENTOS DE SALUD PÚBLICA Y EDUCACIÓN

ITEMES	II REGION	ANTOFAGASTA	CALAMA	SIERRA GORDA	SAN PEDRO
Establecimientos Públicos Salud	30	7	8	2	4
Hospitales	5	1	1	0	0
Postas de Salud Rural	13	0	3	2	4
Consultorio Gral. Urbano	10	6	3	0	0
Servicio Atención Primaria	2	0	1	0	0
Otro	1	1	1	0	0
Establecimientos de Educación	208	95	71	2	9
Municipales	120	49	38	2	9
Privados	88	46	33	0	0
Parvularios	125	60	33	2	2
Básica	133	58	34	2	8
Media	54	27	15	0	1
Técnico Profesional	29	11	0	0	0
Matrículas de Educación	111.325	62.424	34.947	195	640
Prebásica	9.540	5.280	2.967	26	42
Básica	74.678	42.023	22.982	169	509
Media	15.925	8.414	6.195	0	0
Técnico Profesional	9.962	5.994	2.415	0	89
Técnico Agrícola	0	0	0	0	0
Especial	1.220	713	388	0	0

FUENTE: Ministerio de Educación. Archivos 1998, Ministerio de Salud 1998

4. ESTUDIOS BÁSICOS

4.1 CLIMA

4.1.1 Introducción

La información que se proporciona a continuación tiene por finalidad complementar y detallar los antecedentes climáticos y agroclimáticos que ya fueron analizados en el capítulo correspondiente a la descripción general del área en estudio.

El principal objetivo de este capítulo es caracterizar el área de estudio desde el punto de vista agroclimático, con la finalidad de determinar su potencialidad agrícola y la factibilidad de establecer nuevos cultivos. Para ello se determinan los valores que asumen las principales variables climáticas de tal manera de analizarlas desde una perspectiva agrícola, a través de la estimación de parámetros agroclimáticos.

4.1.2 Estaciones Meteorológicas y Parámetros Utilizados

Para la evaluación de los parámetros climáticos y agroclimáticos de las áreas de Antofagasta, Balmaceda, Calama, San Pedro de Atacama y Toconao, se utilizaron las estadísticas existentes en las estaciones meteorológicas de la Dirección General de Aguas (D.G.A.).

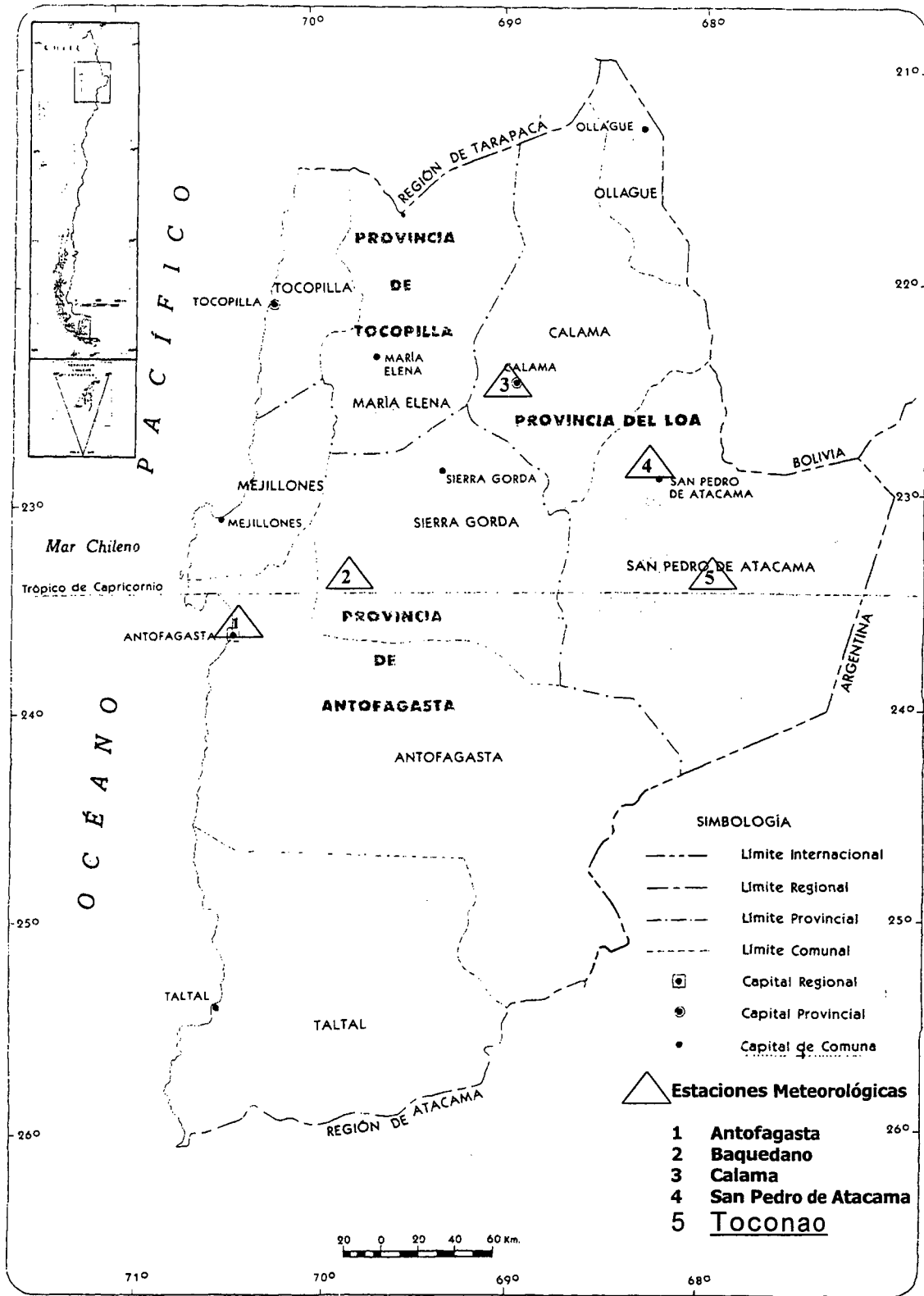
CUADRO 4.1.2-1
ESTACIONES METEOROLÓGICAS (DGA)

ESTACIÓN	COORDENADAS		ALTITUD m.s.n.m.
	Lat S	Long W	
Antofagasta	23°41'	70°25'	10
Baquedano	23°19'	69°50'	1.032
Calama	22°28'	68°55'	2.260
San Pedro de Atacama	22°55'	68°12'	2.450
Toconao	23°11'	68°05'	2.430

La información meteorológica recopilada, corresponde a:

- Precipitaciones (medias mensuales)
- Temperaturas (medias mensuales, mínimas mensuales, máximas mensuales)
- Humedad relativa (media mensual)
- Viento (recorrido mensual)
- Evaporación de bandeja

FIGURA 4.1.2-1
UBICACIÓN GEOGRÁFICA DE LAS ESTACIONES METEOROLÓGICAS



Con esta información y mediante distintos procedimientos, según se indica en cada uno de ellos, se determinaron las siguientes variables agrometeorológicas:

- Temperaturas extremas
- Horas de frío
- Grados-día
- Período de crecimiento
- Evapotranspiración potencial
- Déficit y excedente hídrico
- Índices de humedad

El período de observación de los parámetros es variable dependiendo de la estación meteorológica de que se trate, no todas ellas disponen. Existen estaciones que disponen de un mayor número de años, o período de observación. Cabe destacar que dentro de lo que aparece con información, existen algunos años en que ésta es incompleta.

En términos generales se puede señalar que la cantidad de información es escasa, ya sea por la cantidad de años en que se tienen registros, o por la baja densidad de estaciones que existe en la zona costera y en el centro de la II Región. Por otra parte, el alcance de este estudio se limita a áreas bien definidas, cuyas características climáticas y agroclimáticas, pueden perfectamente ser cubiertas con la información de las estaciones ubicadas en dichas áreas, o cercanas a ellas.

CUADRO 4.1.2-2
PERÍODO DE INFORMACIÓN METEOROLÓGICA, POR PARÁMETRO Y ESTACIÓN

ESTACIÓN	PERÍODO POR PARÁMETRO						
	Pp	H° Rel	Viento	Evaporación	T° Medias	T° Máx	T° Mín
Antofagasta	1978-99	1985-87	1978-87	1978-87	1978-87		1978-87
Baquedano	1975-99	1990-93	1975-94	1977-94	1973-94	1973-94	1973-94
Calama	1965-99	1985-94	1969-94	1969-94	1969-94	1968-94	1968-89
San Pedro de Atacama	1965-97	1986-89	1969-97	1969-89	1969-89	1968-89	
Toconao	1975-99	1988-99	1993-98	1975-98	1981-99	1981-98	1988-98

4.1.3 Parámetros Climáticos

4.1.3.1 Precipitaciones

Las mayores precipitaciones anuales, se presentan en las localidades de la zona altiplánica, como San Pedro de Atacama y Toconao, registrándose una caída anual de 27,1 mm y 34,1 mm, respectivamente. En la zona interior de la región, caracterizada por Calama y Baquedano, las caídas anuales disminuyen y sólo alcanzan a 1,8 mm y 1,9 mm para las estaciones mencionadas. Las precipitaciones anuales, presentan un leve aumento en el sector costero de Antofagasta, respecto de las localidades del interior, presentando una cifra anual de 3,8 mm.

En San Pedro de Atacama y Toconao, las principales precipitaciones medias mensuales se presentan en los meses de verano (enero-marzo), lo que es atribuible a las lluvias altiplánicas estivales, del denominado invierno boliviano. En Calama, las escasas precipitaciones se distribuyen a largo del año, presentando la mayor caída promedio mensual en el mes de septiembre. En Baquedano, se observa que las precipitaciones medias mensuales, se concentran en los meses de junio y julio. Algo similar ocurre en Antofagasta, donde las mayores cifras de precipitación media mensual se presentan en los meses de junio, julio, agosto y septiembre, siendo la máxima en el mes de junio.

CUADRO 4.1.3.1-1
PRECIPITACIONES MEDIAS MENSUALES (mm)

Estación	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
Baquedano	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	1,5	0,2	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	1,9
Antofagasta	0,3	0,0	0,1	0,1	0,2	1,1	0,9	0,4	0,7	0,0	0,0	0,0	3,8
Calama	0,3	0,0	0,1	0,2	0,3	0,3	0,0	0,2	0,4	0,0	0,0	0,0	1,8
San Pedro de Atacama	5,3	11,6	4,2	0,2	1,4	1,7	0,0	0,2	1,0	0,8	0,6	0,3	27,1
Toconao	9,8	15,1	4,4	0,1	1,0	0,8	0,0	0,5	0,5	0,1	0,1	1,7	34,1

Para determinar la variación estacional de las precipitaciones, se separaron los volúmenes de agua caída entre los meses de noviembre a abril y entre mayo a octubre. Con estos valores se determinó el porcentaje del total de precipitaciones anuales registradas en cada uno de estos periodos.

En las localidades de San Pedro de Atacama y Toconao, más del 80% de la precipitación se concentra entre los meses de noviembre y enero, siendo de gran importancia por el aporte de recursos hídricos en la época estival. Diferente es la situación en las estaciones de Antofagasta y Baquedano, donde las precipitaciones se concentran en más de un 85% entre los meses de mayo y octubre. En Calama, también las precipitaciones se concentran entre los meses de mayo y octubre, en un 69% del monto total anual.

CUADRO 4.1.3.1-2
VARIACIÓN ESTACIONAL DE LAS PRECIPITACIONES (mm y %)

Estación	May-Oct mm	%	Nov-Abr mm	%	Anual mm
Baquedano	1,8	92,8	0,1	7,2	1,9
Antofagasta	3,3	87,2	0,5	12,8	3,8
Calama	1,3	69,1	0,6	30,9	1,8
San Pedro de Atacama	5,0	18,6	22,1	81,4	27,1
Toconao	2,9	8,5	31,2	91,5	34,1

4.1.3.2 Humedad Relativa

En general, la humedad relativa es similar para las localidades del interior y altiplánicas, variando desde un 23,2% promedio anual en Calama, hasta un 26,6% promedio anual en Toconao. Diferente es la situación en la localidad costera de Antofagasta, donde la humedad relativa es considerablemente mayor que en las localidades antes mencionadas, llegando a un valor promedio anual de 71,6%.

En todas las estaciones meteorológicas analizadas, las mayores humedades relativas se presentan en los meses de enero y febrero. De esta forma, para las estaciones del interior y altiplánicas, la humedad relativa media de enero varía entre 33,3% y 36,3%, para las estaciones de Baquedano y Toconao, respectivamente. Para el sector costero de Antofagasta, la humedad relativa media de enero es de un 75%.

CUADRO 4.1.3.2-1
HUMEDAD RELATIVA MEDIA MENSUAL (%)

Estación	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
Baquedano	33,3	31,8	32,0	28,0	26,5	25,3	19,7	19,3	23,0	25,7	13,5	20,5	24,9
Antofagasta	75,0	70,0	72,0	73,5	71,5	70,5	73,0	72,5	71,5	70,0	70,0	69,5	71,6
Calama	36,9	34,5	34,3	26,5	20,0	18,2	17,7	10,5	17,2	16,3	19,4	27,3	23,2
San Pedro de Atacama	35,0	42,3	40,7	22,5	22,5	18,5	15,5	16,7	15,3	17,7	19,7	24,7	24,3
Toconao	36,3	36,3	31,5	23,3	27,7	26,8	28,9	27,0	20,0	16,7	20,0	25,0	26,6

4.1.3.3 Recorrido y Velocidad del Viento

El recorrido del viento y su velocidad, presentan una variación importante entre las localidades altiplánicas y costeras, con respecto a las localidades del desierto interior de la Región de Antofagasta, donde se registran altos valores de recorrido y velocidad de viento.

Los mayores valores de recorrido de viento promedio anual, se presentan en Baquedano y Calama, con 4.665,6 km y 4.647,3 km, respectivamente. Antofagasta, presenta el menor valor de recorrido promedio anual del viento, con 1.611,5 km. San Pedro de Atacama, registra un promedio anual de 1.770,0 km, mientras que la localidad de Toconao, el mayor recorrido medio anual correspondiente a 2.746,0 km.

De acuerdo a lo anterior, las velocidades del viento, varían desde 0,6; 0,7; 1,0; 1,7 y 1,7 m/s para las estaciones de Antofagasta, San Pedro de Atacama, Toconao, Baquedano y Calama, respectivamente.

CUADRO 4.1.3.3-1
RECORRIDO MENSUAL DEL VIENTO (km)

Estación	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
Baquedano	4.926,6	4.613,4	4.771,0	4.432,0	4.355,1	4.247,3	4.110,0	4.433,3	4.941,6	4.891,2	4.935,1	5.330,6	4.665,6
Antofagasta	2.082,7	1.542,7	1.403,8	940,8	890,1	794,7	1.009,7	1.412,1	2.082,3	2.384,4	2.519,2	2.275,5	1.611,5
Calama	4.580,8	4.029,3	4.044,1	3.953,3	4.680,1	4.448,5	4.908,2	4.996,5	5.027,4	5.261,7	5.079,4	4.758,7	4.647,3
San Pedro de Atacama	1.914,0	1.793,4	1.662,2	1.494,8	1.215,6	1.327,5	1.519,8	1.759,6	1.988,6	2.549,1	2.044,0	1.971,8	1.770,0
Toconao	2.651,3	3.152,8	2.850,8	2.615,1	3.402,5	2.105,1	2.409,9	2.919,6	2.458,5	2.818,6	3.137,9	2.430,5	2.746,0

CUADRO 4.1.3.3-2
VELOCIDAD MEDIA MENSUAL DEL VIENTO (m/s)

Estación	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
Baquedano	1,8	1,7	1,8	1,7	1,6	1,6	1,5	1,7	1,8	1,8	1,8	2,0	1,7
Antofagasta	0,8	0,6	0,5	0,4	0,3	0,3	0,4	0,5	0,8	0,9	0,9	0,8	0,6
Calama	1,7	1,5	1,5	1,5	1,7	1,7	1,8	1,9	1,9	2,0	1,9	1,8	1,7
San Pedro de Atacama	0,7	0,7	0,6	0,6	0,5	0,5	0,6	0,7	0,7	1,0	0,8	0,7	0,7
Toconao	1,0	1,2	1,1	1,0	1,3	0,8	0,9	1,1	0,9	1,1	1,2	0,9	1,0

4.1.3.4 Temperaturas

La localidad costera de Antofagasta, por la influencia marina que impide una marcada oscilación térmica entre los meses estivales e invernales, presenta el mayor valor de temperatura media anual, alcanzando a los 17,7°C. En las estaciones meteorológicas presentes en el desierto interior, las temperaturas medias anuales, presentan valores de 13,5°C y 16,2°C para Calama y Baquedano, en forma respectiva. San Pedro de Atacama registra una temperatura media anual de 14,4°C, mientras que en la localidad de Toconao, el valor medio anual es de 15,3°C.

CUADRO 4.1.3.4-1
TEMPERATURAS MEDIAS MENSUALES (°C)

Estación	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
Baquedano	18,7	18,4	18,2	16,6	14,8	13,7	13,2	13,9	15,3	16,2	17,4	18,0	16,2
Antofagasta	20,2	21,0	20,5	19,0	17,0	15,2	14,8	14,9	15,6	16,6	17,8	19,5	17,7
Calama	15,6	15,5	14,9	13,9	12,4	11,3	11,0	11,5	12,7	13,8	14,5	15,2	13,5
San Pedro de Atacama	18,4	18,8	17,5	15,1	11,9	9,2	9,3	11,2	12,9	14,8	16,4	17,7	14,4
Toconao	18,9	18,7	17,5	16,0	12,8	10,6	10,0	12,2	13,9	16,1	17,3	19,1	15,3

Las temperaturas medias máximas anuales, presentan el mayor valor en la localidad de Baquedano, con 31,7°C. Calama, a pesar de estar ubicada en una zona de desierto interior, presenta una temperatura media máxima anual de 25,9°C. San Pedro de Atacama y Toconao, registran para este parámetro, un valor muy similar de 27,7 y 27,8°C, respectivamente.

Es importante hacer notar, que en la estación Baquedano se registran temperaturas medias máximas mensuales superiores a los 30°C, a lo largo de todo el año.

CUADRO 4.1.3.4-2
TEMPERATURAS MÁXIMAS MENSUALES (°C)

Estación	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
Baquedano	32,4	32,0	31,9	31,8	31,7	31,0	30,3	31,4	31,9	31,8	32,2	31,8	31,7
Calama	26,6	25,5	26,0	26,2	25,1	24,4	25,3	25,6	25,9	27,1	26,5	26,6	25,9
San Pedro de Atacama	30,2	30,0	29,7	27,9	25,0	22,6	23,4	25,3	27,2	29,5	30,1	31,3	27,7
Toconao	30,2	29,1	26,4	24,4	22,8	25,0	25,6	27,4	29,2	30,4	31,7	31,5	27,8

Las temperaturas medias mínimas para las localidades de Antofagasta, Baquedano, Calama y Toconao, estaciones en que existe información, el promedio anuales varían desde 12,7°C, para la zona costera de Antofagasta y 0,1°C a 0,6°C en las localidades de desierto interior de Baquedano y Calama, respectivamente. Para la localidad de Toconao, el promedio anual de este parámetro alcanza a los 2,6°C.

En Antofagasta, como se señaló anteriormente, por efecto regulador que presenta el mar, no se producen temperaturas inferiores a 0°C. En las estaciones del desierto interior, desde mayo a septiembre, se registran valores de temperaturas medias mensuales mínimas inferiores a los 0°C, mientras que en Toconao, esta situación ocurre entre los meses de junio y agosto.

CUADRO 4.1.3.4-3
TEMPERATURAS MÍNIMAS MENSUALES (°C)

Estación	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
Baquedano	3,8	3,8	3,0	0,3	-0,7	-1,8	-3,2	-3,6	-2,3	0,3	0,4	1,3	0,1
Antofagasta	14,1	16,1	15,1	14,0	11,0	10,4	9,8	11,4	10,2	12,2	12,9	14,9	12,7
Calama	4,7	4,1	3,6	1,0	-1,3	-2,4	-3,3	-3,4	-0,8	0,2	1,9	3,2	0,6
Toconao	7,5	6,0	5,3	3,6	0,3	-2,3	-4,9	-1,1	1,5	3,3	4,9	6,8	2,6

4.1.4 **Parámetros Agroclimáticos**

4.1.4.1 **Temperaturas**

El promedio mensual de las temperaturas máximas diarias en el mes de enero, que corresponde al mes más cálido del hemisferio sur, permite tener una idea sobre la calidez de los veranos. La mayor temperatura máxima media de enero se registra en la estación Baquedano, con 32,4°C, mientras que en Calama, este parámetro alcanza un valor de 26,6°C. Para las localidades altiplánicas de San Pedro de Atacama y Toconao, se registra una temperatura máxima media de enero de 30,2°C (Cuadro 4.1.3.4-2).

Por otro lado el promedio mensual de las temperaturas mínimas diarias del mes de enero que se presentan en las estaciones de Baquedano y Calama, son de 3,8°C y 4,7°C, a diferencia de la localidad costera de Antofagasta, donde este parámetro alcanza un valor de 14,1°C. En Toconao, la temperatura mínima media de enero es de 7,5°C. No se disponen de antecedentes para la localidad de San Pedro de Atacama (Cuadro 4.1.3.4-3).

Al hacer el mismo análisis anterior, pero esta vez referido a las temperaturas máximas medias y mínimas medias ocurridas en invierno, representado por el mes de julio, se observa que es en Baquedano donde se observan las mayores temperaturas en invierno, con 30,3°C como promedio mensual, mientras que en Calama, San Pedro de Atacama y Toconao, se registran valores de 25,3°C; 23,4°C y 25,6°C, respectivamente (Cuadro 4.1.3.4-2).

El promedio mensual de las temperaturas mínimas diarias de julio, que corresponde al mes más frío del hemisferio sur, permite tener una idea de la intensidad de los inviernos que se presentan en la zona. En Antofagasta, este parámetro registra un valor de 9,8°C, para bajar considerablemente en las estaciones ubicadas en la zona de desierto interior. De esta forma, en Baquedano se registra una temperatura media mínima de menos 3,2°C, en Calama disminuye a menos 3,3°C, en tanto que en Toconao, este parámetro alcanza un valor de menos 4,9°C. No se cuenta con mediciones en la localidad de San Pedro de Atacama. (Cuadro 4.1.3.4-3).

4.1.4.2 **Heladas**

El Período Libre de Heladas (PHL) es un indicador que informa el número de días consecutivos sin heladas que existen en el año. Se extiende desde la fecha de la última helada del año, hasta la primera helada del año siguiente. La helada es el descenso de la temperatura mínima por debajo del umbral en que el daño a las plantas es de carácter irreversible. El valor del umbral es variable, por lo que se utiliza como umbral 0°C, que corresponde al punto crioscópico del agua pura.

En el cuadro que se presenta a continuación se han estimado los períodos libres de heladas que existirían en las diferentes localidades analizadas. Para determinarlo se utilizaron las temperaturas mínimas medias mensuales, por lo que el período calculado corresponde a una aproximación, que en la realidad puede llegar a ser más prolongado, o menor que el señalado.

Con los registros existentes sólo es posible determinar los períodos libre de heladas de Antofagasta, Calama, Baquedano y Toconao, quedando sin indicador la localidad de San Pedro de Atacama. Como no se registran temperaturas mínimas medias bajo 0°C en Antofagasta, el período libre de heladas es todo el año. En Calama y Baquedano el período libre de heladas es de 212 días, mientras que en Toconao alcanza a los 273 días.

CUADRO 4.1.4.2-1
PERÍODO LIBRE DE HELADAS (días)

Estación	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	PLH
Baquedano													212,0
Antofagasta													365,0
Calama													212,0
Toconao													273,0

También es importante conocer el día del año en que cae la primera helada (PH), que corresponde al momento en que existe un 50% de probabilidad que ocurra una helada después de esa fecha, y el día de la última helada (UH), que es cuando termina de helar, medido como el momento en que existe un 50% de probabilidad de ocurrencia de helada después de esa fecha. Ambos indicadores se expresan como el número ordinal del año, a partir del primero de Enero, como día uno.

Dichos indicadores se calculan en base a las siguientes fórmulas:

$$PH = 105 - \arcsen[1 - ((M-5,5)/0,5(M-m))]$$

$$UH = 285 + \arcsen[1 - ((M-5,5)/0,5(M-m))]$$

donde:

M = T° Mínima Media de Enero.

m = T° Mínima media de Julio.

Al aplicarse estas fórmulas en las localidades en estudio no mostrando resultados satisfactorios, ya que sólo son utilizables con temperaturas mínimas medias de enero superiores a 5,5°C. Por esta razón, se consideró válido estimar los meses en que se produciría la primera y última helada en base a la información de temperaturas mínimas absolutas.

Según los resultados obtenidos del análisis, en Calama y Baquedano la primera helada ocurriría en mayo, en tanto que la última helada caería en el mes de septiembre. Para Toconao, las cifras indicarían la ocurrencia de la primera helada en el mes de junio, y la última, en el mes de agosto.

4.1.4.3 Período de Receso Vegetativo (PRV)

El período de receso vegetativo es el lapso de días en que la temperatura media mensual, es inferior al límite, o umbral biológico térmico. Este umbral, se fija normalmente en 10°C, que corresponde a la temperatura a la cual se interrumpe el crecimiento de la mayoría de las especies cultivadas.

Sin embargo, existen especies que bajo esta temperatura continúan su crecimiento debido a que se encuentran más adaptadas al frío. Por esta razón, se determinó también un período de receso vegetativo considerando una temperatura umbral de 7°C.

Tomando como base un umbral de 10°C, sólo en la estación de San Pedro de Atacama se registra un período de receso vegetativo, de 61 días (meses de junio y julio). En el resto de las estaciones la temperatura media mensual, es siempre igual o superior a este umbral durante todos los meses del año.

Para un umbral de 7°C, en todas las estaciones estudiadas no se registra un período de receso vegetativo, ya que en ningún caso se registran temperatura medias mensuales inferiores a este umbral.

4.1.4.4 Horas de Frío Anuales (HFA)

Son las horas anuales en que la temperatura del aire permanece por debajo de 7°C, y corresponde al umbral de sensibilidad para especies que presentan un período de dormancia invernal como parte de su ciclo anual.

El cálculo de este valor se hizo a partir de un cuadro confeccionado por el Laboratorio de Agroclimatología de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad de Chile, en el cual se relacionan las temperaturas extremas mensuales con las horas frío.

CUADRO 4.1.4.4-1
CÁLCULO DE HORAS FRÍO ANUALES

Estación	Meses												Total
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	
Baquedano	123	125	161	251	277	306	337	336	309	251	245	222	
<i>Acumulado</i>	123	248	409	660	937	1.243	1.580	1.916	2.225	2.476	2.721	2.943	2.943
Calama	115	157	178	277	345	374	380	379	327	291	245	192	
<i>Acumulado</i>	115	272	450	727	1.072	1.446	1.826	2.205	2.532	2.823	3.068	3.260	3.260
Toconao	20	50	92	193	332	366	402	320	235	158	90	28	
<i>Acumulado</i>	20	70	162	355	687	1.053	1.455	1.775	2.010	2.168	2.258	2.286	2.286

Según el Cuadro anterior, la menor acumulación de horas de frío anuales ocurre en la estación de Toconao, con 2.286 horas, mientras que en los sectores de desierto interior como Calama y Baquedano, se acumulan 3.260 y 2.943 horas de frío anuales, respectivamente. En Antofagasta, a pesar de no encontrarse datos de temperaturas medias máximas, es posible estimar que existe una escasa acumulación de horas frío, lo que se ve reflejado en las temperaturas medias mínimas, que no bajan de 9,8°C.

4.1.4.5 Suma de Temperaturas (días-grado)

Corresponde a la acumulación de temperaturas efectivas para el crecimiento, es decir, la temperatura media menos un umbral. El valor más ampliamente usado como umbral térmico es el de 10°C. Este parámetro se constituye en un índice de disponibilidad de calor para el normal desarrollo de las especies vegetales.

La mayor precocidad se obtendrá en los lugares con mayor acumulación térmica. La duración de cada fase fenológica está determinada, más que por un período, por un cierto número de días-grado.

Para proporcionar en forma más completa la información, se decidió incluir también la determinación de suma térmica, utilizando una temperatura base de 5°C. Esto se realizó debido a que existe un porcentaje de especies que con temperaturas medias inferiores a 10°C continúan su acumulación de días-grado.

Para desarrollar los cálculos se utilizó la siguiente fórmula:

$$DG = N * (Tx - Tu)$$

Donde:

- N = número de días del mes.
- Tx = temperatura media mensual.
- Tu = temperatura umbral (5 ó 10 °C).

Del análisis de los resultados obtenidos se desprende que la mayor acumulación de días-grado, ocurre en las estaciones de Antofagasta y Baquedano, para ambos umbrales de temperatura (5°C y 10°C). La menor acumulación anual de días-grado se registra en Calama, seguida de San Pedro de Atacama y Toconao.

En Antofagasta, por ser zona costera, ocurre la mayor acumulación de temperatura, llegando a un valor anual de 4.623,8 días-grado, para un umbral de 5°C, y de 2.798,8 días-grado para el umbral de 10°C. Cabe señalar que para todas las localidades existe una acumulación de temperatura durante todos los meses del año, para ambos umbrales, excepto en San Pedro de Atacama, donde para el umbral térmico de 10°C, no hay acumulación de temperatura en los meses de junio y julio.

**CUADRO 4.1.4.5-1
ACUMULACIÓN ANUAL DE DÍAS-GRADO**

Umbral 5°C

Estación	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
Baquedano	423,3	374,3	408,6	348,9	305,3	261,7	252,8	277,1	310,4	347,6	372,2	401,9	
Acumulado	423,3	797,5	1.206,1	1.555,0	1.860,3	2.122,1	2.374,9	2.651,9	2.962,3	3.310,0	3.682,2	4.084,1	4.084,1
Antofagasta	471,2	447,2	481,9	421,3	372,9	305,9	302,5	308,3	317,1	360,3	384,8	450,3	
Acumulado	471,2	918,4	1.400,4	1.821,7	2.194,6	2.500,5	2.803,0	3.111,3	3.428,5	3.788,7	4.173,6	4.623,8	4.623,8
Calama	328,3	292,8	305,9	266,5	230,2	189,6	184,9	200,7	230,5	274,3	284,3	317,1	
Acumulado	328,3	621,1	927,0	1.193,5	1.423,7	1.613,3	1.798,2	1.999,0	2.229,5	2.503,8	2.788,1	3.105,2	3.105,2
San Pedro de Atacama	416,5	387,4	386,4	304,1	213,9	127,0	134,0	191,0	235,9	305,1	341,7	394,1	
Acumulado	416,5	803,9	1.190,3	1.494,4	1.708,3	1.835,2	1.969,2	2.160,2	2.396,1	2.701,2	3.042,9	3.437,1	3.437,1
Toconao	430,5	382,4	387,4	331,1	241,0	167,1	155,4	221,8	267,1	343,5	369,5	438,6	
Acumulado	430,5	812,9	1.200,3	1.531,4	1.772,4	1.939,5	2.094,9	2.316,7	2.583,8	2.927,2	3.296,8	3.735,4	3.735,4

Umbral 10°C

Estación	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
Baquedano	268,3	234,3	253,6	198,9	150,3	111,7	97,8	122,1	160,4	192,6	222,2	246,9	
Acumulado	268,3	502,5	756,1	955,0	1.105,3	1.217,1	1.314,9	1.436,9	1.597,3	1.790,0	2.012,2	2.259,1	2.259,1
Antofagasta	316,2	307,2	326,9	271,3	217,9	155,9	147,5	153,3	167,1	205,3	234,8	295,3	
Acumulado	316,2	623,4	950,4	1.221,7	1.439,6	1.595,5	1.743,0	1.896,3	2.063,5	2.268,7	2.503,6	2.798,8	2.798,8
Calama	173,3	152,8	150,9	116,5	75,2	39,6	29,9	45,7	80,5	119,3	134,3	162,1	
Acumulado	173,3	326,1	477,0	593,5	668,7	708,3	738,2	784,0	864,5	983,8	1.118,1	1.280,2	1.280,2
San Pedro de Atacama	261,5	247,4	231,4	154,1	58,9	0,0	0,0	36,0	85,9	150,1	191,7	239,1	
Acumulado	261,5	508,9	740,3	894,4	953,3	953,3	953,3	989,3	1.075,2	1.225,3	1.417,0	1.656,1	1.656,1
Toconao	275,5	242,4	232,4	181,1	86,0	17,1	0,4	66,8	117,1	188,5	219,5	283,6	
Acumulado	275,5	517,9	750,3	931,4	1.017,4	1.034,5	1.034,9	1.101,7	1.218,8	1.407,2	1.626,8	1.910,4	1.910,4

4.1.4.6 Humedad Relativa

La humedad relativa media de enero, varía entre 75% en Antofagasta y 33,3% en Baquedano. Para Calama, San Pedro de Atacama y Toconao, los valores de este parámetro son de 36,9%; 35% y 36,3%, respectivamente.

La humedad relativa media de julio varía entre un 73% en Antofagasta, hasta un valor de 10,5% en Calama. En las estaciones de Baquedano, San Pedro de Atacama y Toconao, los valores de este parámetro son de 19,7%; 15,5% y 28,9%, respectivamente.

4.1.4.7 Evaporación Potencial

Se entiende por evapotranspiración potencial a la pérdida de agua hacia la atmósfera por la evaporación y la transpiración desde un cultivo plenamente desarrollado, en proceso activo de crecimiento, y sin déficit de agua en el suelo. Este parámetro permite estimar posteriormente la evapotranspiración real de los cultivos.

Debido al alto déficit de saturación, a la intensidad radiactiva y al efecto del viento, la evaporación es muy elevada en toda la zona analizada. Por consiguiente, los cultivos también alcanzan en estas áreas altos niveles de evapotranspiración.

La estimación de la evapotranspiración potencial, se realizó utilizando la estadística de evaporación de bandeja, para las estaciones comprendidas en este estudio, de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$ETP = ETB * Kb$$

Donde:

- ETP : Evapotranspiración Potencial (mm)
 ETB : Evaporación de bandeja (mm)
 Kb : Coeficiente de bandeja (0,7)

De acuerdo a los resultados obtenidos, en Antofagasta se registra la menor evapotranspiración potencial anual, con un valor de 1.248,6 mm. La mayor evapotranspiración potencial anual se presenta en Baquedano, con un valor de 2.514,8 mm. En Toconao, Calama y San Pedro de Atacama, los de evapotranspiración son de 2.430,9 mm; 2.255,9 mm y 2.083,5 mm anuales, respectivamente. En todas las localidades, los mayores niveles de evapotranspiración potencial se producen entre los meses de diciembre y enero.

CUADRO 4.1.4.7-1
 EVAPOTRANSPIRACIÓN POTENCIAL (mm/mes)

Estación	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
Baquedano	231,4	213,8	228,8	199,3	173,6	162,7	164,2	186,2	206,0	231,7	247,6	269,5	2.514,8
Antofagasta	142,1	121,9	114,1	83,7	79,3	65,3	67,3	76,3	95,4	122,0	133,7	147,4	1.248,6
Calama	215,2	183,9	175,4	166,5	154,5	135,0	137,6	171,4	189,8	234,3	246,2	246,2	2.255,9
San Pedro	223,7	182,2	182,7	148,4	120,6	110,0	109,7	142,2	180,0	215,3	234,0	234,8	2.083,5
Toconao	253,3	233,9	226,3	186,1	150,5	118,6	126,9	158,1	196,7	230,9	261,1	288,6	2.430,9

4.1.4.8 Déficit Hídrico Anual

La “aridez climática” puede expresarse a través del déficit hídrico, que corresponde a la sumatoria anual de las diferencias positivas entre la evapotranspiración potencial mensual y las precipitaciones. Este indicador se expresa en milímetros de agua, y da una idea de los requerimientos máximos de riego.

Del cuadro que se presenta a continuación se concluye que en todas las localidades estudiadas existe déficit hídrico durante todos los meses del año. Esto es predecible, ya que los volúmenes de precipitaciones en esta región son escasos. El mayor déficit hídrico ocurre en Baquedano con 2.512,9 mm; en Antofagasta se registra el menor déficit hídrico, con un valor de 1.244,8 mm anuales.

CUADRO 4.1.4.8-1
DÉFICIT HÍDRICO ANUAL (mm)

Estación	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
Baquedano	231,4	213,8	228,7	199,3	173,6	161,2	164,0	186,2	206,0	231,7	247,6	269,5	2.512,9
Antofagasta	141,8	121,9	114,1	83,6	79,0	64,3	66,5	76,0	94,7	121,9	133,7	147,4	1.244,8
Calama	214,9	183,9	175,3	166,3	154,2	134,7	137,6	171,2	189,4	234,3	246,2	246,2	2.254,1
San Pedro de Atacama	218,3	170,6	178,6	148,2	119,2	108,4	109,7	142,1	179,0	214,4	233,4	234,5	2.056,4
Toconao	243,5	218,8	221,8	186,0	149,4	117,8	126,9	157,6	196,2	230,8	261,0	286,9	2.396,7

4.1.4.9 Excedente Hídrico Anual

Corresponde a las diferencias negativas acumuladas entre la evapotranspiración potencial mensual, y las precipitaciones. Equivale a la suma de los excedentes mensuales acumulados en la estación lluviosa del año. La zona de estudio tiene un clima desértico caracterizado por un bajo nivel de precipitaciones, por lo que o se produce excedente hídrico para ningún mes del año.

4.1.4.10 Período Seco

Es el número de meses al año en que la precipitación de aguas lluvias no alcanza a cubrir el 50% de la evapotranspiración potencial. Coincide aproximadamente con el período en que es necesario el riego. Para todas las estaciones consideradas, todos los meses del año corresponden período seco.

4.1.4.11 Período Húmedo

Es el número de meses al año en los que la precipitación es mayor que la evapotranspiración potencial; en estos períodos se satisfacen completamente los requerimientos de agua de los cultivos. Este fenómeno no ocurre en las localidades estudiadas, ya que no existen meses en el año en que las precipitaciones sean suficientes como para satisfacer completamente los requerimientos de agua de los cultivos

4.1.4.12 Índice de Humedad Estival

Es el cociente entre la precipitación y la evapotranspiración potencial promedio de los tres meses más cálidos (diciembre a febrero). Entrega una idea de la intensidad de la sequía estival. Los mayores índices de humedad estival, se registran en las localidades de Toconao y San Pedro de Atacama, que por su condición de altura, presentan precipitaciones estivales. En Calama, Baquedano y Antofagasta, el índice de humedad estival es prácticamente cero, por la inexistencia de precipitaciones en estos meses, o ser ésta muy escasa.

CUADRO 4.1.4.12-1
ÍNDICE DE HUMEDAD ESTIVAL

Estación	Dic	Ene	Feb	Promedio
Baquedano	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Antofagasta	0,0000	0,0020	0,0000	0,0007
Calama	0,0000	0,0012	0,0000	0,0004
San Pedro de Atacama	0,0011	0,0237	0,0636	0,0295
Toconao	0,0057	0,0387	0,0645	0,0363

4.1.4.13 Índice de Humedad Invernal

Es el cociente entre la precipitación y la evapotranspiración potencial promedio de los tres meses más fríos (junio - agosto); da una idea de la intensidad de humedad en invierno. Los índices de humedad invernal presentan los mayores valores en Antofagasta y San Pedro de Atacama. En el resto de las estaciones presenta un valor cercano a cero, lo que se debe al escaso volumen de precipitaciones que se registran en toda la región.

CUADRO 4.1.4.13-1
ÍNDICE DE HUMEDAD INVERNAL

Estación	Junio	Julio	Agosto	Promedio
Baquedano	0,009	0,001	0,000	0,004
Antofagasta	0,017	0,013	0,005	0,011
Calama	0,002	0,000	0,001	0,001
San Pedro de Atacama	0,015	0,000	0,001	0,005
Toconao	0,006	0,000	0,003	0,003

4.1.4.14 Índice de Humedad Anual

Es el cociente entre la precipitación anual y la evapotranspiración potencial anual; en conjunto con los índices anteriores, da una idea del régimen hídrico estacional. Toconao y San Pedro de Atacama registran los mayores índices de humedad estival, ya que es en éstas áreas donde se alcanzan los mayores volúmenes de precipitaciones.

CUADRO 4.1.4.14-1
ÍNDICE DE HUMEDAD ANUAL

Estación	Anual
Baquedano	0,001
Antofagasta	0,003
Calama	0,001
San Pedro de Atacama	0,013
Toconao	0,014

4.1.5 Conclusiones

En general, el clima de las localidades en estudio varía de acuerdo a su ubicación geográfica, en el sentido transversal de la Región de Antofagasta. La diversidad climática va desde un clima de desierto con nublados abundantes en Antofagasta, pasando por un clima de desierto normal de interior en Baquedano y Calama, para finalmente llegar a las localidades de altura, como San Pedro de Atacama y Toconao, donde se presenta un clima de desierto marginal.

De acuerdo a lo anterior, y considerando tanto las variables climáticas como las agroclimáticas, se puede concluir que en las localidades analizadas las mayores restricciones para la implementación de cultivos están dada por el alto déficit hídrico que se genera, debido a las escasas o nulas precipitaciones, que asociado a una alta evapotranspiración potencial, generan un déficit hídrico a lo largo de todo el año.

Por otro lado en todas las localidades existe una alta acumulación de días-grado, como consecuencia de las altas temperaturas medias que se presentan a lo largo del año, por lo que este indicador no constituye en una restricción para el establecimiento y desarrollo de los cultivos.

La mayoría de los cultivos requieren menos de 1.500 horas de frío al año, motivo por el cual la acumulación de horas de frío tampoco sería una restricción. La excepción la constituye la localidad costera de Antofagasta, donde por efecto regulador del mar, las temperaturas mínimas mensuales no bajan de los 9,8°C, por lo que la acumulación de horas de frío es escasa, limitando el establecimiento de especies de climas más templados, pero no así el establecimiento de especies tropicales.

Un factor que requiere una cuidadosa atención, es el peligro de heladas. En Baquedano, Calama, Toconao y San Pedro de Atacama, ocurren fuertes heladas en la época invernal, no así en Antofagasta, que como se dijo anteriormente, las temperaturas medias mínimas nunca llegan a los 0°C.

Cabe señalar que la localidad de Antofagasta es la que presenta mayores diferencias con el resto de las localidades, tanto en el aspecto climático, como agroclimático, principalmente en lo que se refiere a acumulación de horas frío y humedad ambiental.

Finalmente, dadas las condiciones mencionadas anteriormente, se debe considerar en esta localidad, el establecimiento de especies de origen tropical.

CUADRO 4.1.5-1
RESUMEN DE LOS PARÁMETROS CLIMÁTICOS Y AGROCLIMÁTICOS

Parámetro	Estación				
	Baquedano	Antofagasta	Calama	Sn. Pedro de Atacama	Toconao
Parámetros climáticos					
Precipitación anual (mm)	1,9	3,8	1,8	27,1	34,1
Humedad relativa media anual (%)	24,9	71,6	23,2	24,3	26,6
Recorrido del viento medio anual (km)	4.665,6	1.611,5	4.647,3	1.770,0	2.746,0
Velocidad del viento media anual (m/s)	1,7	0,6	1,7	0,7	1,0
Temperatura media anual (°C)	16,2	17,7	13,5	14,4	15,3
Temperaturas medias máximas anuales (°C)	31,7	-	25,9	27,7	27,8
Temperaturas medias mínimas anuales (°C)	0,1	12,7	0,6	-	2,6
Parámetros agroclimáticos					
Período libre de heladas (días)	212,0	365,0	212,0	-	273,0
Primera helada	Mayo	N.E.	Mayo	-	Junio
Última helada	Septiembre	N.E.	Septiembre	-	Agosto
Período de receso vegetativo (días)					
Umbral 7°C	N.E.	N.E.	61,0	N.E.	N.E.
Umbral 10°C	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.
Horas de frío anuales	2.943,0	-	3.260,0	-	2.286,0
Días -grado					
Umbral 5°C	4.084,1	4.623,8	3.105,2	3.437,1	3.735,4
Umbral 10°C	2.259,1	2.798,8	1.280,2	1.656,1	1.910,4
Humedad Relativa media de enero (%)	33,3	75,0	36,9	35,0	36,3
Humedad Relativa media de julio (%)	25,3	73,0	17,7	15,5	28,9
Evapotranspiración Potencial (mm)	2.514,8	1.248,6	2.255,9	2.083,5	2.430,9
Déficit hídrico anual	2.512,9	1.244,8	2.254,1	2.056,4	2.396,7
Excedente hídrico anual	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.
Período Seco (días)	365,0	365,0	365,0	365,0	365,0
Período húmedo	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.
Índice de humedad estival	0,0000	0,0007	0,0004	0,0295	0,0363
Índice de humedad invernal	0,004	0,011	0,001	0,005	0,003
Índice de humedad anual	0,001	0,003	0,001	0,013	0,014

- Sin información

N.E. No existe en esta localidad

4.2 SUELOS

4.2.1 Suelos en la Zona de Antofagasta

4.2.1.1 Antecedentes

El área de interés se encuentra ubicado al norte de Antofagasta, en una franja estrecha ubicada entre el mar y los primeros cerros de la Cordillera de la Costa. Según los antecedentes geológicos, esta franja que se amplía hacia el norte corresponde a una terraza marina de naturaleza arenosa geológicamente reciente, producto del solevantamiento continental. No existen antecedentes de estudios de suelos en esta área específica.

4.2.1.2 Trabajo Realizado

Consistió en un estudio de suelos en base a observaciones al barreno y calicatas, acompañado de un muestreo de suelos para determinar la eventual salinidad del área. A manera de comparación, también se efectuaron observaciones y análisis químicos en el área de La Chimba, donde desde hace años se desarrolla agricultura. Esta área, si bien distante del área de interés, obedece a la misma condición geomorfológica y geológica, y por lo tanto la experiencia allí acumulada es de gran interés para este estudio.

4.2.1.3 Características de los Suelos

El estudio efectuado permitió corroborar la naturaleza del origen de los suelos; terraza marina. Sin embargo, se pudo comprobar una fuerte influencia de material coluvial proveniente de los eventuales aluviones desde la cadena de cerros que bordea el área de interés por el oriente y también de material eólico arenoso. Esta condición de terraza marina con influencia coluvial y la posición topográfica condiciona diferencias importantes en los suelos, en especial para su uso y/o rehabilitación con fines de uso agrícola. A partir de la información de terreno y los análisis efectuados, se han separado tres sectores: A, B y C, que se señalan en el Plano N°1 de suelos a escala 1:20.000 (Plano de Suelos, área Antofagasta) que se adjunta en el Álbum de Planos. En el Anexo 4.2-1 se pueden consultar las fotografías de apoyo del estudio.

Las características de cada sector se describen a continuación.

Sector A

Corresponde al área norte de la franja de interés, en posición topográfica más alta. La terraza marina aparece en gran parte del área cubierta por material coluvial como se evidencia de la presencia de grava angular. En el detalle, el suelo superficial es de textura arenosa a franco arenosa gruesa y en profundidad (hasta 1.5 m.) se alternan capas de distinta granulometría, dentro del tamaño arena (arena fina, media, gruesa), a gravilla. En superficie se presentan piedras escasas de origen coluvial de hasta 50 cm. de diámetro. La topografía es de pendiente suave (2 – 3%) de dirección predominante E – O.

En algunas áreas (no mapeables) se presentaron compactaciones subsuperficiales del tipo de fragipanes arenosos¹.

En cuanto a las características químicas del suelo, el pH varió de 7,9 a 8.0; la salinidad total varió de 3,1 a 5,6 dS/m, el contenido de boro en el extracto varió entre 0,9 y 1,9 mg/l. El contenido de arsénico fue inferior a 0.5 p.p.m.

De acuerdo a estas características, el suelo en su condición actual puede ser utilizado por la mayoría de los cultivos agrícolas, exceptuando los sensibles a boro tales como las especies frutales caducas y perennes y dentro de los cultivos poroto verde o seco.

Sector B

Este sector se ubica hacia el sur del anterior, abarcando prácticamente hasta la proyección del inicio del recinto de Carabineros (ver Fotografía N°1). Se mantienen las características generales anteriores, con una pendiente más suave (1– 2%). En superficie la textura es franco arenosa fina a arenosa y en profundidad se alterna capas de texturas franco arenosa con arena gruesa, gravilla, de distinto grado de compactación. A los 30 cm. se aprecia un fragipan arenoso de poco espesor y otro a los 60 cm. A partir de esa profundidad el suelo es arenoso y presenta compactación moderada a fuerte (ver Fotografía N°2).

El pH del suelo varió entre 7,7 y 7,8 y la salinidad aumentó respecto a la unidad anterior variando entre 7.0 a 9.1 dS/m. El contenido de boro fluctuó entre 3.2 a 4.5 mg/l y el arsénico se situó en un valor bajo (0,6 mg/l).

De acuerdo a estas características, el suelo en su estado actual presenta limitaciones para el desarrollo de la mayoría de los cultivos agrícolas. Sin embargo, pueden desarrollarse con un menoscabo menor los indicados en el Cuadro 4.5.4.2-1 que se incluye más adelante.

Sector C

Sector a continuación de B hacia el sur (Fotografía N° 3). Se inicia frente a la proyección del recinto de Carabineros y abarca hasta el fin del sector estudiado, esto es, 400 m. al sur del camino al Aerodelismo (ver Fotografía N°4).

El suelo mantiene las características superficiales anteriores, pero la textura va del franco arenoso fino al franco limoso. Sin embargo, en superficie se advierten pequeñas áreas de suelo “polvillento”, indicativo de exceso de sales.

El perfil presenta cambios considerables; es fuertemente calcáreo, presentando un fragipan calcáreo a 30 cm. y un duripan calcáreo² de considerable espesor (20 – 30 cm) a

¹ Capa compactada de suelo, duro en seco, frágil en húmedo.

² Tosca dura en seco y húmedo.

los 60 cm. En profundidad el suelo retoma las características de arena de distinta granulometría con compactación moderada (Fotografía N° 5).

La salinidad varió considerablemente en el sector, desde valores altísimos en las áreas de suelos "polvillento", a valores menores pero igualmente muy altos en el resto (Cuadro 4.2.1.3-1).

CUADRO 4.2.1.3-1
SALINIDAD, CONTENIDO DE BORO Y ARSÉNICO SUPERFICIAL (0-30 cm) EN EL SECTOR C (ANTOFAGASTA)

MUESTRA	Ph	C.E. (ds/m)	B (mg/l)	As (mg/l)
Área Norte	7,5	32,8	6,8	6,0
Área Sur	7,3	65,4	7,9	
Manchones de suelo "polvillento"	7,5	109,9	58,1	

De acuerdo a estas características, este sector es inapto para ser cultivado en sus actuales condiciones.

La superficie de cada sector se indica en el Cuadro 4.2.1.3-2.

CUADRO 4.2.1.3-2
SUPERFICIE DE LOS SECTORES DIFERENCIADOS EN ANTOFAGASTA

Sector	Hectáreas
A	95,6
B	69,2
C	133,4
TOTAL	298,2

NOTA: El sector entre el camino al aeromodelismo y el límite sur del estudio es de 32,7 há.

Área de La Chimba

Esta área presenta suelos que originalmente deben haber sido semejantes a la del área de interés. En la actualidad aparecen muy modificados en su aspecto físico, producto de las adiciones de materia orgánica (guanos fundamentalmente), y en los aspectos salinos ya que se riegan con aguas tratadas. Las observaciones efectuadas al barreno en dos parcelas indicaron un suelo similar de características arenosas a franco arenosas en superficie y profundidad.

Los análisis de salinidad superficial (0-30 cm.) en base a una muestra promedio de las dos parcelas indicó un pH 8.0, una C.E. de 3,9 dS/m, 8.7 mg/l de boro y una cantidad inferior a 0.5 mg/l de arsénico. De acuerdo a esto, los suelos presentan una leve salinidad pero niveles altos de boro. El nivel de arsénico es bajo.

En cuanto al desarrollo de los cultivos, éstos consisten fundamentalmente en hortalizas de hoja por aspectos de rentabilidad (espinaca, acelga, lechuga, repollo), pero también coincide en que son tolerantes a boro. Otros cultivos se observaron con serios problemas de emergencia en el desarrollo (poroto verde, por ejemplo).

Destaca el alto valor de boro, bastante superior al de los sectores A y B del área de interés, probablemente asociado a malas prácticas de riego, que en este caso es por cinta. Debe tenerse en cuenta que estos métodos de riego localizado tienden a concentrar sales. De hecho, se observó una práctica común consistente en regar con regadera además del riego por cinta.

4.2.1.4 Conclusiones

Los suelos presentes en los sectores A y B de la futura área de desarrollo agrícola presentan favorables características de desarrollo de cultivos, debiendo seleccionarse para el sector B aquellos de moderada resistencia a sales y boro (Cuadro 4.2.4.5-1). Aún así, se recomienda efectuar un trabajo de subsoladura a 0.80 m. con pasadas de subsolador a 1 m. en todo el área. Es probable que el área con presencia de fragipan y tosca dura no implique todo el sector, sin embargo, dado que el trabajo efectuado impide mapear en detalle la situación, es recomendable lo indicado. Esta labor asegurará la percolación del agua ante los eventuales lavados de suelo y posteriormente al regar.

En cuanto al sector C, en su estado actual no es cultivable y será necesario acondicionarlo. Para estos efectos se recomienda una labor de subsolado hasta 1 m., efectuar lavados y monitorear los niveles de sales alcanzados. Una precisión mayor en cuanto a la magnitud del lavado se puede lograr al conocer la calidad del agua de riego. Esta área implica esfuerzo y tiempo para reacondicionarla. En el sector entre el camino al aeromodelismo y el fin del estudio (hacia el sur), será necesario además efectuar nivelaciones y terraceo, debido a la ondulación y depósito de áridos.

4.2.2 Suelos del Área Baquedano

Esta pequeña área ya se encuentra en la actualidad bajo riego con aguas servidas provenientes de una pequeña planta de tratamiento ubicada en el mismo sector donde se realizan cultivos agrícolas y ornamentales. Se identificaron dos situaciones muy contrastadas producto de la acción allí desarrollada; **áreas de suelo habilitadas y acondicionadas y áreas de suelo natural.**

4.2.2.1 Áreas Habilitadas

La habilitación ha considerado la remoción de la capa superficial del suelo y el desarrollo de áreas circulares excavadas para el caso de plantación de especies arbóreas y áreas

rectangulares (“eras”) para el caso de cultivos. En el caso de las especies arbóreas, la excavación considera hasta 60 cm., y el hueco se rellena parcialmente (hasta 40 – 50 cm) con una mezcla que contiene guano de origen animal³. En el caso de las eras, se remueven 20 – 25 cm del suelo superficial, se adiciona el mismo guano,, en alta dosis (60-80T/há. Equivalente) y se mezcla con el subsuelo. Posteriormente se efectúan lavados con el agua servida (mínimo 3 y hasta 5) con cargas de agua de 20-25 cm. Finalmente se planta o siembra el cultivo y se riega por tazas, también con altas cargas de agua.

Las características de salinidad medida en estas áreas habilitadas indicó las cifras que se indican en el Cuadro 4.2.2.1-1.

CUADRO 4.2.2.1-1
NIVELES DE SALINIDAD, BORO Y ARSÉNICO EN BAQUEDANO
(áreas habilitadas)

CONDICIÓN	PROF. (cm.)	C. E. (dS/cm)	Ph	BORO (mg/l)	ARSÉNICO (mg/l)
Habilitado	0-30	6.2	7.7	6.0	<0.5
Habilitado	30-60	10.2	8.0	6.2	

Se observan niveles moderados a altos de salinidad y niveles altos de boro. Sin embargo, es posible el cultivo de varias especies sin un detrimento muy alto en productividad, tal como se demuestra en los cultivos que se observaron en la visita; maíz choclero local, zapallo, cebollín, cebolla, albahaca, perejil, sandía. De acuerdo a información nacional obtenida en Calama, cuando se combina la salinidad con el exceso de boro, disminuye la toxicidad del último y también sería factible cultivar betarragas, acelga, espinaca, apio, zanahoria, alcachofas. Sorprende ver el crecimiento aceptable de porotos (ver Fotografía N° 6), el cual no es posible en las condiciones salinas promedio descritas. Es probable que el manejo del agua haya producido un lavado de sales a niveles menores que los señalados. Esto mismo es válido para las plantas de vid, de buen desarrollo (Fotografía N° 7).

Buen desarrollo se observó también en especies arbóreas como pimiento (molle), acacia cianófila, palmas y otras, lo cual no es de extrañar ya que son tolerantes a sales. Pero también se observó buen desarrollo en especies más sensibles como eucaliptus y ornamentales tales como laurel en flor y rosas (Fotografía N° 8). Dentro de los frutales de interés comercial se podría pensar adicionalmente en la plantación de higueras y olivos.

4.2.2.2 Áreas de Suelo Natural

El suelo natural es de naturaleza franco arenosa fina a franco limoso, polvillento, apreciándose en varios sectores toscas duras en superficie o a poca profundidad (8-15 cm). El análisis de suelo superficial de zonas aún no intervenidas se indica en el Cuadro 4.2.2.2-2.

³ Guano muy antiguo que se encuentra en las cercanías.

CUADRO 4.2.2.2-1
NIVELES DE SALINIDAD, BORO Y ARSÉNICO EN BAQUEDANO (SUELO NATURAL)

CONDICIÓN	PROF. (cm)	C. E. (dS/cm)	Ph	BORO (mg/l)	ARSÉNICO (mg/l)
Suelo natural	0-30	599,8	7.5	42,2	21.5
	30-60	266,8	8.0	34,2	

Los análisis indican la presencia de una estrata superficial extraordinariamente salina y con altísimos niveles de boro y también arsénico, que imposibilita cualquier cultivo agrícola e incluso el desarrollo de especies nativas tolerantes a sales. Entre 30 y 60 cm. se repite la situación con alguna atenuación. Las “toscas” asimismo corresponden a costras salinas compuestas fundamentalmente de carbonato de sodio, sal (NaCl) y caliche.

Comentarios:

En las áreas tratadas es posible ampliar el espectro de cultivos a los indicados anteriormente. Más interesante parece (una vez caracterizada el agua de riego), definir un manejo del mismo, que mantenga lo más bajo posible el nivel de sales. Empíricamente, esto se habría conseguido en algunos sectores, desde el momento que se observó vides y especialmente porotos creciendo relativamente bien.

4.2.3 Suelos del Área de Calama

4.2.3.1 Antecedentes

El área de interés se ubica al poniente de la ciudad de Calama, abarcando las localidades de Lican Tatay, Verdes Campiñas, Cobija y Cerro Negro. Estas localidades son de límites imprecisos y están ubicados en áreas suburbanas o en áreas con claro avance urbano. Su ubicación aproximada se señala en el plano adjunto (plano de ubicación de las áreas de interés en Calama), basado en la plancheta I.G.M. escala 1:50.000.

El único estudio de suelos de acceso público es el elaborado por IREN (1976)⁴, a su vez basado en un estudio anterior elaborado por DECSA en 1956.⁵ Este estudio, a escala 1:20.000 cubre solo parcialmente el área de interés y el detalle, descriptiva y metodología empleada no satisface el requerimiento del actual. Por otra parte, estas áreas no agrícolas en ese momento, fueron cubiertas en forma muy general, con una analítica de salinidad insuficiente, siendo el principal elemento limitante del área.

4.2.3.2 Metodología de Trabajo

En las áreas de Lican Tatay y Verdes Campiñas se procedió a efectuar observaciones al barreno hasta 1.2 m. en varias parcelas con desarrollo agrícola, acompañado de

⁴ Inventario de Recursos Naturales por medio del satélite Landsat, II Región, Antofagasta. IREN. 1976.

⁵ DECSA; Departamento de Conservación de Suelos y Aguas.

un muestreo de suelos con fines de evaluar salinidad. Las parcelas elegidas consideraron la situación de “eras” recién habilitadas para sembrar, “eras” con 3 años de incorporación a cultivos y eras con más de 5 años de cultivos (rotación alfalfa-maíz). Por otra parte, también se consideraron observaciones y muestras al norte y poniente de Likantatay, en áreas vírgenes susceptibles o de probable uso futuro.

En el área de Verdes Campiñas (vecina por el sur de Likantatay) se procedió al mismo tipo de muestreo, en parcelas bajo cultivo y en áreas aledañas sin cultivo, al poniente de ella.

El área de Cobija consideró observaciones al lado izquierdo y derecho del camino Cobija-Ojopache, desde el cementerio al poniente. También se recorrió y tomó muestras en el área hacia el norte del camino Cobija.

El área de Cerro Negro consideró observaciones y muestreo al barreno a ambos lados del camino Cobija-Ojopache, desde el cementerio hasta la zona urbana de Calama, origen del camino indicado.

- **Likantatay**

El área bajo cultivo comprende propiedades muy pequeñas y dispersas prácticamente de autoconsumo. En el mismo área se observan muchas parcelas sin uso agrícola. Los suelos presentan topografía plana, profundos, estratificados, de texturas que varían desde medios (franco limosos) a moderadamente gruesos (franco arenosos), sin que se observe una estratificación abrupta. El drenaje es bueno, no apreciándose moteados ni signos de mal drenaje en profundidad hasta 1.2 m.

Los cultivos que se desarrollan son rotaciones de maíz local (choclero o Pisangalla) y alfalfa (variedad Alta Sierra), tolerante a sales y boro. Todo el área se riega con aguas servidas no tratadas, en general por inundación en base a pretilas rectangulares o eras de unos 10 x 20 m. Los riegos incorporan una lámina de aguas de unos 20 cm. en cada oportunidad. En pocos casos se observó riego por surcos, aunque sin control y por lo tanto equivalente a riego por tendido. De acuerdo a información verbal de los agricultores, antes de incorporar a cultivo un suelo nuevo, se procede a apretilarlo y efectuar un mínimo de 3 lavados con láminas de agua de 20 cm. Posteriormente se siembra, con resultados mediocres al primer año y mejoría en los años subsiguientes, llegándose al óptimo a partir del 5° año. Análisis efectuados en una parcela en la cual estaban las tres situaciones presentes en el mismo tipo de suelo se indica en el Cuadro 4.2.3.2-1.

CUADRO 4.2.3.2-1
EVOLUCIÓN DE LA SALINIDAD EN EL TIEMPO EN ÁREAS CULTIVADAS Y
REGADAS DE LIKANTATAY (CALAMA)

CONDICIÓN	Ph	C.E. (dS/m)	BORO (mg/l)	ARSÉNICO (mg/l)	EST.CULTIVO maíz
Suelo sin cultivar (*)	7,4	104,1	47,0	27,4	
Suelo 3 años de cultivo	8,0	12,8	40,2	20,4	Regular
Suelo 5 años de cultivo	8,3	2,2	7,6	2,2	Bien

* Con un lavado previo a la siembra

Se observa un notorio cambio de la salinidad del suelo a medida que pasa el tiempo bajo cultivo, hasta llegar a una situación muy favorable al 5º año, con bajo o nulo problema de sales, persistiendo un nivel alto de boro. Esto demostraría que es factible la eliminación del principal problema vía el lavado asociado a los riegos por pretilas.

En cuanto al área virgen al norte y norponiente de Likantatay, posible área de expansión, ésta se ilustra en la Fotografía N° 9. Corresponde a un área plana a ligeramente ondulada de suelos de texturas franco arenosas finas a franco limosas y franco limosas en profundidad, con presencia de tocas duras aflorando⁶. El suelo aparece disperso y polvillento y la única vegetación visible es grama salada (*Distichlis Spicata*), que se observa rala y en partes desaparece. En menor grado aparecen áreas con cachiyuyo (*Atriplex*), todo lo cual indica presencia extrema de sales. La salinidad en el área norte (obtenida en base a 3 submuestras) indicó cantidades extraordinariamente altas de sales y boro, tanto en el sector norte como en el norponiente.

CUADRO 4.2.3.2-2
SALINIDAD EN EL ÁREA VIRGEN AL NORTE Y AL NORPONIENTE
DE LIKANTATAY (CALAMA)

AREA	Ph	C.E. (dS/m)	Boro (mg/l)
Norte*	7,4	235,5	174,3
Norponiente**	7,2	552,5	259,3

* Unos 500 m. al norte de la última parcela cultivada.

** Unos 500 m. al noroeste de la última parcela cultivada.

El nivel de sales y boro es tan alto que en partes desaparece hasta la especie más resistente a sales conocida, como es la grama salada o "pasto salitre". La faena de habilitación futura para estas áreas es considerable, ya que implica habilitación física vía subsolado unido a labores de lavado muy intenso y frecuente.

• Verdes Campiñas

Ubicada hacia el sur de Likantatay, presenta similares características en cuanto al uso y en cuanto a las condiciones de suelo; topografía plana, texturas franco arenosas en

⁶ Análisis posteriores indican que éstas corresponden a hardpanes calcáreos, a veces cementados por arena fina. En otros casos son costrones salinos de carbonato de sodio cementado con arena fina.

superficie y estratificaciones franco limosas y franco arenosas en profundidad con buen drenaje. Como cultivos: el maíz local y la alfalfa Alta Sierra. El riego es por pretilos con aguas servidas no tratadas (ver Fotografía N° 10). Las condiciones promedio de salinidad en áreas bajo 2-3 años de cultivo (monocultivo de maíz), en comparación al área virgen ubicada al poniente (Fotografía N° 11), se indica en el Cuadro 4.2.3.2-3.

CUADRO 4.2.3.2-3
EVALUACIÓN DE LA SALINIDAD EN ÁREAS BAJO CULTIVO RECIENTE Y SECTORES VÍRGENES EN EL SECTOR VERDES CAMPIÑAS. (CALAMA)

ÁREA	PH	C.E. (dS/m)	BORO (mg/l)	ARSÉNICO
Sectores Cultivados	8,3	5,2	29,5	21,5
Sectores vírgenes al poniente (*)	7,8	120,5	55,6	51,3

* Muestra compuesta obtenida a 300 m. al poniente por camino que atraviesa el "canal de las monjas" en dirección al camino Cobija.

Al igual que en Likantatay, se observa un descenso notable de salinidad, boro y arsénico al comenzar a cultivar (y regar). Aún así los niveles de boro son extraordinariamente altos, imposibilitando cualquier tipo de cultivo que no sea los de adaptación local: maíces (choclero y Pisangalla) y alfalfa. De hecho, conversaciones con los agricultores indicaron que en general fracasan los intentos con otros cultivos.

- **Cobija**

Esta área se ubica al poniente de Calama, por el camino de Cobija a Ojopache, a partir del cementerio hacia el oeste⁷. El área evaluada correspondió a los escasos sectores cultivados ubicados al sur del camino indicado, colectándose una muestra compuesta de suelos. Se efectuaron también observaciones y evaluaciones en el área virgen ubicada al norte de dicho camino, a partir de calicatas representativas de esta enorme área virgen. Cabe señalar que esta área se encuentra muy alterada por depósitos de basura y por faenas de extracción de arena, observables incluso mientras se efectuaba el estudio.

El área de cultivo se caracteriza por presentar topografía plana, suelos de textura franco arenosa fina en superficie y estratificaciones de texturas franco limosas y franco arenosas en profundidad. Se intercalan capas de poco espesor de material turboso. A partir de 100 cm. en algunas áreas se presentó un hardpan calcáreo continuo, que corresponde a un travertino⁸.

Los cultivos consisten de maíz y alfalfa, fracasando el desarrollo de otras alternativas según los escasos agricultores del área.

⁷ Definición arbitraria, ya que el límite con el sector "Cerro Negro" es impreciso (ver plano).

⁸ Concreciones calcáreas de origen orgánico que representan un impedimento al paso de raíces en profundidad.

En cuanto al área virgen, (áreas no intervenidas), ésta presenta un perfil de suelo caracterizado por un horizonte superficial de color oscuro (10YR2/2) altamente orgánico, compuesto de raíces de grama salada, de textura franco arenosa fina, seguido de estratos de arena fina y/o media de espesor variable (20-60 cm.)⁹. A partir de 60 cm. y hasta 1.2 m. se presenta una sucesión de pequeñas estratas de espesor variable de texturas franco arenosas, franco limosas o arena (ver Fotografía N° 12). En superficie se presenta suelo polvillento típico del exceso de sales y vegetación escasa de grama salada y eventualmente Atriplex. En algunas áreas afloran también toscas duras de naturaleza calcárea, al igual que al norte de Likantatay.

Los análisis practicados en el área Cobija bajo cultivo y en una calicata representativa del área virgen, indicaron los valores que se indican en el Cuadro 4.2.3.2-4.

CUADRO 4.2.3.2-4
SALINIDAD EN EL ÁREA CULTIVADA Y VIRGEN DE COBIJA (CALAMA)

ÁREA	PROF.	Ph	C. E. (dS/m)	BORO (mg/l)
Sector cultivado	0-30	7,1	17,3	25,8
Calicata en sector virgen	0-25	7,1	89,2	49,7
	25-65	7,4	98,4	57,5
	65-120	7,9	41,7	100,4

La diferencia de salinidad es notoria en el caso del área bajo cultivo, pero manteniéndose en ésta niveles de salinidad y boro incompatibles con la mayoría de los cultivos agrícolas, exceptuando los de adaptación local.

- **Cerro Negro**

Corresponde al área vecina al camino Cobija-Ojopache, entre el área urbana de Calama y el cementerio (límite arbitrario). En este caso el trabajo consideró observaciones y muestreos en parcelas agrícolas a ambos lados del camino. Los suelos son una continuación de lo indicado para el área Cobija, sólo que aparecen modificados por el manejo asociado al mayor cultivo, el cual se realiza con mayor intensidad que en el área de Cobija. La salinidad actual del área fue evaluada en base a muestreos que consideraron 2 parcelas al lado norte y dos al lado sur del camino Cobija, en base a muestras compuestas. Los resultados se indican en el Cuadro 4.2.3.2-5.

CUADRO 4.2.3.2-5
EVALUACIÓN DE LA SALINIDAD EN ÁREAS CULTIVADAS EN CERRO NEGRO.
(CALAMA)

ÁREA	PROF.	Ph	C. E. (dS/m)	BORO (mg/l)
Sector norte	0-30	7,8	14,6	21,5
Sector sur	0-30	7,5	12,9	17,3

⁹ Corresponde a la capa que explotan los areneros.

La salinidad del área es algo menor que en Cobija, pero se mantienen los altos niveles de boro.

4.2.3.3 Conclusiones Área Calama

Las muestras efectuadas en Likantatay y Verdes Campiñas indican que el lavado del suelo efectuado en la habilitación previa de los suelos, unidos al lavado implicado en el cultivo agrícola (riegos por inundación), conducirían al cabo de 5 años a situaciones de baja salinidad, persistiendo eso sí niveles de boro altos pero tolerables para varios cultivos, dentro de estos: zapallo, avena, acelga, betarraga, espinaca, apio, lechuga, repollo, zanahoria, cebolla, ajo, albahaca, perejil. Estos cultivos y otros con los cuales habría que experimentar y seleccionar variedades (tomate, pimentón, melón, sandía, maíces híbridos, alcachofa), podrían desarrollarse sin una merma notoria de rendimiento (más de 50%).

Es probable que el período de tiempo hasta habilitar el suelo podría acortarse al conocer la calidad química del agua de riego y adecuar una estrategia de lavado acorde a ésta y al suelo, que afortunadamente es de permeabilidad moderada y buen drenaje.

Las áreas vírgenes al norte y norponiente requerirían, previo a un lavado intenso y de alta frecuencia, de un trabajo de habilitación que considere subsoladura a 1.0 m. de profundidad para romper las áreas con fragipan. Además se requeriría de un estudio detallado que indique las áreas con toscas duras superficiales no removibles.

Para el área de Cobija y Cerro Negro valen, en general, las mismas consideraciones. Sin embargo, la presencia de una tosca dura calcárea (travertino) produce problemas al drenaje. Dada la profundidad (1-1,2 m) y el espesor (al menor 30 cm.), es muy difícil y costosa removerla. Sin embargo, el travertino no es impedimento absoluto al paso de agua y mantiene un mínimo de canalículos por los cuales el agua puede percolar, pero aún así habrá que estudiar en la práctica el comportamiento frente al lavado. Si bien la percolación del agua puede presentar algún grado de problema al efectuar lavados, el drenaje general del área es bueno, existiendo pendiente hacia el poniente y vías de desagüe (pequeños bajos) que van conduciendo las aguas, al drenaje natural muy profundo representado por el profundo cajón de Ojopache (ver Fotografías N° 13 y N° 14).

4.2.4 Suelos del Área de San Pedro de Atacama

4.2.4.1 Generalidades

Los suelos de la zona de San Pedro de Atacama tienen un origen aluvial complejo. El carácter inestable y torrencioso de los ríos característicos de regiones áridas, y en especial éstas, sujetas al “invierno boliviano”, produce depósitos sedimentarios de gran variabilidad. Estos sedimentos provienen de diversos orígenes tales como: piedmont coluviales, arenas y sedimentos finos arcillosos en general de color rojizo (5YR4/3). De esta manera el perfil de los

suelos muestra una marcada estratigrafía que proviene de depósitos diversos asociados a los sucesivos aluviones.

Los antecedentes revisados indican que el drenaje general del área y de cada suelo en particular es bueno, siendo muchas veces excesivo debido a la predominancia de texturas gruesas. El problema salino superficial es leve, pero llega a ser moderado en el subsuelo en algunos sectores.

Por otra parte, el Boro (en el extracto saturado) se encuentra a niveles bastante superiores a los indicados como perjudiciales para cultivos sensibles (0.7 p.p.m.).

4.2.4.2 Trabajo Realizado

Consistió en un rechequeo general de los suelos, los cuales ya fueron estudiados con bastante detalle anteriormente¹⁰. Por otra parte, se efectuó también una actualización de los valores de salinidad y de boro, agregándose determinaciones de arsénico, no incluidos en dicho estudio.

En terreno se procedió al examen del perfil de suelo de las series identificadas en el estudio antes citado, auscultándose entre 3 y 5 predios en cada uno de los ayillos. Este examen del perfil se efectuó principalmente en base a barreno agrológico y en menor grado en base a calicatas.

En líneas gruesas, lo observado concuerda con lo que se indica en los planos del estudio base, con las lógicas diferencias debidas a la alta variabilidad de suelos, imposible de mapear. De esta manera, el estudio actual hace suyo el anterior en cuanto a las características y ubicación espacial de las series y fases en la cartografía 1:10.000 disponible.

En cuanto a la actualización de salinidad, ésta consideró el pH, la conductividad eléctrica, el boro soluble y el arsénico soluble. Para estos efectos se procedió a coleccionar muestras compuestas por serie de suelo (0-30 cm), considerando al menos 5 submuestras de cada serie en los diferentes ayillos. En el caso de la serie más importante (Cachiyuyal), se consideraron 4 muestras.

A partir de los antecedentes anteriores, los actuales, la apreciación del estado actual de los cultivos y experiencias anteriores, se ha elaborado una cartografía interpretativa nueva, dirigida fundamentalmente a precisar la aptitud de los suelos y sus condicionantes sobre bases cartográficas, considerando la globalidad de factores limitantes. Como producto se presentan: a) el plano base de suelos (R&Q) en escala original 1:10.000 (Planos N°3 y N°4 del Álbum de Planos), acompañado en el texto de la descriptiva resumida de cada serie y unidad, y b) un plano interpretativo de suelos con cinco categorías de uso (Planos N°5 y N°6 del Álbum de Planos).

¹⁰ Manejo experimental de la Cuenca del Río San Pedro de Atacama, II Región. 1995. Trabajo realizado por R&Q Ingeniería Ltda., para la Dirección de Riego del MOP.

En los puntos siguientes se detallan y comentan los resultados de los análisis de salinidad efectuados, contrastados con los del estudio base, un análisis resumido de los suelos presentes, de acuerdo a la descriptiva de R&Q y por último, un desarrollo propio de categorías de uso de suelo.

4.2.4.3 Análisis del Problema de Salinidad

Los análisis de salinidad efectuados en la capa superficial del suelo (0-30 cm) se indican en el Cuadro 4.2.4.3-1 en forma comparativa con los valores indicados en el estudio base.

CUADRO 4.2.4.3-1
COMPARACIÓN DE LA SALINIDAD ACTUAL DEL SUELOS (AÑO 2000) VERSUS LA INDICADA EN EL ESTUDIO BASE (AÑO 1995). (R&Q Ingeniería Ltda. 1995)

SERIE	PH	C.E. (ds/m)	B (mg/l)	PH	C.E. (ds/m)	B (mg/l)
Chachiyuyal 1	8.3	3.6	3.2	8.2	3.2	2.4
2	8.4	2.7	8.2			
3	8.2	3.5	3.5			
4	8.4	3.6	5.1			
Cucuter	8.4	4.3	5.4	8.2	4.0	2.9
Maizal	8.5	3.4	6.1	8.4	3.7	2.7
Solor	8.5	3.0	5.0	8.3	3.9	3.5
Tm.Cucuter	8.3	2.8	7.0	8.3	2.6	2.2
Tulor	8.4	2.9	3.8	8.4	2.1	-
Vec.Cucuter	8.5	3.7	5.8	8.2	3.8	3.1
T3	8.4	3.2	3.9	8.1	5.4	2.9
PROMEDIO	8.4	3.3	5.2	8.3	3.6	2.8

A pesar de que la comparación no es sobre las mismas bases (muestra compuesta vs. muestra puntual de una calicata, en el estudio de R&Q), se observa en general una similitud en lo que respecta al pH y la C.E. Sin embargo, el boro habría aumentado actualmente al doble. Con el estudio actual no se puede detectar la causa de este aumento, sin embargo, sólo cabe señalar que el contenido de boro en el suelo es muy variable y condicionable por las prácticas de manejo, en especial las de riego. En efecto, tanto este estudio como el anterior indican que la salinidad, y en mayor grado el boro, varía bastante dentro de la misma serie (comparar serie Cachiyuyal) e incluso dentro de la misma serie y fase (ver estudio de R&Q), siendo difícil por lo tanto extrapolar valores a áreas vecinas, incluso dentro de la misma unidad de suelos. Muy importante desde el punto de vista de aptitud frutal es la salinidad y contenido de boro del subsuelo, información que se tomará de R&Q para efectos de definir las categorías.

4.2.4.4 Características de las Series y Unidades de Suelo

A continuación se describen las características más relevantes del perfil para la determinación del uso agrícola de las series de suelos identificados por R&Q en el áreas de San

Pedro de Atacama. El detalle resumido de las diferentes unidades y su correspondiente categoría se señalan en el Anexo 4.2-2.

- **Serie Cachiyuyal (símbolo CY en mapas)**

Suelo plano y profundo. Texturas moderadamente finas en el perfil. **Salinidad mayor a 6 dS/m a partir de 100 cm.** Boro alrededor de 3 mg/l a partir de 100 cm. **La salinidad se atenúa en las fases de texturas más gruesas.**

- **Serie Cucuter (símbolo CU en mapas)**

Suelo plano, profundo. De texturas medias hasta 80 cm. A partir de esa profundidad y hasta 150 cm., arcilloso masivo. **Salinidad en incremento en la profundidad, 6 dS/m a 40 cm., 9 a 88 cm y 12 dS/m a 120 cm.**

- **Serie Maizal (símbolo MZ en mapas)**

Suelo plano, moderadamente profundo. Texturas moderadamente gruesas en todo el perfil. Salinidad baja en el perfil.

- **Serie Solor (símbolo SO en mapas)**

Suelo plano, moderadamente profundo. Texturas franca en superficie y franco arenosa a areno franca en profundidad y hasta 1.5m. Baja salinidad en el perfil, exceptuando boro alto en la estrata superficial pero bajo en profundidad.

- **Serie Triángulo de Cucuter (símbolo TC en mapas)**

Suelo de moderadamente profundo a profundo. Texturas medias o moderadamente gruesas sobre arcilla a 1 m. de profundidad. Baja salinidad, con incremento en el subsuelo arcilloso a 1 m.

- **Serie Tulor (símbolo TL en mapas)**

Suelo profundo, plano. Estratificado, con capas de textura gruesa a moderadamente gruesa. Baja salinidad.

- **Serie Vecinal Cucuter (símbolo VC en mapas)**

Suelo profundo, plano. Estratificado. Texturas moderadamente gruesas con intercalaciones de moderadamente finas. Aumento del nivel de boro en profundidad.

Se describen también en el estudio misceláneos aluviales que corresponden a suelos cuya variabilidad en cuanto a estratificación y otros factores es muy alta. Dentro de éstos se pueden separar:

- **T1** (mismo símbolo en planos)

Son áreas de suelo delgado. De textura arenosa sobre gravas en matriz arenosa a 40 cm. La matriz aparece compactada y no posibilita crecimiento adecuado de raíces.

- **T2** (mismo símbolo en planos)

Son suelos de profundidad media. Muy estratificados alternándose estratos moderadamente gruesas y moderadamente finas. El substratum es de gravas en matriz arenosa sin crecimiento de raíces.

- **T3** (mismo símbolo en planos)

Suelos delgados, estratificados. Texturas moderadamente finas a gruesas con intercalaciones de arena. Raíces hasta 40 ó 50 cm. sobre substratum de gravas.

- **T4** (mismo símbolo en planos)

Son áreas de piedmont entre una terraza y otra. Moderadamente profundos. Textura moderadamente fina. Pendiente 2-5%.

4.2.4.5 Categorías de Suelos en Relación a Aptitud

Tomando en consideración las características del perfil de suelo en cuanto a estratificaciones y estratos compactados, la salinidad, el contenido de boro y la topografía, se han separado seis categorías de suelos en directa relación al uso potencial y a algunas prácticas de manejo necesarias.

Categoría A

Estos suelos son planos, profundos, de texturas moderadamente finas a moderadamente gruesas, sin impedimentos por discontinuidad de texturales abruptas que generen problemas de aireación. El subsuelo es de drenaje rápido. La salinidad del suelo y subsuelo se mantiene a nivel bajo, entre 2 y 4 dS/m. y los niveles de boro no se incrementan en profundidad, manteniéndose en general entre 2 y 3 mg/l.

La aptitud es para todo cultivo y frutal que permita la condición climática y los niveles de salinidad y boro, que se indica en el Cuadro 4.2.4.5-1.

No se requiere de medidas especiales en cuanto al riego, como no sean técnicas adecuadas de riego para no incrementar el tenor salino y de boro.

CUADRO 4.2.4.5-1
LISTA DE CULTIVOS POSIBLES DE DESARROLLAR EN
LAS CATEGORIAS A, B y C DE SUELOS

HORTALIZAS	CULTIVOS EXTENSIVOS	PASTOS	FRUTALES
Espárrago	Cebada	Alfalfa	Higuera
Betarraga	Trigo	Festuca	Olivos
Alcachofa	Avena	Avena	Tuna
Cebolla	Sorgo		Mora
Espinaca	Raps		Palma Datilera
Acelga	Maravilla		Peral*
Chalota	Remolacha		Vid**
Papa			
Apio			
Maíces híbridos			
Maíz local			
Zapallo			
Perejil			
Ajo			
Melón			
Lechuga			

* En varios ayllos se observaron perales en producción, variedades locales tales como "mantequilla", "blanca de Toconao" y "blanca". Si bien presentaban síntomas de necrosis y clorosis atribuibles a la salinidad y al boro, logran producciones económicas.

** En un ayllu (Cucuter) se observó una variedad de uva ("negra de Toconao" que corresponde a la variedad Mission) creciendo y produciendo fruta, mientras otras variedades ("del sur") estaban muy afectadas.

Categoría B

Engloba suelos profundos a moderadamente profundos, cuyo perfil presenta texturas moderadamente gruesas y gruesas. No presentan acumulaciones salinas ni de B en el perfil más allá de las típicas señaladas para A.

Estas áreas son aptas para todo cultivo y especie frutal, **con medidas especiales en cuanto al riego**. Estas medidas tienen que ver con el control de erosión y frecuencia de riego, además de las necesarias para no incrementar el nivel de sales y boro en el perfil.

Categoría C

Esta categoría abarca áreas de suelo en las cuales no es recomendable la plantación de frutales y/o vides por alguna o varias de las siguientes situaciones:

- Salinidad y B creciente en el subsuelo hasta niveles muy perjudiciales (C.E. entre 6 y 12 ds/m y B, 3 a 12 mg/l).
- Estratificación abrupta.

- Subsuelo arcilloso masivo o subsuelo con compactación de arena fina.

Estas áreas son aptas para los cultivos y praderas de la zona, pero inadecuados para frutales.

Categoría D

Estas áreas corresponden a suelos con pendiente mayor a 3 y hasta 5%, onduladas y también a áreas de suelo muy delgadas, pedregosas, con texturas muy gruesas en la matriz. Aptitud para todo cultivo y frutal que posibilite el clima y la condición salina típica, pero que obligadamente **debe regarse mediante riego tecnificado**.

Categoría E

Aptitud para todo cultivo, pero bajo riego controlado. No recomendable para frutales por alguno o varios de los considerandos indicados en la Categoría C. En general son suelos de profundidad media a delgada, estratificados, de texturas gruesas.

Categoría F

Inapto para uso agrícola. Incluye dunas, cerros, cajas de río y caída entre terrazas con pendientes cortas y altas.

Las superficies dentro de cada categoría se indican en el Cuadro 4.2.4.5-2.

CUADRO 4.2.4.5-2
SUPERFICIE DE LAS DIFERENTES CATEGORÍAS DE APTITUD
EN SAN PEDRO DE ATACAMA

Categoría	Hectáreas
A	663,5
B	260,4
C	597,3
D	124,9
E	157,8
F	56,6
TOTAL ESTUDIADO	1.860,5

4.2.4.6 Gama de Cultivos Posibles

Tomando en consideración la información mundial sobre tolerancia a sales y boro, información nacional sobre tolerancia a sales y boro en experimentos conducidos en la zona de Calama¹¹ y la apreciación visual del desarrollo de cultivos en el estudio efectuado en San Pedro

¹¹ Ferreyra, R., Aljaro, A., Ruiz Sch., R and J. Oster. Behaviour of 42 crops species grown in saline soils with high boron concentrations. 1997. Agricultural Water Managements 34 : 111-124.

de Atacama (Fotografías 15 a 22), se ha desarrollado la siguiente lista de cultivos posibles de desarrollar en las categorías A, B y C, sin una merma importante en su rendimiento y/o calidad:

Existen además otra serie de cultivos y frutales con los cuales habría que experimentar en el área, ya que los efectos de ésta puede variar por la condición climática local, por las prácticas de riego y por la especial connotación ya señalada de áreas salinas con exceso de boro y en el caso de frutales, por el portainjerto. Al respecto existen estudios en frutales en los cuales la toxicidad de boro se atenúa en presencia de sales, como es el caso de San Pedro. Tal es el caso de los frutales de hueso, injertados sobre patrones como Mirobalan¹². En el caso de la vid también existen patrones que confieren cierta resistencia frente a la salinidad (Saltcreek por ej.) que se podrían evaluar.

Será necesario también probar la adaptabilidad de especies hortícolas importantes tales como tomate, pimentón, repollo, que en teoría tendrían problemas. Es probable que seleccionando variedades y con un manejo adecuado del riego, estos cultivos puedan llegar a producir y generar una rentabilidad.

¹² El Motaium, R., et al. 1994. The relative tolerance of six Prunus Rootstocks to Boron and Salinity. J. Amer. Soc. Hort. Sci 119(6): 1169-1175.

4.3 PRECIPITACIONES

4.3.1 San Pedro de Atacama

4.3.1.1 Información Disponible

El régimen de precipitaciones de la cuenca San Pedro de Atacama es irregular y aleatorio, debido fundamentalmente a que en ciertas áreas transcurren períodos de varios años sin la presencia de precipitaciones y, en otras zonas de mayor altura, algunos años presentan intensas precipitaciones que originan grandes avenidas en los cauces de la cuenca.

Las mayores precipitaciones se presentan en el verano como consecuencia de la influencia de los frentes tropicales que se conoce con el nombre genérico de "Invierno Boliviano". También suele presentarse un aumento de las precipitaciones en los meses de mayo y junio como consecuencia de la influencia de los frentes provenientes del océano Pacífico que llegan muy debilitados a esta zona.

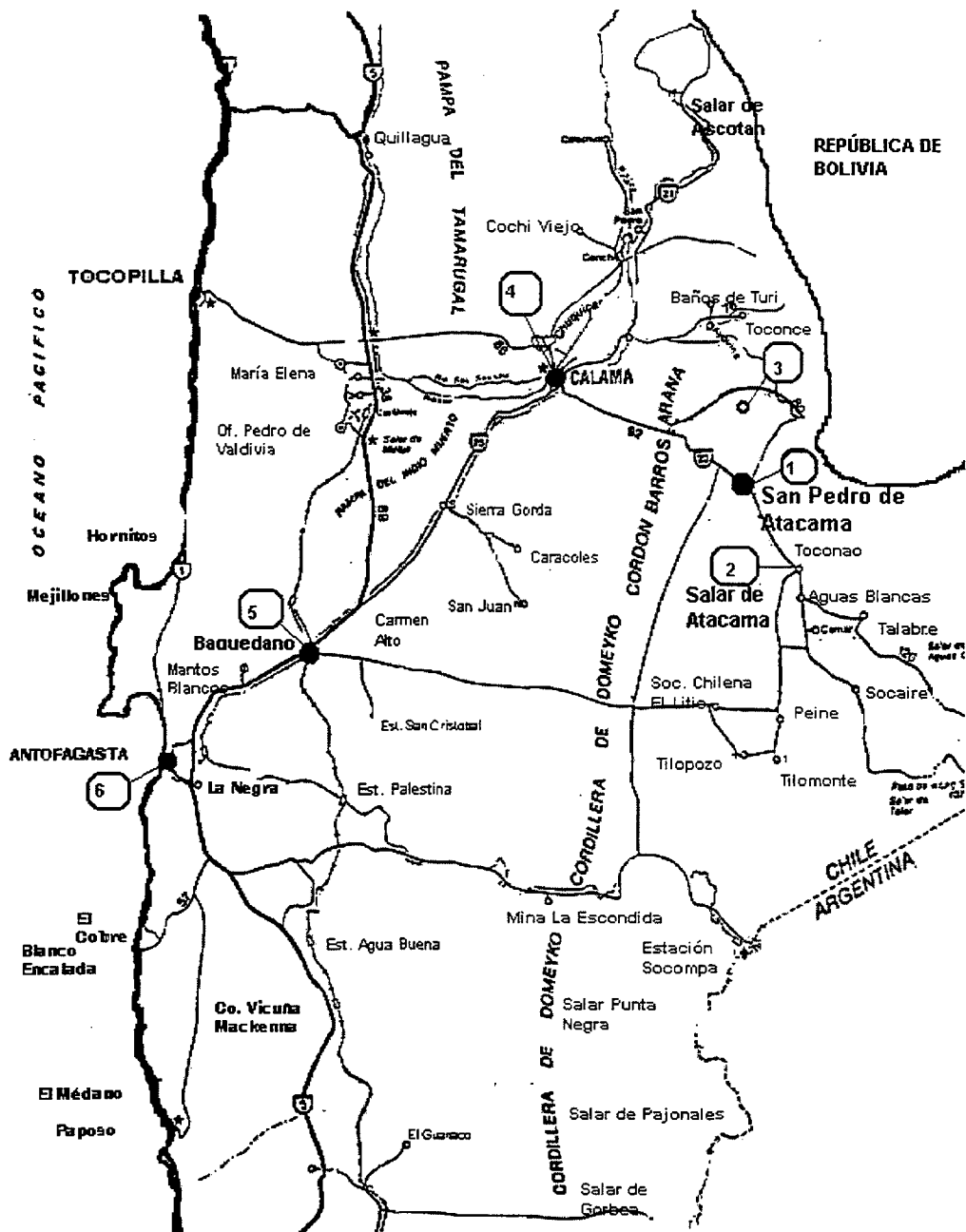
En la cuenca del Salar de Atacama existen cuatro estaciones pluviométricas: San Pedro de Atacama, Río Grande, Toconao y Socaire. Para efectos de este análisis se considerarán las tres primeras de las indicadas.

En el Cuadro 4.3.1.1-1 se presentan las características de estas estaciones y en la Figura 4.3.1.1-1 su ubicación geográfica.

CUADRO 4.3.1.1-1
CARACTERÍSTICAS ESTACIONES PLUVIOMÉTRICAS

ESTACIÓN	LATITUD	LONGITUD	ALTITUD (msnm)	P media (mm)	PERÍODO	
					DESDE	HASTA
San Pedro de Atacama	25°55'	68°18'	2.450	28,1	1959	1999
Río Grande	22°39'	68°10'	3.250	76,1	1977	1999
Toconao	23°11'	68°05'	2.430	51,0	1976	1999

FIGURA 4.3.1.1-1
UBICACIÓN ESTACIONES PLUVIOMÉTRICAS



ESTACIONES PLUVIOMÉTRICAS

- | | | | |
|----|----------------------|----|-------------|
| 1. | SAN PEDRO DE ATACAMA | 4. | CALAMA |
| 2. | TOCONAO | 5. | BAQUEDANO |
| 3. | RÍO GRANDE | 6. | ANTOFAGASTA |

4.3.1.2 Precipitaciones Mensuales

El análisis del régimen de precipitaciones se basó fundamentalmente en las estaciones de San Pedro de Atacama, Toconao y Río Grande. Las estadísticas de estas estaciones se presentan en los Cuadros 4.3.1.2-1 a 4.3.1.2-3.

A partir de esta información se calcularon los estadígrafos de dispersión: promedio mensual y anual durante el período, desviación estándar, coeficiente de variación y valores de precipitaciones máximas y mínimas.

La distribución de la precipitación media mensual de las tres estaciones indicadas anteriormente se presenta en la Figura 4.3.1.2-1 y en las Figuras 4.3.1.2-2 a 4.3.1.2-4 se presentan las curvas de variación estacional de las precipitaciones mensuales.

En todas las figuras anteriores se puede concluir que la temporada de lluvias corresponde a los meses de enero a marzo, existiendo un pequeño incremento en los meses de mayo y junio.

FIGURA 4.3.1.2-1
DISTRIBUCIÓN DE LA PRECIPITACIÓN MEDIA MENSUAL

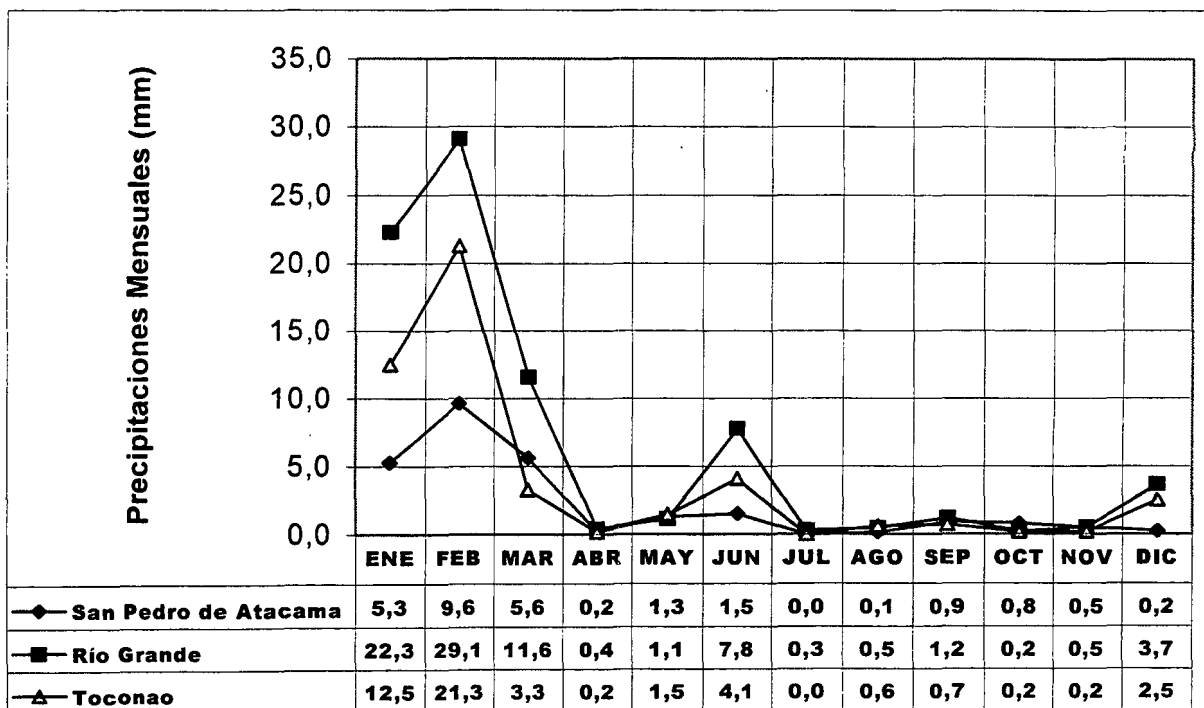
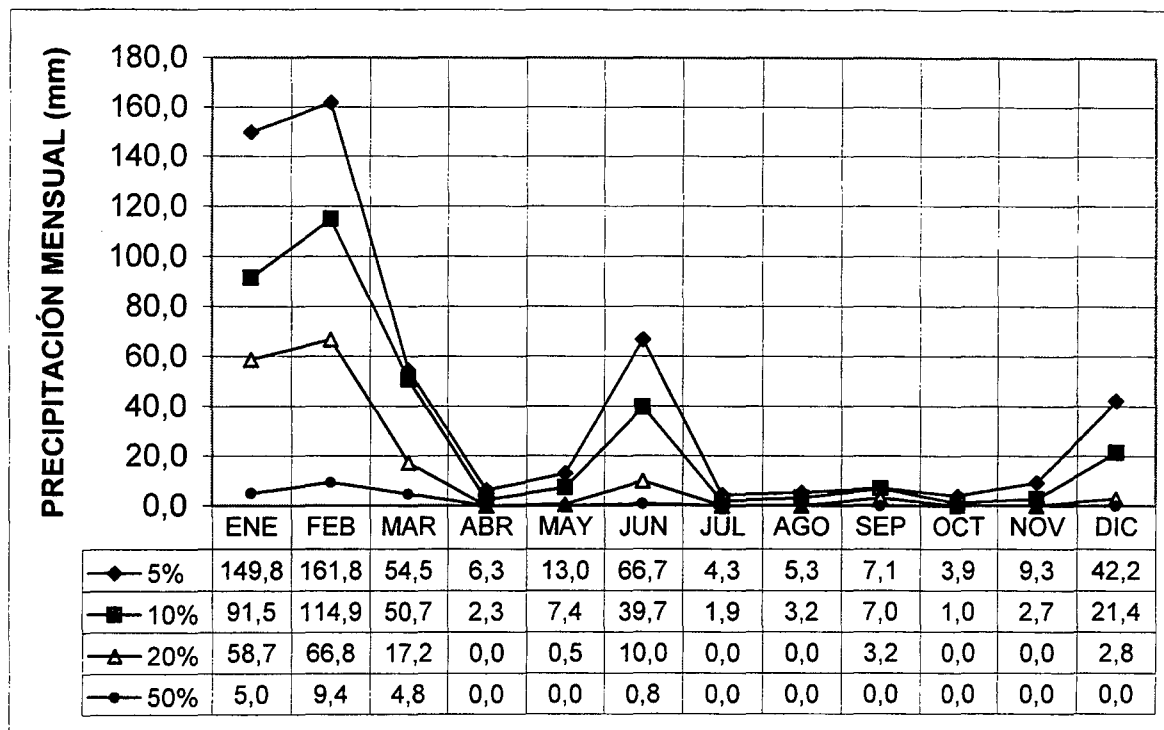


FIGURA 4.3.1.2-4
CURVAS DE VARIACIÓN ESTACIONAL RÍO GRANDE



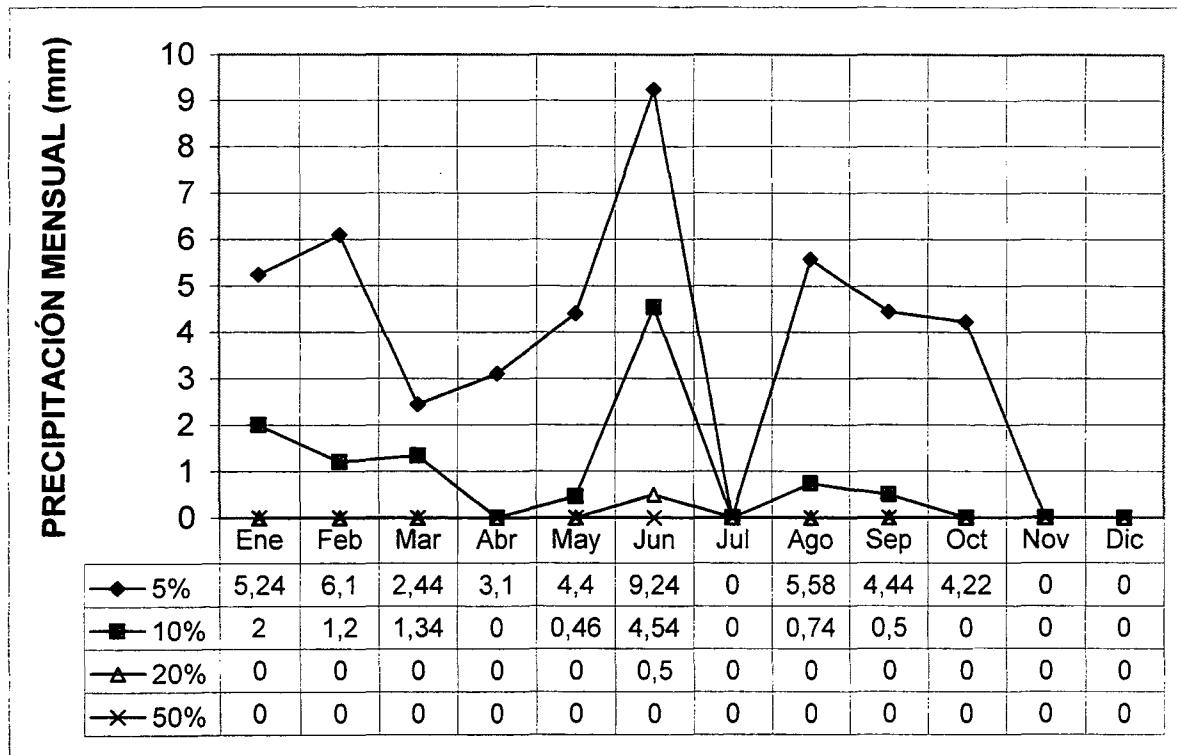
4.3.2 CALAMA

El régimen de precipitaciones de la estación Calama, perteneciente a la cuenca del río Loa, también presenta un régimen irregular y aleatorio, el cual se caracteriza por la ausencia de precipitaciones en la mayoría de los meses del año.

Las pocas precipitaciones se producen en los meses de verano y entre agosto y septiembre. El registro de precipitaciones de esta estación es de 1965 a 1999.

La estación pluviométrica de Calama se ubica en los 22°28' de latitud sur y 68°55' de longitud oeste y a cota de 2.260 m.s.n.m. En el Cuadro 4.3.2-1 se presenta la estadística de precipitaciones mensuales y en la Figura 4.3.2-1 las curvas de variación estacional.

FIGURA 4.3.2-1
CURVAS DE VARIACIÓN ESTACIONAL CALAMA



4.3.3 BAQUEDANO

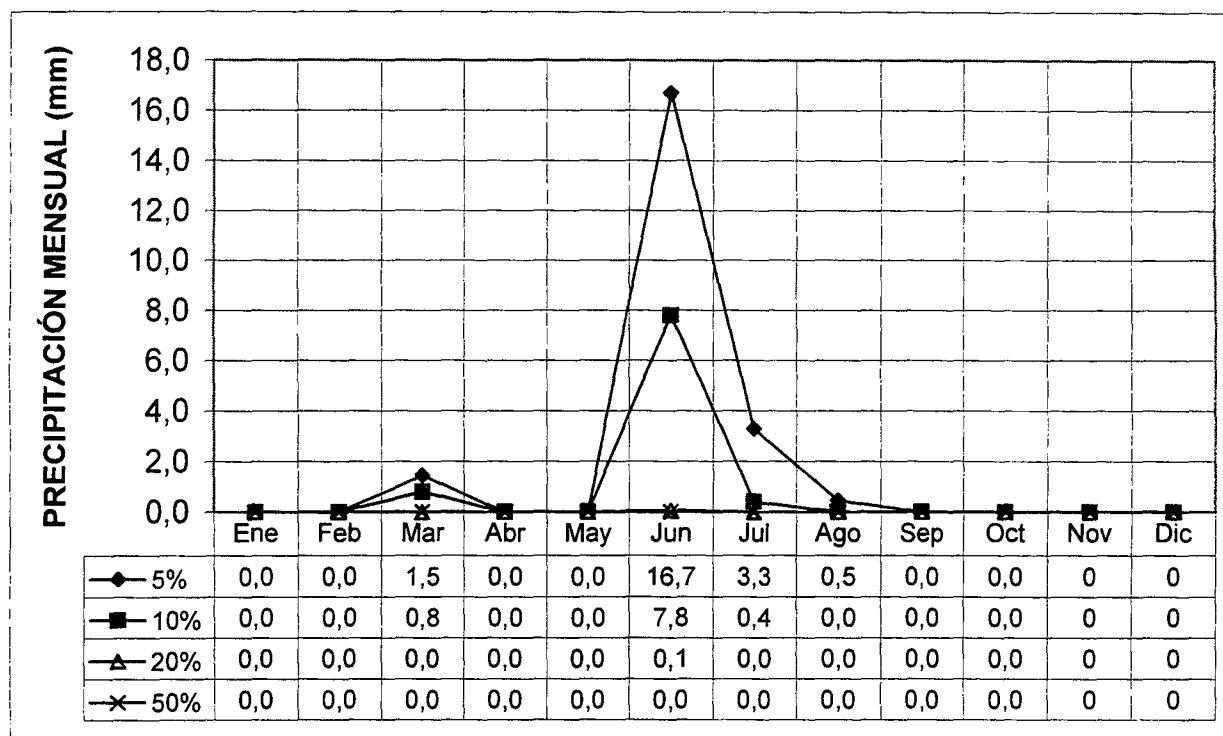
El régimen de precipitaciones de la estación Baquedano, se caracteriza por las escasas precipitaciones a lo largo del año. Sin embargo, las pocas precipitaciones que se producen se concentran en los meses de junio y julio.

El registro de precipitaciones de esta estación es de 1975 a 1999.

La estación pluviométrica de Baquedano se ubica en los 23°19' de latitud sur y 69° 50' de longitud oeste y a una altitud de 1.032 m.s.n.m.

En el Cuadro 4.3.3-1 se presenta la estadística de precipitaciones mensuales y en la Figura 4.3.3-1 las curvas de variación estacional.

FIGURA 4.3.3-1
CURVAS DE VARIACIÓN ESTACIONAL BAQUEDANO



4.3.4 ANTOFAGASTA

El régimen de precipitaciones de la estación Antofagasta, se caracteriza por presentar escasas precipitaciones entre los meses de enero a septiembre y, nulas el resto del año. Los meses de junio y julio son los que presentan las mayores precipitaciones y concentran más del 50% de ellas.

La estación pluviométrica de Antofagasta se ubica en los 23° 41' de latitud sur y 70° 25' de longitud oeste y a una altitud de 35 m.s.n.m.

El registro de precipitaciones de esta estación es de 1978 a 1999.

En el Cuadro 4.3.4-1 se presenta la estadística de precipitaciones mensuales y en la Figura 4.3.4-1 las curvas de variación estacional.

4.4 AGUAS SUPERFICIALES

4.4.1 Introducción

Es este capítulo se analizarán los recursos hídricos superficiales pertenecientes a la cuenca del salar de Atacama y que son utilizados en el oasis de San Pedro.

En las otras localidades donde se analizan los proyectos de riego, los recursos hídricos provendrían de los efluentes tratados en las respectivas plantas de tratamientos. Por lo tanto, no habría utilización de aguas superficiales exceptuando la localidad de San Pedro de Atacama.

4.4.2 Descripción del Sistema Hidrográfico

La cuenca del Salar de Atacama se ubica entre los paralelos 22°30' y 24°00' de latitud Sur. La superficie de su hoya hidrográfica es 15.400 Km², aproximadamente, correspondiendo gran parte de esa superficie al área que ocupa el Salar propiamente tal.

A pesar que el Salar recibe las aguas de innumerables cursos de agua, los únicos que tienen importancia, tanto desde el punto de vista de sus caudales como de su utilidad, son el río San Pedro de Atacama y el río Vilama los cuales se describen con mayor detalle a continuación.

- Río San Pedro de Atacama

El río San Pedro se forma de la confluencia de los ríos Jauna y Putana. El primero de ellos nace en los cerros de Tocarपुरi y el Tatio, y el segundo, en los ojos de Agua del Putana. A su vez, el río Putana recibe al río Incahuasi como su principal afluente; el río Putana es también afluente del río Jauna el que escurre en sentido norte-sur, recibiendo éste los aportes del río Peñaliri o Machuca, dando nacimiento este conjunto de escurrimientos naturales al río Grande, el cual es uno de los principales afluentes del río San Pedro.

La quebrada del río Grande es drenada por el río del mismo nombre, el cual se conforma de la confluencia de los ríos Jauna y Putana, los que nacen en los cerros que forman el volcán Tatio de 5341 msnm y en el estero Ojos del Putana que drena los faldeos del volcán del mismo nombre de 5890 msnm, respectivamente.

El afluente principal del río San Pedro es el río Salado con un caudal promedio de 200 l/s, corre paralelo al río principal y muy próximo a él desde San Bartolo hasta su confluencia.

El río San Pedro es el de mayor caudal y más largo de la cuenca de Atacama, drena desde su nacimiento una extensión de 70 km de longitud.

- **Río Vilama**

El río Vilama tiene su hoya hidrográfica independiente del río San Pedro y, sus nacientes algo más al sur, son esencialmente de origen termal. Uno de sus afluentes más importante es el río Puritama, el cual nace en los baños de Puritama a 3.695 msnm y el río Frío que tiene iguales fuentes. El río Vilama desemboca en el Salar al sur de Ayillo de Poconche.

Los escasos caudales de los ríos San Pedro y Vilama se ven agravados por el problema de la calidad de sus aguas. Debido a los terrenos fuertemente salinos que atraviesan, su contenido total en sólidos es muy alto, especialmente en cloruros y carbonatos.

Otro problema que presentan estos ríos corresponde a las crecidas o bruscos aumentos de caudal. Las precipitaciones de la alta cordillera durante enero a marzo se desplazan a occidente aumentando su caudal bruscamente. Estas crecidas se presentan cada 3 a 4 años y tienen el mismo ritmo de las lluvias que llegan a San Pedro.

4.4.3 Información Disponible

Aproximadamente a 15 Km antes de llegar al pueblo de San Pedro de Atacama, en un sector denominado Cuchabrachi, existe desde 1947 una estación fluviográfica que controla una cuenca de 933 Km². En el Cuadro 4.4.3-1 se presentan las estadísticas de caudales medios mensuales controladas por la DGA.

Por otra parte, en el río Vilama aproximadamente a 5 km antes del pueblo, nace un canal que prácticamente capta toda el agua, siguiendo un trazado por el lado poniente para llegar a los terrenos de cultivos vecinos al pueblo.

El río Vilama tiene un control fluviométrico de sólo dos años, correspondiendo éstos a los años 1971 y 1972. Por otra parte, el canal Vilama cuenta con registros incompletos a partir de 1976 en la estación fluviográfica ubicada cerca de la planta azufrera de Vilama, a la salida del pueblo. Las estadísticas de ambas estaciones se pueden observar en los Cuadros 4.4.3-2 y 4.4.3-3, respectivamente.

A las estadísticas de las estaciones indicadas anteriormente se les determinó los siguientes parámetros:

- Valores promedios de los caudales mensuales y anuales
- Desviación estándar y coeficiente de variación
- Valores extremos de las series (valores máximos y mínimos)

CUADRO 4.4.3-1
CAUDALES MEDIOS MENSUALES (m³/s)
RÍO SAN PEDRO EN CUCHABRACHI

CÓDIGO: 02510001-8 LATITUD S: 22° 47' LONGITUD W: 68° 12' ALTITUD: 2585 msnm
SUP. CUENCA: 933 km²

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	PROM
1964	0,260	0,940	0,770	0,810	0,850	0,870	0,850	0,830	0,730	0,710	0,780	0,810	0,768
1965	0,810	0,740	0,810	0,790	0,860	0,900	0,900	0,860	0,870	0,800	0,750	0,760	0,821
1966	0,750	0,700	0,760	0,790	0,860	0,850	0,910	0,910	0,820	0,710	0,700	0,720	0,790
1967	0,800	0,820	0,820	0,830	0,860	0,810	1,030	0,850	0,770	0,660	0,650	0,670	0,798
1968	0,810	0,800	0,660	0,700	0,940	0,920	1,030	0,910	0,750	0,650	0,770	0,770	0,809
1969	0,720	0,640	0,690	0,710	0,710	0,740	0,840	0,880	0,760	0,740	0,710	0,730	0,739
1970	0,720	0,770	0,630	0,870	0,900	0,960	1,080	0,980	1,200	0,780	0,690	0,720	0,858
1971	0,730	0,880	0,750	0,760	0,840	0,860	0,910	0,900	0,820	0,710	0,580	0,480	0,768
1972	2,310	2,380	1,090	1,110	1,220	1,260	1,320	1,320	1,200	1,030	1,010	1,050	1,358
1973	1,340	1,590	6,000	1,340	1,310	1,260	1,240	1,040	1,050	1,050	1,010	1,010	1,603
1974	0,650	0,650	0,550	0,560	0,620	0,640	0,670	0,670	0,610	0,520	0,510	0,530	0,598
1975	0,790	0,780	0,670	0,680	0,750	0,770	0,810	0,810	0,740	0,630	0,620	0,640	0,724
1976	0,870	0,880	0,740	0,740	0,810	0,830	0,830	0,880	0,920	0,880	0,790	0,830	0,833
1977	0,860	0,850	0,730	0,740	0,810	0,840	0,880	0,860	0,800	0,690	0,680	0,710	0,788
1978	0,710	0,710	0,630	0,660	0,720	0,770	0,800	0,790	0,730	0,550	0,550	0,680	0,692
1979	0,840	0,580	0,650	0,680	0,750	0,800	0,850	0,870	0,830	0,630	0,630	0,670	0,732
1980	0,670	0,710	0,790	0,670	0,810	0,810	0,800	0,750	0,700	0,670	0,610	0,730	0,727
1981	0,750	1,140	0,570	0,740	0,800	0,810	0,800	0,780	0,740	0,630	0,590	0,570	0,743
1982	0,620	0,660	0,640	0,730	0,840	0,870	0,910	0,910	0,830	0,710	0,700	0,720	0,762
1983	0,710	0,580	0,670	0,660	0,770	0,760	0,850	0,780	0,710	0,670	0,680	0,640	0,707
1984	2,300	0,700	0,640	0,600	0,720	0,730	0,700	0,720	0,710	0,590	0,610	0,660	0,807
1985	0,620	0,920	0,980	0,810	0,790	0,850	0,820	0,780	0,820	0,720	0,730	0,700	0,795
1986	1,070	1,060	0,900	0,670	0,730	0,750	0,810	0,810	0,710	0,710	0,700	0,680	0,800
1987	0,830	0,670	0,890	0,730	0,780	0,860	0,830	0,820	0,810	0,700	0,720	0,700	0,778
1988	0,730	0,690	0,670	0,720	0,800	0,810	0,790	0,750	0,690	0,550	0,480	0,570	0,688
1989	0,980	0,832	0,975	0,850	0,966	1,066	1,094	1,085	0,799	0,751	0,717	0,699	0,901
1990	0,839 *	0,630	0,600	0,640	0,740	0,810	0,750	0,700	0,620	0,610	0,630	0,690	0,688
1991	0,670	0,800	0,660	0,850	0,700	0,730	0,680	0,720	0,620	0,550	0,550	0,570	0,675
1992	0,644	0,646	0,665	0,749	0,742	0,791	0,712	0,690	0,678	0,596	0,578	0,618	0,676
1993	0,691	0,569	0,591	0,629	0,685	0,696	0,718	0,700	0,627	0,582	0,564	0,545	0,633
1994	0,592	0,592	0,624	0,553	0,615	0,632	0,603	0,623	0,600	0,727	0,769	0,650	0,632
1995	1,150	0,733 *	0,596	0,507	0,571	0,596	0,574	0,582	0,535	0,528	0,512	0,467	0,613
1996	0,523	0,574	0,629	0,626	0,646	0,686	0,763	0,621	0,583	0,495	0,524	0,579	0,604
1997	0,748	0,918	1,470	0,556	0,641	0,681	0,675	0,680	0,565	0,606	0,534	0,501	0,715
1998	0,596	0,439	0,464	0,629	0,715	0,753	0,657	0,579	0,627	0,517	0,714	0,674	0,614
1999	0,693	0,984	0,634	0,557	0,592	0,657	0,725	0,576	0,914	0,888	0,844	0,823	0,741
PROM.	0,844	0,821	0,878	0,729	0,791	0,817	0,839	0,806	0,764	0,682	0,672	0,682	0,777
DESV. STD.	0,402	0,336	0,897	0,155	0,150	0,145	0,163	0,152	0,154	0,130	0,123	0,125	0,191
MÁXIMA	2,310	2,380	6,000	1,340	1,310	1,260	1,320	1,320	1,200	1,050	1,010	1,050	1,603
MÍNIMA	0,260	0,439	0,464	0,507	0,571	0,596	0,574	0,576	0,535	0,495	0,480	0,467	0,598

NOTA: (*) Valor rellenado por módulos pluviométricos con la estación Canal Vilama en Vilama

CUADRO 4.4.3-2
CAUDALES MEDIOS MENSUALES (m³/s)
RÍO VILAMA EN VILAMA

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	PROM
1971	0,202	0,210	0,216	0,228	0,239	0,248	0,230	0,227	0,231	0,210	0,226	0,240	0,226
1972	0,253	0,245											0,249
PROMEDIO	0,228	0,228	0,216	0,228	0,239	0,248	0,230	0,227	0,231	0,210	0,226	0,240	0,237
DESV. STD.	0,036	0,025											0,017

CUADRO 4.4.3-3
CAUDALES MEDIOS MENSUALES (m³/s)
CANAL VILAMA EN VILAMA

CÓDIGO: 02500004-8 LATITUD S: 22° 52' LONGITUD W: 68° 11' ALTITUD: 2550 msnm

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	PROM
1976	0,18 *	0,19 *	0,16 *	0,21	0,22	0,23	0,19	0,20	0,21	0,22	0,22	0,21	0,20
1977	0,18 *	0,18 *	0,15 *	0,19 *	0,23	0,24	0,24	0,24	0,22	0,20	0,26	0,28	0,22
1978	0,31	0,33	0,36	0,26	0,22	0,24	0,24	0,19	0,20	0,20	0,20	0,25	0,25
1979	0,22	0,21	0,19	0,24	0,26	0,25	0,26	0,19 *	0,15 *	0,18	0,19	0,21	0,21
1980	0,21	0,21	0,21	0,22	0,19 *	0,18 *	0,20	0,16	0,13 *	0,15 *	0,15 *	0,18	0,18
1981	0,22	0,24	0,27	0,26	0,26	0,25	0,25	0,24	0,21	0,15	0,16	0,16	0,22
1982	0,17	0,19	0,20	0,21	0,23	0,22	0,20 *	0,20 *	0,15 *	0,16 *	0,17 *	0,18 *	0,19
1983	0,15 *	0,18	0,18	0,19	0,19	0,20	0,19	0,20	0,12	0,17	0,18	0,17	0,18
1984	0,18	0,20	0,21	0,21	0,21	0,21	0,20	0,21	0,14	0,16	0,16	0,17	0,19
1985	0,17	0,18	0,19	0,20	0,21	0,20	0,19	0,18	0,13	0,15	0,16	0,16	0,18
1986	0,14	0,22 *	0,17	0,17	0,17	0,19	0,20	0,20	0,13	0,15	0,17	0,17	0,17
1987	0,18	0,19	0,20	0,20	0,21	0,21	0,21	0,21	0,15	0,18	0,19	0,19	0,19
1988	0,19	0,20	0,20	0,21	0,22	0,22	0,23	0,22	0,17	0,17	0,18	0,20	0,20
1989	0,20	0,18	0,21	0,22	0,23	0,24	0,24	0,24	0,15	0,17	0,17	0,17	0,20
1990	0,17	0,17	0,18	0,19	0,20	0,16	0,17	0,17	0,15	0,15	0,16	0,16	0,17
1991	0,17	0,18	0,18	0,19	0,19	0,19	0,19	0,17	0,16	0,18	0,18	0,18	0,18
1992	0,18	0,16	0,15	0,13	0,14	0,16	0,16	0,14	0,12	0,13	0,15	0,14	0,15
1993	0,15	0,15	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,17	0,10	0,13	0,14	0,15	0,15
1994	0,15	0,15	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,12	0,14	0,16	0,17	0,15
1995	0,16	0,16	0,16	0,19	0,12	0,11	0,11	0,10	0,10	0,12	0,14	0,14	0,13
1996	0,11	0,12	0,12	0,12	0,12	0,11	0,11	0,09	0,07	0,09	0,10	0,10	0,10
1997	0,10	0,08	0,07	0,09	0,13	0,13	0,12	0,15	0,13	0,11	0,13	0,16	0,12
1998	0,13	0,11	0,11	0,11	0,12	0,12	0,12	0,12	0,07	0,08	0,09	0,09	0,11
1999	0,10	0,09	0,13 *	0,11	0,09	0,02	0,07	0,09	0,12	0,11	0,12	0,12	0,10
PROMEDIO	0,17	0,18	0,18	0,18	0,19	0,18	0,18	0,18	0,14	0,15	0,16	0,17	0,17
DESV. STD.	0,04	0,05	0,06	0,05	0,05	0,05	0,05	0,04	0,04	0,03	0,04	0,04	0,04
MÁXIMO	0,31	0,33	0,36	0,26	0,26	0,25	0,26	0,24	0,22	0,22	0,26	0,28	0,25
MÍNIMO	0,10	0,08	0,07	0,09	0,09	0,02	0,07	0,09	0,07	0,08	0,09	0,09	0,10

NOTA: (*) Valor rellenado por módulos pluviométricos con la estación San Pedro en Cuchabrachi

4.4.4 Curvas de Variación Estacional

A las series de valores mensuales se les realizó un análisis de frecuencia utilizando el método de Weibull, generando de esta manera las curvas de variación estacional que se incluyen en los Gráficos 4.4.4-1 y 4.4.4-2 para las estaciones San Pedro en Chuchabrachi y Canal Vilama, respectivamente. Este análisis se realizó para seguridades hidrológicas de 50, 60, 70, 80 y 85%. En estos mismos gráficos se incluyen también los valores mensuales asociados a las distintas seguridades hidrológicas.

GRÁFICO 4.4.4-1
CURVAS DE VARIACIÓN ESTACIONAL
RÍO SAN PEDRO EN CUCHABRACHI

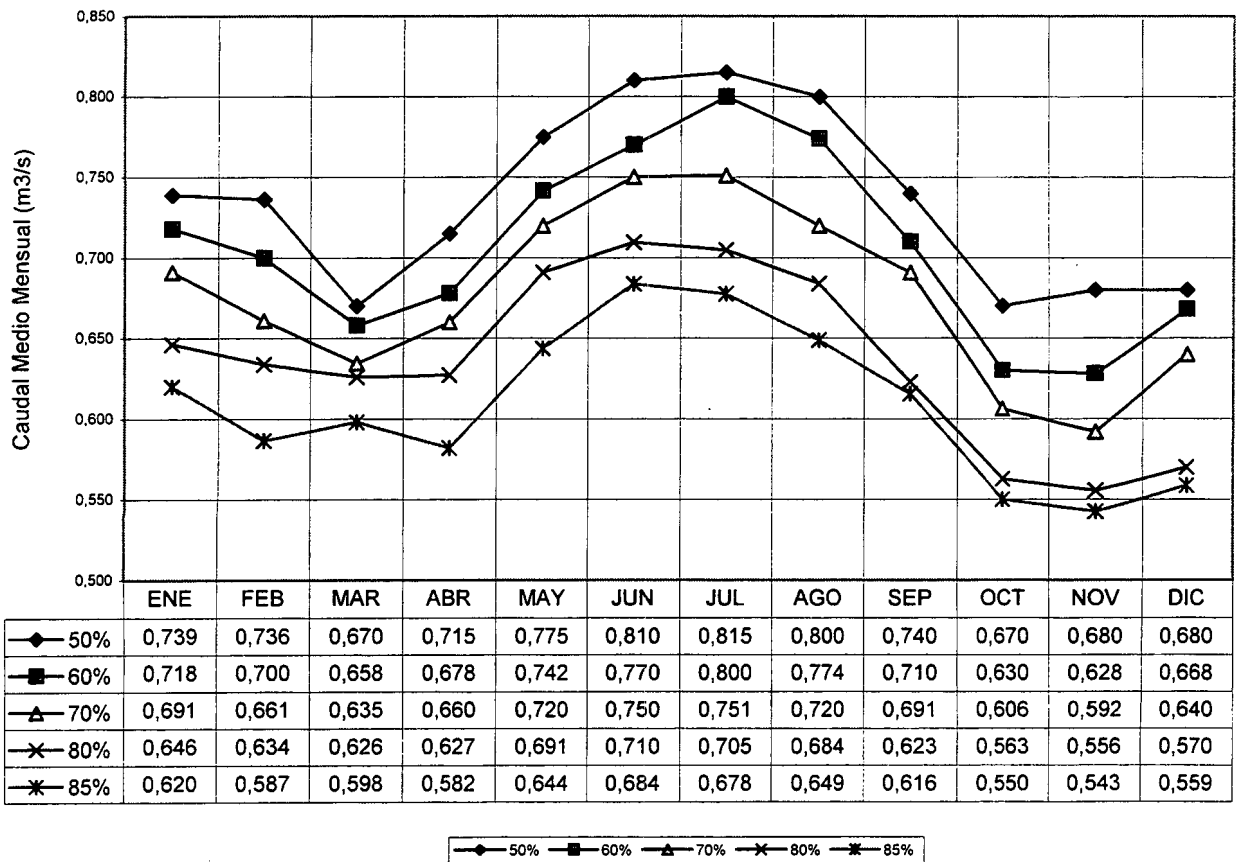
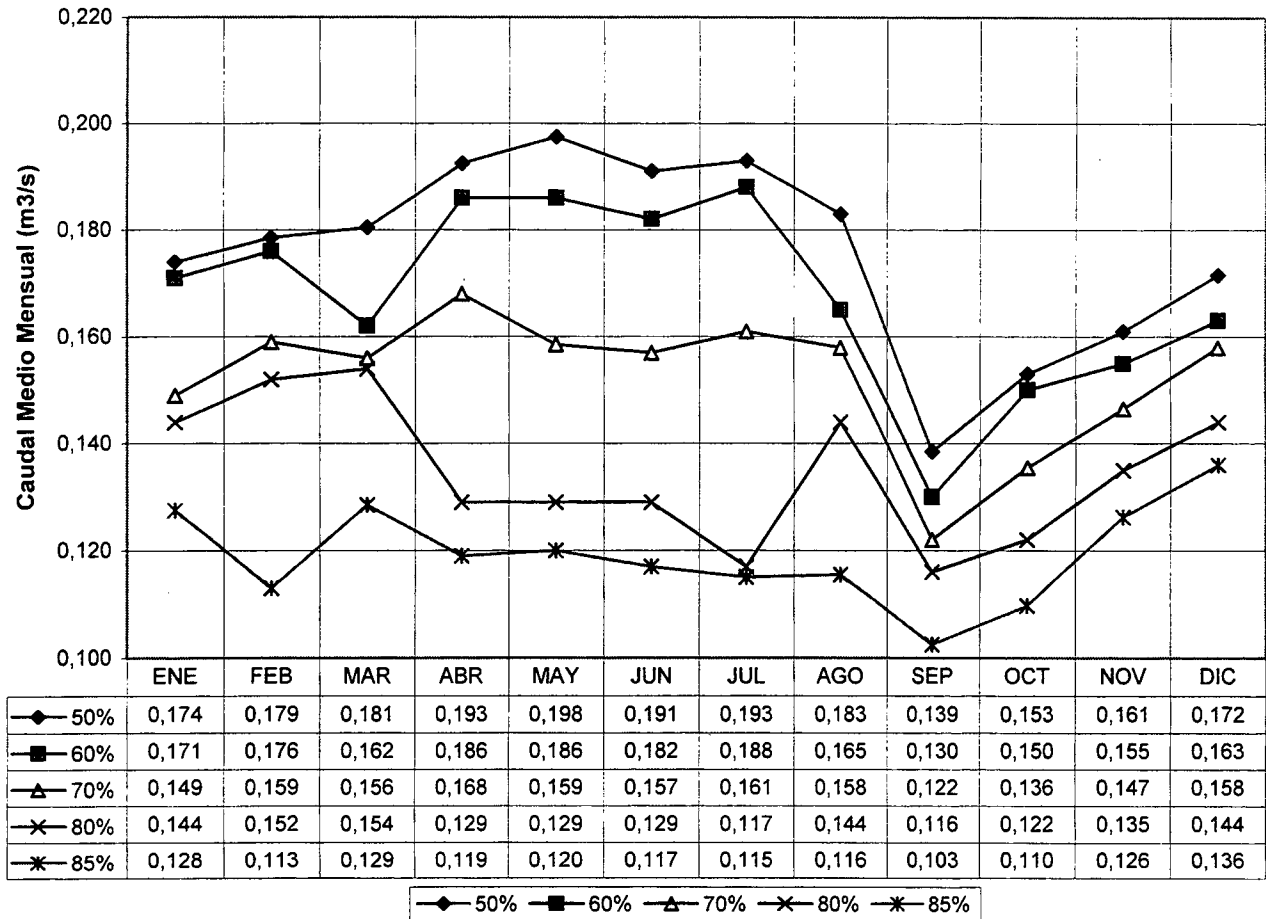


GRÁFICO 4.4.4-2
CURVAS DE VARIACIÓN ESTACIONAL
CANAL VILAMA EN VILAMA



Del análisis de las curvas de gastos medios mensuales para las distintas probabilidades de excedencia analizadas se destacan algunos rasgos del régimen de la escorrentía superficial.

Para el caso del río San Pedro se puede observar una cierta constancia en los valores a lo largo de todo el año. Lo mismo ocurre con el Canal Vilama.

Otro aspecto a destacar es la irregularidad de sus variaciones que impiden clasificarlos ni entre los ríos de régimen pluvioso ni entre los ríos de régimen nival.

4.5 ESTUDIO DE CALIDAD DE AGUAS

4.5.1 Introducción

Las fuertes presiones sobre los recursos hídricos derivados del crecimiento de la población han acarreado incrementos en las demandas de agua tanto para usos urbanos como industriales, ello ha significado enfrentarse a una problemática diferente a la que se estaba habituado. Por un lado el sacrificar parte de los recursos, que originalmente estaban destinados a la agricultura, para los fines antes citados, la degradación del recurso y un deterioro al medio ambiente. Para obviar esta última situación se han implementado tratamientos de depuración de las aguas residuales, tanto de usos domésticos como industriales a fin de preservar el medio ambiente.

El tratamiento de las aguas servidas o residuales tiene un costo económico, siendo un desperdicio el disponer dichas aguas en cursos naturales o en el mar; ello ha llevado a considerar posibles usos para las aguas tratadas, siendo los posibles destinos: agrícola; industrial; recreacional, el cual comprende riego de parques, jardines, césped de canchas de golf, fútbol, etc.; y otros usos que pueden ser con o sin contacto directo con las personas.

En la II región del país donde el recurso hídrico es escaso, es un despilfarro depurar las aguas residuales para luego verterlas al mar o a otro cuerpo de agua. Por lo anterior, en las ciudades de Antofagasta y Calama se ha pensado dar un uso agrícola a las aguas servidas tratadas, a fin de producir especies vegetales para consumo crudo o en verde, las cuales en la actualidad deben ser traídas de otras regiones con el costo económico que ello significa.

Es un hecho bastante conocido que las aguas naturales de la II región por lo general no son de las mejores características para el uso agrícola, sin embargo para consumo humano se han destinado las mejores. Por otra parte cuando la concentración de arsénico del agua excede el límite permisible para consumo humano se ha debido rebajar este mediante tratamientos.

El uso urbano e industrial degrada, algunas de las características de las aguas ya que los tratamientos a que se someten estas aguas residuales solo reducen las cargas orgánicas y eliminan o reducen los patógenos, permaneciendo las características químicas casi inalteradas.

Debido la existencia de este recurso hídrico, efluente de plantas de tratamiento, por lo general de mejores características que los actualmente disponibles para el uso agrícola, se ha planteado su posible utilización con estos fines. Para analizar esta posibilidad es necesario disponer de antecedentes de la calidad de las aguas efluentes de las plantas, los cuales no están siempre disponibles ya que el interés de los operadores de las plantas es distinto al del sector agrícola. Los resultados de los análisis realizados en la presente consultoría que comprenden un análisis para las aguas de La Planta de Tratamiento de Antofagasta, la Planta de Tratamiento de la localidad de Baquedano y el efluente no tratado de Calama, el que será tratado en la futura Planta de Tratamiento actualmente en proyecto.

En nuestro país las características del agua para el riego están normadas por la NCh 1.333 “Requisitos de Calidad del Agua para Diferentes Usos”, normativa que se refiere principalmente a micro u oligoelementos: dentro de los macroelementos que son los responsables de la salinidad sólo se consideran a los cloruros, sulfatos y sodio, este último con relación a otros cationes como son su expresión porcentual y la relación de adsorción de sodio o RAS. La Norma Chilena está basada en las recomendaciones de la EPA, considerando los límites para un uso de las aguas en el riego de las especies más sensibles, en cualquier suelo y por un periodo de hasta 100 años.

Las directrices dadas por FAO 29 Rev. 1 “Calidad del Agua en la Agricultura” ponen especial énfasis a los macroelementos, por tanto, se considera que ambos enfoques son complementarios para evaluar las características agronómicas de las aguas de riego. A continuación se hace una síntesis de los principales aspectos que deben ser considerados en una evaluación de las características de las aguas para el uso en riego.

4.5.2 Características del Agua para Uso Agrícola

La calidad de las aguas en la agricultura es vista desde dos formas: una es la composición química de ellas y la otra es su caracterización biológica.

a) Características biológicas del agua

Los coliformes fecales han sido extensamente usados en todo el mundo para detectar contaminaciones de tipo fecal y su técnica de determinación y cuantificación ha sido ampliamente desarrollada, contándose con un medio eficaz para detectar este tipo de contaminaciones.

La razón del uso de los coliformes fecales como indicador de contaminación fecal está dada por el hecho de que esos microorganismos, al ser habitantes normales del tracto digestivo del ser humano, son eliminados con las heces. Al existir en el agua coliformes fecales, es posible que se presenten las denominadas enfermedades entéricas, cuyos agentes son evacuados del organismo al igual que los coliformes fecales. Las principales enfermedades entéricas son: fiebre tifoidea provocada por *Salmonella typhi*, Shingellois producida por *Shingella sp*, Cólera por *Vibrio cholerae*, Amebiasis o disentería amebiana y hepatitis, producida a diferencia de los anteriores por un virus.

La Norma Chilena NCh 1.333, Requisitos de Calidad del Agua para Diferentes Usos, establece un límite de 1.000 coliformes /100 ml. para verduras y frutas que se desarrollen a ras de suelo y que habitualmente se consumen en estado crudo.

De acuerdo a las características del tratamiento de aguas residuales de la II Región, considera como fase final la cloración, razón por la cual se espera que las aguas tratadas estarán libres de patógenos, pudiendo ser utilizadas libremente en el riego de cualquier especie.

Actualmente el riego con aguas servidas en Antofagasta se está realizando con las aguas tratadas de la Planta de Tratamiento de la empresa Biwater, ubicada en la parte norte de la ciudad, lugar donde se concentran la mayor parte de los colectores de aguas servidas de la zona urbana de Antofagasta. Este riego con aguas servidas, está regulado por la resolución del Servicio Nacional de Salud de la II Región N° 095 del 14 de Enero de 1993, la que especifica cero coliformes fecales para las aguas tratadas a ser usadas en riego. Para esto indica que esas aguas deben tener 0.8 mg/l de cloro residual. Esto asegura la ausencia de organismos patógenos en esas aguas.

b) Calidad química de las aguas para riego

Como se citó anteriormente las características del agua para el riego están normadas por la NCh 1.333 "Requisitos de Calidad del Agua para Diferentes Usos".

A continuación se hace una síntesis de los principales aspectos que deben ser considerados en una evaluación de las características de las aguas de riego.

i) Reacción

La reacción o pH es el logaritmo negativo de la concentración del ion hidrógeno y es el índice de alcalinidad o acidez de un agua. Los valores normales de las aguas varían entre 5,5 y 9,0; la NCh 1.333 estipula un valor comprendido en este rango para las aguas de riego. La publicación FAO 29, Rev 1, indica que el pH normal en las aguas de riego varía entre 6,5 y 8,4, Las aguas con pH anormal pueden provocar desequilibrios nutricionales en las plantas y/o contener iones tóxicos.

Por otra parte la reacción del agua condiciona ciertos efectos en los suelos y en las plantas; así por ejemplo, en condiciones de acidez hay solubilizaciones de aluminio pudiéndose presentar toxicidad por este elemento.

ii) Conductividad Eléctrica

La conductividad eléctrica es uno de los parámetros de calidad del agua más fácil de determinar. FAO 29 Rev 1 en sus directrices considera que los valores normales de conductividad eléctrica de la agua de riego varían de 0 a 3 dS/m o milimhos/m.

Los efectos de la salinidad están dados por incrementos en la presión osmótica de la solución suelo lo cual impide la absorción pasiva del agua.

iii) Macroelementos

Los macroelementos se refieren a aquellos elementos o iones que se encuentran en mayor proporción en las aguas naturales, estos son sodio, potasio, calcio, magnesio, carbonatos, bicarbonatos, cloruros y sulfatos. Los 4 primeros son conocidos como cationes, pues ellos migran al cátodo y los 4 restantes son los aniones por migrar al ánodo.

- Sodio

El nivel de sodio en un agua es expresado de diversas formas, por su concentración en el agua, en miliequivalentes por litro o miligramos por la misma unidad de volumen, a través del RAS o SAR y por el porcentaje de este elemento con relación a la suma de cationes. La bibliografía indica que valores por sobre 40 a 45 % de la concentración de cationes en el agua, expresada en miliequivalentes por litro, es un claro indicador de posibles problemas en los suelos. Se recomienda un nivel de 200 mg/l como límite seguro para no provocar problemas en suelos y plantas.

Los efectos del sodio pueden manifestarse en las plantas o directamente en el suelo; ambas están relacionadas con una alta concentración en el agua de riego. La toxicidad aparece en primer término en los ápices de las hojas, presentándose como una quemadura o necrosis en los bordes de las hojas más viejas y a medida que avanza se extiende a las zonas intervenales. La toxicidad de sodio esta relacionada con un desbalance en el metabolismo del calcio.

El sodio también afecta al suelo deteriorando su estructura al dispersar la fracción coloidal de este, creando problemas de aireación, infiltración, permeabilidad etc. El sodio adsorbido por las partículas del suelo, pero puede ser fácilmente removido de él, siendo posible revertir la situación mediante la aplicación de enmiendas químicas portadoras de calcio.

- Potasio

Este elemento se encuentra normalmente en bajas cantidades en las aguas, siendo un elemento esencial a las plantas. En ellas son más comunes las deficiencias que los excesos de este elemento.

La concentración de este ión en las aguas naturales no esta normada por la EPA ni por la NCh 1.333, sin embargo debido a su importancia fisiológica se recomienda su análisis, el cual se realiza en los exámenes de rutina.

- Calcio

Este elemento, que es esencial para el desarrollo de las plantas, no se encuentra normado directamente en la NCh 1.333 sino que es considerado en el cálculo de la Relación de Absorción de Sodio o RAS y en la relación porcentual de sodio.

- Magnesio

El magnesio es uno de los constituyentes de la clorofila, por lo cual la mayor parte del contenido por las plantas se encuentra contenido en los cloroplastos de las células. Este elemento es absorbido en menos cantidades que los otros cationes, siendo muy susceptible a la competencia por estos, por lo cual es común la

producción de deficiencias inducidas. No se encuentra normado directamente en la NCh 1.333, pero se usa en el cálculo del RAS.

- Carbonatos y Bicarbonatos.

Los carbonatos y bicarbonatos no siempre se presentan en las aguas naturales; estas especies iónicas aparecen cuando el pH es de 8,0 a 8,2 o más. Para todos los efectos de los carbonatos y bicarbonatos es el mismo, la bibliografía no hace referencia específica a carbonatos.

- Cloruros

La acción negativa de los cloruros se debe a incrementos en la presión osmótica de la solución del suelo y a efectos específicos de este ión. Los cloruros en altas concentraciones son tóxicos a las plantas y los síntomas se manifiestan por quemaduras en las hojas.

El exceso de cloruros en la solución suelo, esta relacionada con problemas de absorción de otros iones; por ejemplo en suelos calcáreos hay una disminución de la absorción de fósforo y nitrógeno.

La NCh 1.333. establece como límite máximo para la concentración de cloruros en las aguas de riego 200 mg/l.

- Sulfatos

Para un cierto número de cultivos se ha encontrado una sensibilidad específica de las plantas a altas concentraciones de sulfatos; la evidencia disponible parece indicar que esta susceptibilidad esta asociada a limitaciones en la absorción de calcio por las plantas, con un aumento de absorción de sodio y potasio, lo que produce un desbalance catiónico en las plantas. El límite de la NCh 1.333 es de 250 mg/l.

iv) **Microelementos**

Los denominados microelementos son aquellos elementos o iones que se encuentran en muy pequeñas cantidades en el agua, algunas veces en fracciones de miligramos por litro, siendo por lo general tóxicos a bajísimas concentraciones y no son determinantes de la salinidad.

- Arsénico

Este elemento que está ampliamente distribuido en la corteza terrestre, es utilizado comercialmente en procesos industriales, como preservación de maderas y en pesticidas. En general este elemento es muy tóxico, en especial al hombre y animales y tiene un efecto acumulativo.

El nivel tóxico de arsénico para las plantas varía notablemente según las especies, desde 12 mg/l en Pasto Sudán hasta menos de 0,05 mg/l para arroz. La concentración máxima recomendada por la norma chilena NCh 1.333 es de 0,10 mg/l.

- Bario

El bario no es un elemento esencial para el desarrollo de las plantas, sin embargo puede estar presente en las aguas naturales; el límite establecido en la norma chilena NCh 1.333 es de 4 mg/l.

- Boro

El boro es un elemento que puede producir daños a las especies vegetales aun en bajas concentraciones. Los síntomas de toxicidad debida a este elemento comprenden quemaduras características, clorosis y necrosis. Los cítricos, el palto, la vid, frijoles, higuera el níspero y otras especies muestran quemaduras apicales en hojas maduras.

Las diferentes especies varían en cuanto a resistencia a este elemento. La concentración recomendada como máxima por la NCh 1.333 es de 0,75 mg/l.

- Cadmio

Este elemento se acumula principalmente en los riñones y tiene una vida biológica entre 10 y 35 años en seres humanos.

El límite recomendado por la NCh 1.333 es de 0,01 mg/l.

- Cobalto

Este elemento es tóxico en tomates, en soluciones nutritivas a concentraciones de 0,1 mg/l. En suelos de pH neutro o alcalino tiende a inactivarse. El límite recomendado por la NCh 1.333 es de 0,05 mg/l.

- Cobre

El cobre puede ser encontrado en aguas naturales cuando estas atraviesan formaciones ricas en este elemento; en forma natural se encuentra en la forma de sulfuros y óxidos de cobre. El cobre es un elemento esencial para el desarrollo de las plantas. La norma Chilena NCh 1.333 recomienda una concentración máxima de 0,2 mg/l.

- Cromo

Generalmente no se reconoce a este elemento como esencial. Se recomiendan valores bajos debido al desconocimiento de sus concentraciones tóxicas en el agua de riego. El límite recomendado por la NCh 1.333 es de 0,1 mg/l.

- Fluoruro

El fluoruro no es un elemento esencial para las plantas; el límite recomendado por la NCh 1.333 para este elemento o ión es de 1,0 mg/l

- Hierro

El hierro es un elemento esencial en plantas y especies animales, entre las que se incluye la humana. No se presentan toxicidades en suelos de buena aireación, encontrándose en la forma oxidada Fe^{+3} . Contribuye a la acidez del suelo y puede volver insolubles formas de fósforo y molibdeno.

El límite adoptado por la NCh 1.333 es de 5 mg/l atendiendo a que puede provocar inmovilidad en compuestos de fósforo y manganeso.

- Litio

No es esencial para el desarrollo de las plantas. Muchas especies vegetales lo toleran en concentraciones en el agua de hasta 5 mg/l, sin embargo los cítricos son extremadamente sensibles a la presencia de este elemento, esta situación hace que las recomendaciones de la concentración de litio se realicen separando a los cítricos de otras especies, La NCh 1.333 indica una para cítricos 0,075 mg/l, mientras que para los restantes cultivos el límite es de 2,5 mg/l.

- Manganeso

El manganeso tiene importantes funciones en la planta particularmente en procesos como activación de enzimas, síntesis de clorofila, fotosíntesis, reducción de nitratos y síntesis de aminoácidos y proteínas. Por lo general solo es tóxico en suelos ácidos desde unas pocas décimas hasta unos pocos mg/l. El valor límite señalado por la NCh 1.333 es de 0,2 mg/l

- Molibdeno

El molibdeno se encuentra casi siempre asociado a yacimientos de cobre, por lo cual es susceptible de encontrar en los relaves, producto del tratamiento de estos metales. En concentraciones normales no es tóxico para las plantas, pero lo puede ser para el ganado alimentado con pastos regados con agua abundante en molibdeno, o suelos con alto contenido de este elemento. Afecta en especial al

ganado ovino y su exceso se balancea con cobre. La concentración límite señalada por la NCh 1.333 es de 0,01 mg/l.

- **Níquel**

El níquel no es un elemento esencial para las plantas. Su presencia a concentraciones entre 0,5 y 1,0 mg/l lo hace tóxico para algunas especies, su toxicidad es reducida a $\text{pH} > 7,0$. La NCh 1.333 recomienda un valor máximo de 0,2 mg/l

- **Plata**

No se reportan efectos en plantas ni la EPA establece límite y se recomienda su análisis por eventuales efectos en animales. El límite recomendado en la NCh 1.333 es de 0,2 mg/l.

- **Plomo**

Este elemento no es esencial para el desarrollo de las plantas. En altas concentraciones puede inhibir el crecimiento celular, el valor recomendado por la NCh 1.333 es de 5 mg/l en el agua.

- **Zinc**

El zinc es tóxico para muchas plantas a niveles de concentración muy variados; su toxicidad se reduce a $\text{pH} > 6$ y en suelos de textura fina y en los orgánicos. En algunas especies vegetales, tales como los frutales de carozo, es esencial. El nivel seguro de concentración en las aguas es de 2 mg/l, que es el límite recomendado por la NCh 1.333.

4.5.3 **Otros Elementos, Iones o Características del Agua**

Bajo este título se han agrupado otras características iones o elementos que eventualmente pueden ser de interés en la caracterización de las aguas de riego.

a) **Alcalinidad**

La alcalinidad es una medida de la capacidad del agua para neutralizar a un ácido fuerte. En aguas naturales esta capacidad puede ser atribuida principalmente a bases como $\text{CO}_3^{=}$, HCO_3^- y OH^- .

Este índice es poco usado en la evaluación de aguas para riego, ya que la presencia de carbonatos se evalúa a través de otros indicadores. Se usa actualmente para detectar eventuales problemas en sistemas de riego tecnificado.

b) Dureza

La dureza de las aguas es un índice que suele encontrarse en algunos estudios de calidad del agua y se refiere al contenido de calcio de ellas. En general las aguas duras son poco recomendables para suelos compactos. En cambio por su riqueza en calcio serían adecuadas para suelos con altos contenidos de sodio. La forma de reducir la dureza es airearla para producir una precipitación de calcio en la forma de carbonatos y bicarbonatos. En todo caso se trata de un parámetro más utilizado en agua potable y se recomienda considerarlo en el diseño de sistemas de riego tecnificado.

c) Fósforo

El fósforo es utilizado por las plantas en sus combinaciones, tales como los fosfatos. Los compuestos de fósforo son esenciales en las plantas y actúan principalmente en el transporte de energía. Este elemento no se presenta normalmente en las aguas de riego y ni existen criterios de evaluación, en el caso de aguas servidas tratadas y sin tratar el fósforo se presenta principalmente en forma de fosfatos o en combinaciones; su presencia en este caso debe ser debidamente evaluada pues el aporte que se haga por las aguas reducirá los costos de fertilizantes, pero en exceso puede afectar a embalses de regulación y canales, donde podrían presentarse eutrofización de esas aguas.

d) Nitrógeno

El nitrógeno al igual que el fósforo es un constituyente esencial de las plantas, formando parte de los aminoácidos que son las unidades básicas de las proteínas.

El nitrógeno en sus formas inorgánicas es agregado como elemento fertilizante a los cultivos, demandándose en cantidades importantes, hasta algunos cientos de kilogramos al año por hectárea, dependiendo del compuesto adicionado. Al igual que en el caso de fósforo, el nitrógeno debe ser cuantificado a fin de determinar el aporte de este fertilizante por el agua tratada. En las aguas naturales es difícil de encontrar y en exceso, al igual que el fósforo, aumenta los riesgos de eutrofización en las aguas de embalses y canales.

e) Sólidos disueltos

Los sólidos disueltos al igual que la conductividad eléctrica, es una expresión del contenido total de sales. Sin embargo existe una diferencia, ya que en la conductividad eléctrica sólo están reflejados los iones, y en los sólidos disueltos se consideran los pesos atómicos de los contaminantes del agua.

Hay fórmulas empíricas que relacionan conductividad eléctrica con los sólidos disueltos, como la de Handbook N° 60 que dice que la conductividad expresada en micromhos/cm multiplicada por 0,64 es igual al contenido de los sólidos disueltos, expresado en partes por millón.

f) Temperatura

La temperatura de las aguas influye grandemente en los procesos químicos y biológicos. Se debe recordar el índice Q10, el cual indica que por cada incremento en 10 grados centígrados se duplica la velocidad de reacción; este incremento no es infinito sino que funciona dentro de ciertos límites. La temperatura del agua puede ser un parámetro de importancia en algunos cultivos.

4.5.4 Clasificación de las Aguas para Riego

Se han utilizado diferentes criterios para clasificar las aguas con fines de riego, sin embargo ninguno de ellos es lo suficientemente completo para ser considerado único, razón por la cual se emplean varios de ellos cuando se quiere evaluar las características de un agua en particular.

a) Ayers y Westcot

Ayers y Westcot, en el estudio FAO Riego y Drenaje N° 29, Rev. 1, "La Calidad del Agua en la Agricultura", expresan que para prever un problema relacionados con la calidad del agua hay que evaluar las posibilidades de que esta genere condiciones de suelos que puedan restringir su uso y evaluar la necesidad de utilizar técnicas especiales para mantener rendimientos aceptables. Existen diversos procedimientos para evaluar la calidad de las aguas pero, independientemente del método empleado, es necesario tener en cuenta las condiciones locales específicas y la capacidad de manejo de los usuarios.

Los mismos autores proponen los análisis necesarios para evaluar la calidad del agua con fines agrícolas, lo cual se reproduce en el Cuadro 4.5.4-1, el cual indica además valores normales en aguas de riego

Los citados autores, además de indicar los análisis necesarios para evaluar las aguas de riego, proponen lo que ellos llaman: Directrices para evaluar la calidad del agua de riego. El Cuadro 4.5.4-2 que se reproduce a continuación contiene estas directrices.

CUADRO 4.5.4-1
ANÁLISIS DE LABORATORIOS NECESARIOS
PARA EVALUAR LAS AGUAS DE RIEGO

PARÁMETROS	SÍMBOLO	UNIDAD	VALORES NORMALES EN AGUAS DE RIEGO
SALINIDAD			
Contenido de sales			
- Conductividad eléctrica	C.E.	ds/m	0- 3 dS/m
- Total sólidos en solución	TSS	mg/l	0-2000 mg/l
Cationes y Aniones			
- Calcio	Ca ⁺⁺	meq/l	0- 20 meq/l
- Magnesio	Mg ⁺⁺	meq/l	0- 5 meq/l
- Sodio	Na ⁺	meq/l	0- 40 meq/l
- Carbonatos	CO ₃ ⁼	meq/l	0- 0.1 meq/l
- Bicarbonatos	HCO ₃ ⁻	meq/l	0- 10 meq/l
- Cloro	Cl ⁻	meq/l	0- 30 meq/l
- Sulfatos	SO ₄ ⁼	meq/l	0- 20 meq/l
NUTRIENTES			
- Nitrato - Nitrógeno	NO ₃ -N	mg/l	0- 10 mg/l
- Fosfato - Fósforo	PO ₄ -P	mg/l	0- 2 mg/l
- Potasio	K ⁺	mg/l	0- 2 mg/l
VARIOS			
- Boro	B	mg/l	0- 2 mg/l
- Acidez o alcalinidad	PH	ph	6.0-8.5
- Relación de Adsorción de Sodio	RAS	(meq/l) ^{1/2}	0-15

Fuente: FAO 29 Rev. 1

**CUADRO 4.5.4-2
DIRECTRICES PARA INTERPRETAR LA CALIDAD
DEL AGUA DE RIEGO**

PROBLEMA POTENCIAL	UNIDAD	GRADO DE RESTRICCIÓN DE USO		
		NINGUNA	LIGERA A MODERADA	SEVERA
SALINIDAD (afecta disponibilidad de agua para el cultivo) - Conductividad eléctrica agua (CE) - Total sólidos solubles	dS/m TSS	< 0,7 < 450	0,7- 3,0 450-2.000	> 3,0 >2.000
INFILTRACIÓN (reduce infiltración; evaluar con CE y RAS)				
RAS = 0 - 3 y CE =		> 0,7	0,7-0,2	< 0,2
RAS = 3 - 6 CE =		> 1,2	1,2-0,3	< 0,3
RAS = 6 -12 CE =		> 1,9	1,9-0,5	< 0,5
RAS = 12-20 CE =		> 2,9	2,9-1,3	< 1,3
RAS = 20-40 CE =		> 5,0	5,0-2,9	< 2,9
TOXICIDAD DE IONES ESPECÍFICOS (afecta cultivos sensibles)				
- Sodio (Na) Riego por superficie	RAS	< 3	3 - 9	> 9
Riego por aspersión	Meq/l	> 3	> 3	-
- Cloro (Cl) Riego por superficie	Meq/l	< 4	4 - 10	> 10
Riego por aspersión	Meq/l	< 3	> 3	-
- Boro (B) - Oligoelementos (ver Cuadro 4.5.4-3)	Meq/l	< 0,7	0,7 - 3	< 3
Varios (afecta cultivos sensibles)				
- Nitrógeno (NO ₃ - N)	mg/l	< 5	5 - 30	> 30
- Bicarbonato (HCO ₃) (aspersión foliar únicamente)	mg/l	< 1,5	1,5 - 8,5	> 8,5
- pH			Amplitud Normal 6.5 - 8,4	

Fuente: FAO 29 Rev. 1

b) Porcentaje de sodio

El porcentaje de sodio es uno de los índices más usados para clasificación de aguas de riego. La NCh 1.333 utiliza este indicador en la evaluación de las aguas para regadío, el que se calcula con la siguiente relación:

$$Na(\%) = \frac{N_a}{N_a + K + M_g + C_a} * 100$$

Las concentraciones se expresan en miliequivalentes por litro.

En términos generales la bibliografía reconoce que cuando este porcentaje alcanza valores de 40 a 50 % o más es común que se presenten problemas en las características físicas de los suelos. Aspecto que fue enunciado en el numeral 2.2.3.1, al igual que para el RAS

c) Relación de adsorción de sodio (RAS o SAR)

Para predecir la adsorción de sodio por parte del complejo de intercambio en los suelos se ha desarrollado el RAS o SAR. Esto se calcula con siguiente relación, en la que las concentraciones se expresan en miliequivalentes por litro (meq/l).

$$RAS = \frac{N_a^+}{\sqrt{\frac{C_a^{++} + M_g^{++}}{2}}}$$

La relación de adsorción de sodio o RAS, también conocida por sus siglas en inglés SAR, hace referencia a la proporción relativa en que se encuentra el ion sodio y los iones calcio y magnesio.

Las otras clasificaciones o criterios para evaluar las aguas de riego consideran que el suelo es un cuerpo inerte, lo que no sucede con el RAS. El ion sodio es especialmente conflictivo en lo que dice a condiciones físicas, es decir si se encuentra en una proporción mas allá de un límite se dificultan las propiedades del suelo de ser un abastecedor o recipiente de agua para las plantas y de proporcionar oxígeno a las raíces. El ion calcio ejerce una acción contraria a la del sodio y en menor medida lo hace el magnesio.

d) Indices de EATON

Eaton utiliza tres índices para evaluar las aguas de riego, estos son:

1. Na "encontrado" = $(Na^+ / (Na^+ + Ca^{++} + Mg^{++})) * 100$
2. Na "posible" = $(Na^+ * 100) / ((Ca^{++} + Mg^{++} + Na^+) - (CO_3 + HCO_3))$

Donde $CO_3 + HCO_3$ no exceda a $Ca + Mg + Na$.

3. Carbonato de sodio residual = $(CO_3 + HCO_3) - (Ca + Mg)$.

El sodio encontrado es equivalente al sodio porcentual establecido en la NCh 1.333, con la diferencia que el primero no considera al potasio, el cual como se dijo anteriormente alcanza bajas concentraciones, por lo general solo fracciones de meq/l; así, las diferencias entre estos dos indicadores son mínimas. El uso urbano de las aguas incrementa en especial las concentraciones de sodio con respecto al agua potable.

El carbonato de sodio “posible” considera la precipitación de carbonatos y bicarbonatos de calcio y magnesio; esta precipitación aumenta el peligro de sodificación de los suelos. La precipitación de calcio y magnesio es también considerada en el cálculo del carbonato de sodio residual, con respecto al que se da la siguiente pauta:

- **Recomendables:** aguas con una concentración de carbonato de sodio residual inferior a 1,25 me/l.
- **Poco recomendables:** aguas con una concentración de carbonato de sodio residual superior a 1,25 me/l e inferior a 2,5 meq/l.
- **No recomendables:** aguas con una concentración de carbonato de sodio residual superior a 2,5 me/l.

e) **Normas o clasificaciones combinadas frecuentes en aguas de riego**

i) Normas Riverside

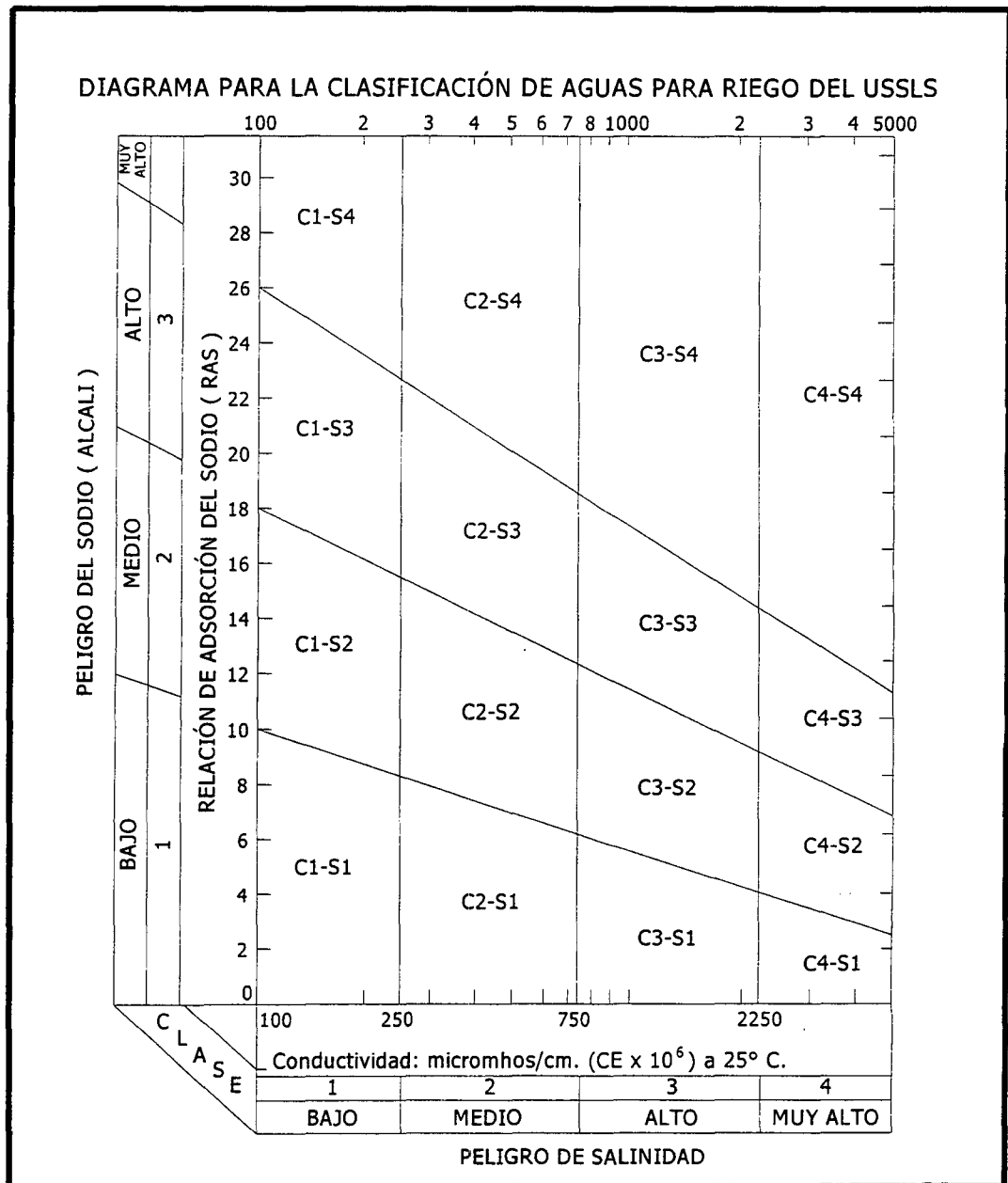
Las denominadas normas Riverside corresponden a las pautas de clasificación enunciadas en HANDBOOK N° 60 “Diagnostico y Rehabilitación de Suelos Salinos y Sódicos”. Estas consideran la conductividad eléctrica y la relación de adsorción de sodio o RAS, para lo cual se utiliza el diagrama que se presenta en la Figura 5.3.4-1.

Se establecen 4 categorías en cuanto a salinidad:

- 0 a 250 $\mu\text{mhos/cm}$: agua de bajo peligro o riesgo de salinización.
- 250 a 750 $\mu\text{mhos/cm}$: agua de riesgo medio de salinización.
- 750 a 2.250 $\mu\text{mhos/cm}$: agua de riesgo alto de salinización.
- 2.250 a 5.000 $\mu\text{mhos/cm}$: agua de riesgo muy alto de salinización.

El riesgo de sodificación es cuantificado mediante el uso del RAS para determinar las líneas de separación de las diferentes clases de riesgo por sodio del diagrama de la figura antes citada

FIGURA 4.5.4-1
CLASIFICACIÓN DE LAS AGUAS SEGÚN SU CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA



ii) Clasificación de Wilcox y Magistad

De acuerdo a esta clasificación las aguas se dividen en tres clases

CUADRO 4.5.4-3
CLASIFICACIÓN DE WILCOX Y MAGISTAD

PARÁMETROS	CLASIFICACIÓN		
	Clase I	Clase II	Clase III
C.E. 10 ^b	< 1.000	1.000-3000	> 3.000
Boro mg/l	< 0,5	0,5- 2,0	> 2,0
% de sodio	< 60	60 – 75	> 75
Cloruros mq/l	< 5	5 – 10	> 10

- Clase I: Excelente a buena
- Clase II: Buena a perjudicial
- Clase III: Perjudicial a insatisfactoria

iii) Clasificación según salinidad efectiva de Doonen.

Esta clasificación se basa en el hecho de que las sales provenientes el agua de riego se concentran en la solución del suelo y algunas debido a su solubilidad precipitan. El orden de precipitación será: carbonato de calcio, seguido de carbonato de magnesio y sulfato de calcio; las otras sales, como son cloruro de sodio, cloruro da magnesio, cloruro de calcio permanecen en la solución como iones.

Las pautas de la clasificación de Doonen consideran tres condiciones de suelo:

- Se espera una pequeña lixiviación o bien esta es inexistente

Clase 1. salinidad efectiva < 3 mq/l
Clase 2. Salinidad efectiva 3 a 5 mq/l
Clase 3. Salinidad efectiva > a 5 mq/l

- Alguna lixiviación pero restringida. Percolación profunda o drenaje lento.

Clase 1. salinidad efectiva < 5 mq/l
Clase 2. Salinidad efectiva 5 a 10 mq/l
Clase 3. Salinidad efectiva > a 10 mq/l

- Suelo abierto. Percolación profunda del suelo fácil.

Clase 1. salinidad efectiva < 7 mq/l
Clase 2. Salinidad efectiva 7 a 15 mq/l
Clase 3. Salinidad efectiva > a 15 mq/l

4.5.5 Características de las Aguas de la II Región

Para determinar la calidad de las aguas residuales tratadas posibles de utilizar en la II Región y sus eventuales limitantes para el uso agrícola se analizaron aguas efluentes de las plantas de tratamiento de Antofagasta y Baquedano además del agua servida de Calama, ya que no existe planta de tratamiento. En este último caso, se espera que al igual que lo detectado en otros estudios, las características químicas de las aguas tratadas (que constituyen las principales limitantes para el riego) no varíen significativamente con el tratamiento; de esta forma al analizar el agua sin tratar da una buena aproximación de sus posible deficiencias para su uso en riego.

Los resultados se presentan en el Anexo 4.5-1.

a) Efluentes de Plantas de Tratamiento

La información respecto a la calidad de las aguas efluentes de las plantas de tratamiento de la Ciudad de Antofagasta ha sido obtenida de la Empresa Biwater; En cambio en la localidad de Baquedano es escasa y difícil de obtener. Como parte de la evaluación y posible uso de esta agua se realizaron análisis de muestras de las aguas provenientes de estas fuentes, las cuales fueron obtenidas el 28 de Enero de 2000. Los análisis realizados a esta agua se incluyen en las planillas del Anexo 4.5-1.

i) Efluentes Planta de Tratamiento de Antofagasta

Tal como se visualiza en la planilla del Anexo 4.5-1, que contiene los resultados de los análisis, el efluente de la planta de tratamiento de las aguas servidas de Antofagasta es de mala calidad, y sus características son las peores de las tres analizadas.

Su nivel de salinidad es bastante alto, alcanzando en la muestra analizada una conductividad eléctrica de 4.050 $\mu\text{mhos/cm}$, lo cual impone severas restricciones a muchos cultivos y los que son capaces de prosperar los hacen con rendimientos reducidos.

Sumado al problema de la salinidad se tiene que sodio, que alcanza niveles peligrosos por su alta proporción dentro de los cationes, lo cual se denota por un 57,46 %. El uso de esta agua para eventuales cultivos sólo sería recomendable para suelos de texturas livianas, que permitan una fácil lixiviación; por el nivel de sodio, al usar estas aguas en suelos de texturas finas, se corre el riesgo de que se produzca una desfloculación de suelo, quedando este disperso y dificultando la lixiviación de las sales aportadas por las aguas.

Los cloruros determinados en esta ocasión son también bastante altos estando muy por sobre lo estipulado en la NCh 1.333. Aparte de esta situación, con los niveles encontrados sería posible esperar ciertas toxicidades por la presencia de este ión. Para el caso particular de los sulfatos estos también son altos, excediendo a lo indicado en la NCh 1.333; sin embargo debido a que los sulfatos están dentro de los constituyentes de la

salinidad más inofensivos, no deberían esperarse mayores problemas de toxicidad específica y su mayor influencia estaría en el potencial osmótico de la solución suelo.

De acuerdo a las pautas Riverside, las aguas de esta Planta son C4S3, de muy alto peligro o riesgo de salinización y alto peligro de sodificación.

Según Wilcox y Magistad esta agua es de clase III y la Clasificación de Doonen indica clase 3 con 35,09 mg/l de salinidad efectiva. Según los Índices de Eaton esta agua sería recomendable al no tener carbonato de sodio residual, sin embargo el sodio “encontrado” alcanza a 64,3 5 y el posible a 74,2 %.

De acuerdo a la presencia de microelementos las aguas de esta planta están excedidas en sus concentraciones de boro y litio para cítricos.

En el Anexo 4.5-1 se presenta un cuadro con el resumen de resultados de análisis calidad de las aguas tratadas en Antofagasta proporcionado por la Empresa Concesionaria Biwater. Estos valores son similares a los obtenidos en el presente estudio, y sus diferencias pueden deberse a variaciones estacionales, pero en ningún caso son distintas a las observadas, al compara análisis realizados en diferentes épocas del año.

Sobre la base de análisis realizados por Biwater a las aguas servidas de Antofagasta, se ha podido determinar que existen grandes diferencias en la calidad de esta agua, dependiendo del sector de la ciudad que las origina. Así por ejemplo las aguas del Colector Norte tienen una conductividad promedio de 4.200 $\mu\text{mhos/cm}$ (4,2 Ds/m) durante los meses de enero a marzo de 1997; para ese mismo período el Colector Argentina (Sur de la ciudad) presenta un valor medio de 3500 $\mu\text{mhos/cm}$ (3,5 Ds/m). En cambio existen otros colectores que presentan valores de conductividad mayores, tales como el Colector Tocopilla que en el año 1992 registró conductividades del orden de 13.000 $\mu\text{mhos/cm}$, la descarga Universidad que para el mismo año registró valores entre 3.000 y 17.000 $\mu\text{mhos/cm}$ y la descarga N° 6, al norte de la ciudad, con conductividades del orden de 7.000 $\mu\text{mhos/cm}$.

En resumen, a partir de los antecedentes expuestos, la aptitud de estas aguas es muy limitada, debido a su alta salinidad y contenido de Boro; sin embargo dada la variabilidad de la calidad de las aguas servidas de ciudad, sería recomendable hacer un seguimiento de estos efluentes a fin de confirmar lo expuesto en el presente estudio y determinar cuales colectores no deberían ser considerados al momento de tratar las aguas servidas para ser utilizadas en riego.

ii) Aguas Servidas de Calama

Como se explicó anteriormente la ciudad de Calama no cuenta con planta de tratamiento de aguas servidas, lo cual se espera será implementado a futuro. Para poder tener una visión de la calidad de las aguas que se traten a futuro, se tomó una muestra de las aguas servidas en el colector que recibe la totalidad de las aguas servidas de la ciudad, emisario que descarga a la Quebrada de Quetena. Para este análisis se parte del supuesto que la

calidad química de las aguas tratadas no tendrá una diferencia substancial con las aguas sin tratar; en lo relativo a la calidad bacteriológica de las aguas tratadas si se deberían producir diferencias sustanciales como resultado de los procesos de depuración y final desinfección con cloro.

Las aguas del sistema de alcantarillado de Calama analizadas tienen substancialmente mejores características que las de Antofagasta, siendo su conductividad eléctrica de sólo 1.662 $\mu\text{mhos/cm}$. Un nivel salino que si bien no es bajo es tolerable por una gran mayoría de especies sin tener reducciones mayores en sus rendimientos; el nivel porcentual de sodio es de 44,53 % lo que indica que se está en el límite de lo tolerable, aunque de acuerdo a la NCh 1.333 esta excedida. De todas formas se considera que esta agua es substancialmente mejor a la usada en riego en el área de la Ciudad de Calama, la cual bordea los 6.000 $\mu\text{mhos/cm}$, y que impone severas restricciones en su uso agrícola

Con el propósito de confirmar estos resultados se obtuvieron antecedentes de calidad de las aguas servidas en Calama, los que fueron proporcionados por la División Chuquicamata de CODELCO y por la Empresa Biwater, los que se presentan en el Anexo 4.5-1. De acuerdo con estos valores se puede indicar que los contenidos de boro y de sales son substancialmente similares a los determinados en esta consultoría, razón por la cual se pueden tomar como valores de referencia para evaluar un riego agrícola con esas aguas servidas tratadas.

De acuerdo a los niveles de salinidad y sodio en el uso de esta agua para riego, habría que seleccionar adecuadamente las especies de cultivo en conjunto con los respectivos suelos, adoptando aquellos de texturas mas bien livianas y de fácil percolación, para evitar la acumulación de sales.

Los niveles de cloruros y sulfatos son manejables con un adecuado sistema de drenaje y selección de especies y variedades que se adapten a las particulares condiciones imperantes.

Con respecto a los microelementos presentes en estas aguas, se encuentra niveles excedidos con respecto a litio para cítricos; sin embargo esta situación carece de importancia debido a que por condiciones climáticas es difícil que estas especies puedan prosperar en la zona de Calama.

Respecto a las clasificaciones de aguas enunciadas estas son: C3S1, o agua de alto peligro de salinización y bajo riesgo de sodificación, de acuerdo con la Norma Riverside; según Eaton tienen 47,2 % de sodio "encontrado" y 64,8 % de sodio "posible" no presentando carbonato de sodio residual, siendo por este concepto "recomendable". De acuerdo con Wilcox y Magistad, el agua es clase II, buena a perjudicial. Finalmente según Doonen, el agua tiene 11,25 meq/l de salinidad efectiva, lo que significa clase 3 en suelos sin drenaje, pasando a 2 cuando este drenaje es restringido o bueno.

En resumen adoptando las precauciones y prácticas de manejo adecuadas, esta agua es perfectamente utilizable para fines agrícolas. Se trata de aguas con mejor calidad que las captadas directamente del río Loa por los agricultores, con la diferencia que las aguas

servidas tratadas tendrían fósforo y nitrógeno, fertilizantes indispensables en suelos áridos, arenosos y deficientes en materia orgánica.

iii) Efluente de la Planta de Tratamiento Baquedano

Los efluentes de la pequeña Planta de Tratamiento de Baquedano son de muy buena calidad bajo el punto de vista de la concentración total de sales, con una conductividad eléctrica de sólo 480 μ mhos/cm. El nivel de sodio no es tan bueno, al alcanzar un 48,45 %, lo cual lo pone en el límite de lo señalado como crítico en lo relativo a producir problemas en la parte física del suelo. Las concentraciones cloruros y sulfatos son adecuadas.

Respecto a las concentraciones de microelementos, esta sólo se encuentra excedida en boro, de acuerdo a lo señalado por la NCh 1.333; esta situación puede ser fácilmente obviada si no se incluyen las especies de cultivo sensibles a este elemento.

Respecto a las clasificaciones de estas aguas, según las normas Riverside, se tiene que son del tipo C2S1, es decir agua de peligro medio de salinización y bajo riesgo de sodificación. Según Eaton tienen 50,8 % de sodio "encontrado" y 100 % de sodio "posible" presentando 0,56 mg/l de carbonato de sodio residual, estando dentro de lo que se indica como "recomendable". De acuerdo con Wilcox y Magistad el agua es de clase II "Buena a perjudicial" por la limitante dada por la concentración de boro. Según el índice de salinidad efectiva de Doonen, tiene 3,13 meq/l, lo que significa agua de Clase 2 en suelos sin drenaje, pasando a 1 cuando este drenaje es restringido o bueno.

En resumen esta agua puede ser usada perfectamente en producción agrícola, tomando como precaución usarla en suelos de texturas mas bien livianas para permitir una buena lixiviación y evitando especies susceptibles a sodio y boro.

b) **Estudio de Calidad de Aguas del Río San Pedro**

Como la localidad de San Pedro también está incluida en este estudio, para evaluar la calidad de las aguas que riegan ese Oasis, se han utilizado estudios recientes, en especial los resultados del Estudios realizado por la firma consultora Luis Arrau para la Dirección de Obras Hidráulicas del MOP, relacionados con el embalse Coyil. En dicho estudio se hizo una recopilación de toda la información existente al respecto de este tema.

Las aguas que riegan a San Pedro son captadas mayoritariamente en el río San Pedro, en Cuchabrachi o en sectores ubicados aguas abajo de ese punto, lugar donde existe una estación fluviométrica de la Dirección General de Aguas. Por lo tanto la calidad de esas aguas corresponden a las usadas en el riego del Oasis. Según los antecedentes obtenidos, las características de las aguas de riego serían las siguientes:

CUADRO 4.5.5-1
ANÁLISIS QUÍMICOS RÍO SAN PEDRO EN CUCHABRACHI

PARÁMETRO Y UNIDAD DE MEDIDA	Muestra		
	R & Q 1(*)	Muestreo 1 8-10 Oct.97	Muestreo 2 12-14 Nov.97
C.E dS/m	2240	2950	2830
PH	8,87	8,27	8,63
Sodio meq/l	15,50	21,00	20,00
Potasio meq/l	0,51	0,30	0,30
Calcio meq/l	4,74	5,15	5,86
Magnesio meq/l	3,33	3,28	2,24
Suma cationes meq/l	24,08	29,73	28,40
Carbonatos meq/l	0,27	0,40	0,94
Bicarbonatos meq/l	2,72	1,78	0,73
Cloruros meq/l	16,25	18,86	18,56
Sulfatos meq/l	4,87	8,75	7,98
Suma aniones meq/l	24,11	29,79	28,21
Arsénico mg/l	0,140	0,080	0,050
Bario mg/l	n.d	< 0,00	< 0,01
Boro mg/l	1,20	1,90	2,00
Cadmio mg/l	n.d	0,01	< 0,01
Cobre mg/l	0,05	0,22	0,03
Cromo mg/l	n.d	0,13	< 0,01
Fierro mg/l	0,55	0,01	0,05
Flúor mg/l	n.d	0,50	0,82
Litio mg/l	0,38	0,39	0,357
Manganeso mg/l	n.d	0,09	< 0,01
Molibdeno mg/l	n.d	< 0,01	< 0,01
Níquel mg/l	n.d	0,01	< 0,01
Plomo mg/l	n.d	1,19	< 0,01
Zinc mg/l	< 0,01	0,01	< 0,01
RAS	7,72	10,25	10,25
% Sodio	64,37	70,64	70,64

(*): Muestro N°1 realizado por la Consultora R&Q
nd = no detectable

De acuerdo con los antecedentes disponibles, resumidos en el cuadro anterior, las aguas de San Pedro son de clase C4S3 de acuerdo con la clasificación de Riverside; esto significa que las aguas presentan un muy alto riesgo de salinización y alto riesgo de sodificación. De acuerdo con la publicación de Ayres y Westcot, existiría una restricción "ligera a moderada" para el uso agrícola de las aguas del río San Pedro.

De los microelementos analizados, varios de ellos no fueron detectados en las aguas del río San Pedro y sus afluentes, como es el caso de Bario, Cadmio, Níquel, Manganeso y Molibdeno; de los restantes, el cromo y el flúor no cumplen en todas las muestras los límites señalados por la NCH 1.333, y no presentan una situación preocupante. Pero en el caso del Boro la situación es distinta, ya que las concentraciones llegan a valores que exceden el límite de 0,75 mg/l. De todas formas el problema del Boro no alcanza los niveles de los ríos Loa y Lluta, razón por la cual es posible establecer cultivos que no sean extremadamente sensibles al boro.

El estudio antes citado también comprendió una caracterización de las aguas haciendo recuentos de coliformes fecales en varios lugares de la cuenca del río San Pedro y particularmente en los Ayillos de dicha localidad. La única muestra que dio resultado positivo fue

la del Hotel Internacional, con un recuento de 5.000 coliformes/100 ml. de agua, que excede el valor límite de 1.000 coliformes/100 ml fijado por la norma NCh 1.333.

El recuento de coliformes fecales efectuado en el segundo muestreo determinó para el punto analizado la cantidad de 26.000 coliformes/100 ml, valor que excede largamente lo estipulado por la NCh 1.333, al igual que en el primer muestreo

Los dos muestreos en San Pedro indican una contaminación fecal debido a lo cual se deberían tomar las medidas del caso para no limitar el uso del agua en cultivos a ras de suelo y evitar así posibles focos de infecciones provocadas por patógenos entéricos. Sumado a lo anterior, debe considerarse el potencial peligro que esta situación provoca ya que parte de la población de San Pedro utiliza esta agua para usos domésticos y para la bebida. Lo anteriormente expresado tiene su confirmación en lo ocurrido durante los últimos días de diciembre de 1997, con la aparición de un brote de cólera, que afectó, severamente a los habitantes de San Pedro.

Finalmente, es posible indicar que las aguas de San Pedro pueden ser usada en riego, con limitaciones dadas por la salinidad, lo que exige una adecuada selección de especies, según las características de los suelos, que permitan una adecuada lixiviación del exceso de sales aportadas por el agua de riego. También es necesario tener en cuenta el problema bacteriológico mencionado, que potencialmente sería una limitación a la utilización en riego de esas aguas.

4.5.6 Conclusiones y Recomendaciones

El resumen de los resultados de los análisis de calidad de las aguas servidas tratadas realizados en Antofagasta y Baquedano, y de las aguas servidas de Calama, se presentan en el siguiente cuadro.

CUADRO 4.5.6-1
RESUMEN CARACTERÍSTICAS DEL
AGUA DE RIEGO PROYECTO II REGIÓN

PARÁMETRO	VALORES NORMALES AGUA DE RIEGO (a)	VALORES NORMA NCh 1333	ANTOFAGASTA		CALAMA CONSULTORA	BAQUEDANO CONSULTORA
			CONSULTORA	BIWATER		
Reacción (pH)	6.0 – 8.5	5.5 – 9.0	6.89	7.70	7.04	6.35
Conductividad (Salinidad)	0 – 3 Ds/m	0.75	4.05	2.80	1.66	0.48
RAS(Relación adsorción Na)	0 – 15	-	9.25	n/d	3.65	2.20
Calcio (meq/l)	0 – 20	-	5.81	4.80	4.04	0.82
Magnesio (meq/l)	0 – 5	-	7.08	2.60	4.28	1.46
Sodio (meq/l)	0 – 40	35%	23.5	n/d	7.45	2.35
Carbonato (meq/l)	0 – 0.1	-	0.00	n/d	0.00	0.00
Bicarbonato (meq/l)	0 – 10	-	4.72	n/d	5.48	2.84
Cloruros (meq/l)	0 – 30	5.6 *	27.5	20.2	6.82	1.43
Sulfato (meq/l)	0 – 20	5.2 **	9.37	8.20	4.79	0.58
Boro (mg/l)	0 – 2	0.75	6.00	6.00	5.10	1.20
Arsénico (mg/l)	0.10	0.10	0.01	0.04	0.00	0.05
Cobre (mg/l)	0.20	0.20	0.00	0.00	0.00	0.04

a : FAO 29 Rev.1
 * : La Norma indica 200 mg/l
 ** : La Norma indica 250 mg/l
 - : Parámetro no normado
 n/d : Dato no disponible

De acuerdo con esta información, queda claro que el problema principal en Antofagasta, Calama y San Pedro de Atacama lo constituye el alto tenor salino y el contenido de boro de las aguas servidas de ambas ciudades. Ambos contaminantes exceden largamente los valores límites recomendados en la literatura técnica, razón por la cual al momento de determinar los cultivos a regar, es conveniente tomar en cuenta estos problemas. Por tal motivo se han determinado los valores representativos de ambos parámetros, sobre la base de los datos determinados en los análisis realizados y de los obtenidos en los antecedentes existentes, los que se encuentran en el Anexo 4.5-1. Los resultados son los siguientes:

CUADRO 4.5.6-2
CONDUCTIVIDAD Y BORO EN LAS AGUAS
SERVIDAS TRATADAS DE LA II REGIÓN

LOCALIDAD	CONDUCTIVIDAD (μ mhos/cm)	BORO (mg/l)
Antofagasta	3.300	6,5
Calama	1.500 *	6,0
Baquedano	500	1.2
San Pedro de Atacama	2.800	2.0

*: Este valor se ha determinado como el 90% de la conductividad de las aguas servidas no tratadas en Calama.

5. SITUACIÓN AGROPECUARIA ACTUAL

5.1 USO DE LOS SUELOS AGRÍCOLAS E INFRAESTRUCTURA AGRÍCOLA

5.1.1 Superficie Agrícola y su Distribución

De acuerdo a la información proporcionada los el VI Censo Nacional Agropecuario, en la Región existen 40.712 ha en poder de agricultores, de ellas, un 83% (33.826 ha) se localiza en la comuna de San Pedro de Atacama, y un 16% (6.632 ha) en la comuna de Calama. La actividad agrícola no reviste mayor importancia en las restantes localidades. En el Cuadro 5.1.1-1 se consigna la superficie total y promedio según estrato de tamaño.

CUADRO 5.1.1-1
SUPERFICIE TOTAL Y PROMEDIO, SEGÚN ESTRATO DE TAMAÑO Y COMUNA
(hectáreas)

REGIÓN / COMUNA	SAN PEDRO		CALAMA		ANTOFAGASTA	
	TOTAL	PROM.	TOTAL	PROM.	TOTAL	PROM
Menos de 1 ha	193,9	0,4	129,1	0,5	40,8	0,5
1 a 5 ha	1.120,4	2,2	822,5	2,1	6,4	1,1
5 a 10 ha	785,6	6,8	378,7	6,5	5,7	5,7
10 a 20 ha	520,2	12,4	351,8	13,0	26,0	13,0
20 a 50 ha	180,1	25,7	225,6	25,1	0	
50 a 100 ha	336,7	67,3	474,9	67,8	0	
100 a 200 ha	100,0	100,0	454,9	151,6	0	
200 a 500 ha	212,5	212,5	1.665,2	333,0	0	
500 a 1000 ha	900,0	900,0	751,2	751,2	0	
1000 a 2000 ha	3.350,0	1.675,0	1.378,0	1.378,0	0	
2000 y más ha.	26.127,0	13.063,5	0,0		0	
TOTALES	33.826,4		6.631,9		78,9	

FUENTE: INE, VI Censo Nacional Agropecuario 1997

La superficie antes mencionada se distribuye en 2.043 explotaciones agrícolas con tierra¹, donde el 93% se localiza en las comunas de San Pedro de Atacama (55%) y Calama (38%). En la comuna de Antofagasta existen 95 explotaciones agrícolas con tierra (4,7%), las que ocupan el 0,2 % de la superficie agrícola de la región, cuyo detalle se incluye en el Cuadro 5.1.1-2. Estas cifras ratifican lo antes señalado, en cuanto a que en el resto de la región prácticamente no existe actividad agrícola.

En términos generales se puede aseverar que la estructura de tenencia de la tierra en la Región se concentra en los estratos de tamaño de propiedad de menos de cinco hectáreas físicas (85% de las explotaciones), situación que no varía al desglosar la información a nivel de las tres principales comunas en las que se desarrolla actividad agrícola. Es así como en San Pedro de Atacama, el 84% de los propietarios se encuentra dentro de este estrato de tamaño, cifra que alcanza al 86% y 97% para el caso de las comunas de Calama y Antofagasta,

¹ Incluyendo las 265 explotaciones que se encontraban temporalmente sin actividad en el año 1997.

respectivamente. Los predios de más de 50 ha físicas representan a nivel regional solo el 1,4%, todos los cuales se localizan en las comunas antes individualizadas. De acuerdo a lo informado por el Censo Agropecuario, en la comuna de Balmaceda no se desarrolla actividad agrícola, motivo por el que no se tabularon resultados para esta localidad.

CUADRO 5.1.1-2
ESTRUCTURA DE TENENCIA DE LA TIERRA, SEGÚN ESTRATO DE TAMAÑO
(número de explotaciones)

REGIÓN / COMUNA	II REGIÓN	SAN PEDRO ATACAMA		CALAMA		ANTOFAGASTA	
	Nº	Nº	%	Nº	%	Nº	%
Menos de 1 ha	820	449	39,8	274	35,4	86	90,5
1 a menos de 5 ha	919	501	44,5	389	50,3	6	6,3
5 a menos de 10 ha	184	116	10,3	58	7,5	1	1,1
10 a menos de 20 ha	75	42	3,7	27	3,5	2	2,1
20 a menos de 50 ha	16	7	0,6	9	1,2	0	0,0
50 a menos de 100 ha	12	5	0,4	7	0,9	0	0,0
100 a menos de 200 ha	4	1	0,1	3	0,4	0	0,0
200 a menos de 500 ha	6	1	0,1	5	0,6	0	0,0
500 a menos de 1000 ha	2	1	0,1	1	0,1	0	0,0
1000 a menos de 2000 ha	3	2	0,2	1	0,1	0	0,0
2000 y más ha.	2	2	0,2	0	0,0	0	0,0
TOTALES	2043	1127	100,0	774	100,0	95,0	100,0

FUENTE: INE, VI Censo Nacional Agropecuario

Al analizar la estructura de tenencia de la tierra, en cuanto a la superficie total de terrenos que disponen los distintos estratos de tamaño de explotación en las comunas en las que se ubican los subproyectos productivos, se observa que los estratos de mayor tamaño (sobre 50 ha) concentran la gran parte de los terrenos encuestados durante el Censo Agropecuario. La excepción la constituye la comuna de Antofagasta donde claramente predominan las explotaciones pequeñas, no existiendo fincas de más de diez hectáreas.

Los tamaños promedio de las explotaciones de menos de 100 ha, localizados en las Comunas de San Pedro de Atacama y Calama, son relativamente similares. En ambos casos la superficie promedio de las explotaciones oscilan alrededor de la media del rango en cuestión. En la comuna de Antofagasta solo existen explotaciones con menos de 20 ha; la mayor cantidad de superficie se concentra en predios de menos de una hectárea, que en conjunto reúnen 40,8 ha, con un promedio de 0,5 ha por predio.

5.1.2 Situación Jurídica de la Propiedad y Forma de Tenencia

Según los antecedentes proporcionados por las personas que contestaron el cuestionario del VI Censo Nacional Agropecuario, el 98% de las explotaciones agrícolas de la Región es de propiedad de personas naturales, en tanto que el 2% restante está en poder de personas jurídicas, categoría en la cual se incluye el Fisco y Municipios (0,7%), sociedades anónimas y limitadas (0,7%), otras sociedades (0,3%) y comunidades agrícolas (0,3%).

Sin embargo, desde un punto de vista de la superficie agrícola ocupada, las instituciones relacionadas con el Fisco² son propietarias del 81% de los terrenos, concentrándose éstas principalmente en la comuna de San Pedro de Atacama (91% de la superficie).

CUADRO 5.1.2-1
CONDICIÓN JURÍDICA DEL PRODUCTOR

REGIÓN / COMUNA	II REGIÓN				SAN PEDRO ATACAMA				CALAMA			
	Nº	%	ha	%	Nº	%	ha	%	Nº	%	ha	%
Personas Naturales												
Productores individuales	1.863	88,8	6.769	16,1	965	83,8	2.464	7,3	737	94,2	2.732	41,2
Sucesión y Soc. de hecho	193	9,2	1.339	3,2	168	14,6	718	2,1	23	2,9	617	9,3
Subtotal	2.056	98,0	8.108	19,3	1.133	98,4	3.182	9,4	760	97,2	3.349	50,5
Personas Jurídicas												
Fisco y Municipios	16	0,8	29.275	69,6	9	0,8	28.893	85,4	5	0,6	382	5,8
Soc. Anónimas y Ltda.	14	0,7	1.295	3,1	2	0,2	12	0,0	11	1,4	1.283	19,3
Otras Sociedades	7	0,3	90	0,2	4	0,3	23	0,1	3	0,4	67	1,0
Comunidades Agrícolas	6	0,3	3.267	7,8	3	0,3	1.716	5,1	3	0,4	1.552	23,4
Subtotal	43	2,0	33.927	80,7	18	1,6	30.644	90,6	22	2,8	3.284	49,5
TOTAL	2.099	100,0	42.035	100,0	1.151	1,8	33.826	100,0	782	100,0	6.633	100,0

FUENTE: VI Censo Nacional Agropecuario

La información anterior contrasta con los antecedentes proporcionados por la misma fuente de información al momento de procesar los antecedentes referidos a la forma de tenencia de la tierra, la cual se presenta en el Cuadro 5.1.2-2, sobre todo en lo que dice relación con la comuna de San Pedro de Atacama, donde supuestamente el 97% de los terrenos se encuentra bajo una forma de tenencia "propia con títulos inscritos". Estas cifras no concuerdan con el hecho que en dicha comuna existan 28.893 hectáreas fiscales.

² Instituciones fiscales, semifiscales y municipios.

CUADRO 5.1.2-2
SUPERFICIE DE LAS EXPLOTACIONES POR FORMA DE TENENCIA DE LA TIERRA

REGIÓN / COMUNA	II REGIÓN		SAN PEDRO ATACAMA		CALAMA		ANTOFAGASTA	
	Nº	ha	Nº	ha	Nº	ha	Nº	ha
Forma de tenencia única								
Propia con Título inscrito	1.153	37.047	745	32.650	360	4.336	41	24
Propia con Título irregular	487	2.229	199	383	259	1.776	7	13
Tomada en arriendo	81	242	11	47	29	141	36	33
Recibida en medias	5	13	1	1	4	12	0	0
Recibida en goce o regalía	7	2	4	1	1	1	1	0
Cedida	61	134	36	106	22	25	2	1
Ocupada	25	65	14	20	7	29	0	0
Más de 1 forma de tenencia								
Propia y arrendada	28	172	12	93	10	74	6	5
Propia y en media	4	11	3	9	1	2	0	0
Propia y en regalía	3	10	2	10	1	1	0	0
Propia y cedida	43	154	24	108	19	46	0	0
Arrendada y en medias	0	0	0	0	0	0	0	0
Otras combinaciones	144	631	76	398	61	191	2	2

FUENTE: VI Censo Nacional Agropecuario

5.1.3 Superficie Regada

Las características climáticas imperantes en la zona del estudio determinan que cualquier actividad agrícola que se desarrolle en ella necesariamente debe contar con algún sistema para aportar agua a los cultivos. Por tal motivo, la agricultura en la Región de Antofagasta se concentra alrededor de la única hoya hidrográfica existente, la del río Loa.

Recientemente, como consecuencia de la construcción de la planta de tratamiento de aguas urbanas servidas, se han efectuado algunas experiencias agrícolas utilizando este tipo de recurso para efectuar el aporte hídrico a los cultivos. Es así como en Antofagasta se encuentra el sector de Las Chimbas, que se abastece de aguas servidas tratadas provenientes de la ciudad de Antofagasta, existiendo además un pequeño proyecto al costado de la localidad de Baquedano, comuna de Sierra Gorda.

El VI Censo Nacional Agropecuario, cuyo resumen de superficie regada en la región según comunas y sistema de riego incluido en el Cuadro 5.1.3-1, señala que en la Región de Antofagasta existen 2.961 ha regadas, 98% de las cuales (2.911 ha) cuentan con riego gravitacional y, tan sólo el 2% restante (50 ha), dispone de algún sistema de riego tecnificado de localización (microaspersor, goteo, etc.). En la región no existen explotaciones agrícolas que empleen otros sistemas de riego mecanizado, como por ejemplo, aspersión.

De las 2.961 ha que se riegan en la Región, 1.168 de ellas (39,5%) se encuentran en la comuna de Calama, 1.731 ha (58,5%) en la comuna de San Pedro de Atacama, 24 ha

(0,8%) en la comuna de Antofagasta. Estas últimas corresponden en su totalidad a los terrenos de Las Chimbas. También se cuenta con 23 ha regadas (0,8%) en la comuna de María Elena y, 14 ha regadas (0,5%) en la comuna de Ollague.

CUADRO 5.1.3-1
SUPERFICIE REGADA EN LA REGIÓN, SEGÚN COMUNA Y SISTEMA DE RIEGO

COMUNA	SUPERFICIE REGADA		SISTEMA GRAVITACIONAL		SISTEMA LOCALIZADO	
	ha	%	ha	%	ha	%
Tocopilla	0	0,0	0	0,0	0	0,0
María Elena	23	0,8	23	0,8	0	0,0
Calama	1.168	39,5	1.127	38,7	42	84,0
Ollague	14	0,5	14	0,5	0	0,0
San Pedro de Atacama	1.731	58,5	1.730	59,4	1	2,0
Antofagasta	24	0,8	17	0,6	7	14,0
Mejillones	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Sierra Gorda	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Taltal	0	0,0	0	0,0	0	0,0
TOTALES	2.960	100,0	2.911	100,0	50	100,0

FUENTE: VI Censo Nacional Agropecuario

La distribución de la superficie regada en los diferentes estratos de tamaño de la propiedad es un aspecto que reviste suma importancia si se considera que, como se ha dicho, por las características climáticas existentes en la II Región, es imposible desarrollar cualquier tipo actividad agrícola sin contar con agua para regar los cultivos y plantaciones.

En todas las comunas de este estudio donde se contempla ejecutar subproyectos agrícolas, de acuerdo a los datos censales, la superficie regada se concentra en propiedades de menos de 20 ha, y en mayor medida, en las de rango de tamaño de menos de 10 ha. A su vez, en este último estrato se agrupa una proporción importante de explotaciones que no riegan toda la superficie disponible, lo que determina que el promedio de superficie regada de las explotaciones sea inferior al promedio de superficie total que ellas disponen.

Del Cuadro 5.1.3-2 que se presenta a continuación se desprende, que en todas las comunas analizadas, los predios menores de una hectárea disponen de menos de 0,5 ha regada (0,4 ha en San Pedro y Calama, 0,3 ha en Antofagasta). Es de interés destacar lo que acontece en los predios de entre una y cinco hectáreas; en San Pedro de Atacama y Calama la superficie promedio regada es ligeramente superior a 1,5 ha, en tanto que en la comuna de Antofagasta estas explotaciones riegan en promedio 0,6 ha.

Por otro lado, las explotaciones de entre 200 y 500 ha de San Pedro de Atacama disponen en promedio de tan sólo 6,2 ha regadas, lo que, desde el punto de vista de una agricultura de riego, las asemeja a los predios de entre 10 y 20 ha, que cuentan con una superficie regada relativamente superior (7,4 ha). Llama la atención el caso de las dos explotaciones de entre 200 y 500 ha localizadas en la comuna de Calama, que disponen en promedio de 43,3 ha regadas, convirtiéndose en las explotaciones agrícolas de mayor extensión del área en estudio. A

su vez, ellas reúnen el 96% de los terrenos regados con sistemas presurizados en la Comuna, y el 85% de los de la Región.

CUADRO 5.1.3-2
SUPERFICIE REGADA TOTAL Y PROMEDIO POR EXPLOTACIÓN
SEGÚN LOCALIDAD (hectáreas)

ÍTEMES	SAN PEDRO ATACAMA			CALAMA			ANTOFAGASTA		
	Nº PREDIOS	SUP. TOTAL	SUP. PROM	Nº PREDIOS	SUP. TOTAL	SUP. PROM	Nº PREDIOS	SUP. TOTAL	SUP. PROM
Menos de 1 ha	394	150,3	0,4	225	92,0	0,4	66	19,2	0,3
1 a menos de 5 ha	440	742,8	1,7	333	531,6	1,6	4	2,4	0,6
5 a menos de 10 ha	104	479,3	4,6	51	200,9	3,9	1	0,1	0,1
10 a menos de 20 ha	32	237,6	7,4	21	133,5	6,4	1	2,0	2,0
20 a menos de 50 ha	6	64,1	10,7	4	59,9	15,0	0	0,0	0,0
50 a menos de 100 ha	1	50,0	50,0	3	64,0	21,3	0	0,0	0,0
100 a menos de 200 ha	0	0,0		0	0,0	0,0	0	0,0	0,0
200 a menos de 500 ha	1	6,2	6,2	2	86,5	43,3	0	0,0	0,0
500 a menos de 1000 ha	0	0,0	0,0	0	0,0	0,0	0	0,0	0,0
1000 a menos de 2000 ha	1	0,9	0,9	0	0,0	0,0	0	0,0	0,0
2000 y más ha.	0	0,0	0,0	0	0,0	0,0	0	0,0	0,0

FUENTE: INE, VI Censo Nacional Agropecuario

5.1.4 Uso de los Suelos Agrícolas

En la Región de Antofagasta se censaron 2.041 explotaciones agrícolas con tierra³, con una superficie total de 40.711 ha, tal como se señala en el Cuadro 5.1.4-1. De ellas, 5.056 ha corresponden a suelos de cultivo, y 35.655 ha a otro tipo de terrenos. En estos últimos se incluyen los terrenos con praderas mejoradas, praderas naturales, plantaciones forestales, bosques y montes, caminos, canales, arenales y pedregales existentes al interior de las explotaciones encuestadas.

De las 5.056 ha declaradas como de cultivo, 2.799 están dedicadas a cultivos propiamente tales, y a praderas artificiales, el resto, corresponde a terrenos en barbecho y descanso, que sólo son trabajados en la eventualidad de que exista agua para regarlos, o que se les transfiera agua desde otros terrenos que sean dejados en barbecho o descanso. Cabe destacar el hecho que las 2.799 ha declaradas como cultivadas corresponden aproximadamente a las 2.961 ha declaradas por los encuestados como regada, lo que estaría indicando que la agricultura en la Región no sobrepasa las tres mil hectáreas.

Los terrenos clasificados en el Censo como otros suelos, presumiblemente corresponden a sectores de vega, pastizales cordilleranos, y terrenos de secano donde las condiciones climáticas imperantes impiden el desarrollo de la actividad agrícola.

Cabe señalar que en las comunas de San Pedro de Atacama y Calama se localiza el 96% de los terrenos cultivados de la Región, cifra que se eleva hasta el 98% si no se consideran en el cálculo los suelos en barbecho y descanso. De ello se desprende que la actividad agrícola en el resto de las comunas que conforman la Región no reviste mayor importancia a nivel regional, y menos aún a nivel nacional.

Si se analiza la situación agrícola existente al interior de las Comunas agrícolas antes individualizadas, vale decir, San Pedro de Atacama y Calama, se concluye que en ambas predominan los suelos dedicados a praderas artificiales, con el 74% y 58% de los terrenos regados, respectivamente.

En el caso particular de la comuna de Antofagasta se observa que si bien es cierto que el 71% de los terrenos censados corresponde a suelos de cultivo, solo un 29,5% es trabajado agrícolamente (23 ha), el resto corresponde a suelos dejados en barbecho y descanso (33 ha), y otros terrenos (23 ha). Esto puede deberse al alto costo que deben cancelar los agricultores por el agua de riego y, a la fuerte presión que existe por el uso urbano de los terrenos de Las Chimbas.

CUADRO 5.1.4-1
USO DE LOS SUELOS EN LAS EXPLOTACIONES CON TIERRA

USO DEL SUELO	II REGIÓN		SAN PEDRO ATACAMA		CALAMA		ANTOFAGASTA	
	ha	%	ha	%	ha	%	Ha	%
Suelos de Cultivo	5.056	12,4	2.573	7,6	2.301	34,7	56	71,0
Anuales permanentes	909	2,2	431	1,3	448	6,8	23	29,5
Praderas artificiales	1.890	4,6	1.257	3,7	608	9,2	0	0,0
Barbecho y descanso	2.256	5,5	884	2,6	1.244	18,8	33	41,4
Otros Suelos	35.655	87,6	31.254	92,4	4.331	65,3	23	29,0
Praderas mejoradas	142	0,3	52	0,2	84	1,3	0	0,0
Praderas naturales	24.408	60,0	21.422	63,3	2.951	44,5	6	7,6
Plantación forestal	71	0,2	24	0,1	41	0,6	1	1,3
Bosques y montes	2	0,0	2	0,0	1	0,0	0	0,0
Caminos y otros	53	0,1	7	0,0	39	0,6	5	6,8
Arenales, pedregales	10.979	27,0	9.747	28,8	1.216	18,3	11	13,3
TOTALES	40.711	100	33.826	100	6.632	100	79	100

FUENTE: VI Censo Nacional Agropecuario.

Al desglosar la información de uso del suelo y analizar la estructura de cultivo que se presenta en el Cuadro 5.1.4-2, se concluye que más de la mitad de los terrenos agrícolas de la Región de Antofagasta está destinado a forrajeras anuales y permanentes, siendo la comuna de San Pedro de Atacama la que proporcionalmente destina una mayor superficie a este tipo de uso (73% de los suelos). Esta situación puede obedecer una costumbre muy arraigada en el pueblo Atacameño, y a una racionalidad técnica y económica que el tiempo se ha encargado de validar (adaptación de cultivos a las características climáticas, calidad de suelo y agua, y facilidades de comercialización).

La horticultura es la segunda actividad agrícola en orden de importancia. Existen 775 ha dedicadas a este rubro: 414 ha en Calama y 235 ha en San Pedro de Atacama. Cabe señalar que entre ambas comunas reúnen el 84% de la superficie hortícola de la Región.

El resto de los rubros: cereales, chacras, cultivos industriales, flores, frutales, viñedos, parronales, viveros, semilleros y plantaciones forestales, ocupa sólo el 10,2% de la superficie que anualmente se cultiva en la Región de Antofagasta, cifra que para la comuna de San Pedro de Atacama y Calama llega al 12,9% y 16,3%, respectivamente.

CUADRO 5.1.4-2
ESTRUCTURA DE CULTIVOS ANUALES Y PERMANENTES

CULTIVOS	II REGIÓN		SAN PEDRO		CALAMA		ANTOFAGASTA	
	ha a/	%	ha	%	ha	%	ha	%
Cereales	88	3,0	71	4,2	16	1,3	0	0,0
Chacras	12	0,4	11	0,6	1	0,1	0	0,0
Industriales	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Hortalizas	775	26,1	235	13,7	414	33,9	72	89,9
Flores	5	0,2	1	0,0	4	0,3	6	7,5
Forrajeras	1.890	63,7	1.257	73,4	608	49,8	0	0,0
Frutales	129	4,3	114	6,7	138	11,3	1	1,4
Viñas y Parronales	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Viveros	1	0,0	0	0,0	0	0,0	1	1,2
Semilleros	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Plantaciones forestales	70	2,4	24	1,4	41	3,3	0	0,0
TOTALES	2.970	100	1.712	100	1.222	100	80	100

a/ Estas cifras incluyen superficie ocupada por cultivos intercalados, y doble cultivo en un mismo año.

FUENTE: VI Censo Nacional Agropecuario.

Al desglosar nuevamente la información del uso del suelo, pero esta vez en función de las especies vegetales que conforman las estructuras de cultivo, tal como se presenta en el Cuadro 5.1.4-3, se observa que dentro de los cereales el trigo y el maíz son los que presentan una mayor importancia relativa, abarcando el 84,2% de los terrenos de la región destinados a este rubro. Dicho porcentaje asciende al 98,6% y 93,8% para el caso de las comunas de San Pedro de Atacama y Calama, respectivamente. Los agricultores de la localidad de Las Chimbas en Antofagasta no siembran cereales.

Las chacras están constituidas exclusivamente por la papa, abarcando este tubérculo la totalidad de los suelos destinados a este rubro. En hortalizas se observa una mayor diversidad. A nivel regional ocho especies, excluyendo lo que en el Censo se clasifica como huerta casera (terrenos sembrados con un sin número de hortalizas destinadas al autoconsumo) reúnen el 92,6% de los terrenos cultivados con este rubro. Las especies de mayor importancia son choclo y zanahoria.

Las hortalizas que conforman las estructuras de cultivo en las diferentes comunas analizadas presentan algún grado de variación. Es así como en San Pedro de Atacama predomina claramente el choclo, seguido en orden de importancia por el ajo y haba; en Calama lo hace el choclo y zanahoria, en tanto que en Las Chimbas de Antofagasta, la lechuga, cilantro y acelga.

CUADRO 5.1.4-3
ESTRUCTURA DE CULTIVO DE TEMPORADA, SEGÚN TIPO Y ESPECIE

CULTIVOS	II REGIÓN		SAN PEDRO ATACAMA		CALAMA		ANTOFAGASTA	
	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%
Cereales	101	100,0	71	100,0	16	100,0	0	0,0
Trigo blanco	36	35,6	32	45,1	4	25,0	0	0,0
Trigo candeal	38	37,6	31	43,7	7	43,8	0	0,0
Maíz grano	11	10,9	7	9,9	4	25,0	0	0,0
Otros	16	15,8	1	1,4	1	6,3	0	0,0
Chacras	12	100,0	11	100,0	1	100,0	0	0,0
Papa	12	100,0	11	100,0	1	100,0	0	0,0
Hortalizas	775	100,0	235	100,0	414	100,0	120	100,0
Huerta casera	29	3,7	13	5,5	12	2,9	3	2,5
Acelga	18	2,3	0	0,0	3	0,7	14	11,7
Ajo	38	4,9	29	12,3	7	1,7	1	0,8
Betarraga	16	2,1	1	0,4	12	2,9	3	2,5
Cilantro	19	2,5	0	0,0	0	0,0	19	15,8
Choclo	407	52,5	158	67,2	249	60,1	0	0,0
Haba	34	4,4	25	10,6	8	1,9	0	0,0
Lechuga	60	7,7	2	0,9	0	0,0	58	48,3
Zanahoria	126	16,3	3	1,3	120	29,0	2	1,7
Otros	28	3,6	4	1,7	3	0,7	20	16,7

a/ Estas cifras incluyen superficie ocupada por cultivos intercalados, y doble cultivo en un mismo año.
FUENTE: VI Censo Nacional Agropecuario.

Dentro de los cultivos permanentes, las praderas artificiales son las que ocupan la mayor cantidad de terrenos de cultivo, y dentro de ellas, la alfalfa es la única especie forrajera artificial que se siembra en la zona, ocupando la totalidad de los terrenos en este uso, tal como se indica en el Cuadro 5.1.4-4. Cabe recordar que para el desarrollo de la alfalfa necesariamente se requiere disponer en forma periódica de agua de regadío.

Los frutales, incluyendo los huertos caseros, no tienen mayor representación dentro de la estructura de cultivos, ya que abarcan sólo el 4,3% de la superficie total cultivada en la Región, y el 6,4% de la superficie plantada o sembrada con cultivos permanentes. Este rubro está representado básicamente por plantaciones compactas de cuatro variedades (damasco, membrillo, peral europeo y tuna), los que en su conjunto abarcan el 66,7% de la superficie frutal regional. Al desglosar la información se observa que existen marcadas diferencias en cuanto al tipo de frutal predominante en las diferentes comunas analizadas. Es así como en San Pedro de Atacama predomina claramente el Peral Europeo y Membrillo, que abarcan el 63,1% de la superficie plantada, en tanto que en Calama lo hace la Tuna (42,9% de la superficie frutal). Los huertos caseros son importantes en ambas comunas, y tienen por finalidad satisfacer las necesidades alimenticias familiares. En la Comuna de Antofagasta solo existe una hectárea plantada con frutales, lo que estaría indicando la poca importancia que esta actividad tiene en el área.

CUADRO 5.1.4-4
ESTRUCTURA DE CULTIVOS PERMANENTES, SEGÚN TIPO Y ESPECIE

CULTIVOS	II REGIÓN		SAN PEDRO ATACAMA		CALAMA		ANTOFAGASTA	
	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%
Forrajeras	1.890	100,0	1.257	100,0	608	100,0	0	0,0
Alfalfa	1.890	100,0	1.257	100,0	608	100,0	0	0,0
Frutales	129	100,0	114	100,0	14	100,0	1	100,0
Huerto Casero	27	20,9	23	20,2	4	28,6	0	0,0
Damasco	6	4,7	5	4,4	1	7,1	0	0,0
Membrillo	29	22,5	29	25,4	0	0,0	0	0,0
Peral Europeo	44	34,1	43	37,7	0	0,0	0	0,0
Tuna	7	5,4	1	0,9	6	42,9	0	0,0
Otros	16	12,4	13	11,4	3	21,4	1	100,0

FUENTE: VI Censo Nacional Agropecuario.

5.1.5 Existencia de Animales

El VI Censo Nacional Agropecuario señala que en la II Región existen 1.030 explotaciones agrícolas que cuentan con animales, y que en su conjunto reúnen 36.791 cabezas de ganado. Estos animales son pastoreados en las praderas naturales y artificiales existentes, y en las vegas y pajonales que crecen al interior de la cordillera.

En el Cuadro 5.1.5-1 se incluyen los datos de la existencia de animales según especie en la región y en las ciudades de San Pedro de Atacama, Calama y Antofagasta.

CUADRO 5.1.5-1
EXISTENCIA DE ANIMALES, SEGÚN ESPECIE

ITEMES	II REGION		SAN PEDRO ATACAMA		CALAMA		ANTOFAGASTA	
	TOTAL	PROM.	TOTAL	PROM.	TOTAL	PROM.	TOTAL	PROM.
Bovinos	524	4,7	191	4,2	314	5,0	19	9,5
Ovinos	14.984	19,6	8.362	21,3	6.283	18,1	49	7,0
Porcinos	3.104	7,7	635	3,6	1.381	7,2	328	54,7
Caballares	365	2,2	129	2,0	233	2,3	3	3,0
Mulares	194	3,5	159	3,7	35	2,7	0	0,0
Asnales	1.771	2,1	1.265	5,3	431	4,7	2	2,0
Caprinos	10.067	25,5	3.506	18,5	2.364	12,8	83	10,4
Alpacas	339	5,1	7	3,5	309	4,9	0	0,0
Llamas	5.443	22,2	3.222	29,6	1.407	12,5	13	3,3

FUENTE: VI Censo Nacional Agropecuario.

Las especies con mayor representación son los ovinos, caprinos y llamas, lo que responde a una adecuación de la explotación ganadera a las condiciones climáticas imperantes en la zona, y al tipo de forraje existente. En la Comuna de Antofagasta prácticamente no existe la

crianza de animales herbívoros, predominando claramente la crianza de puercos. Este hecho se explica al considerar las características desérticas del área en cuestión, y la distancia a la que ella se encuentra de las vegas y pajonales cordilleranos, lo que impide a los agricultores desarrollar una crianza de trashumancia.

Al analizar la distribución geográfica del ganado, se observa que las llamas y caprinos se localizan mayoritariamente en la Comuna de San Pedro de Atacama, lugar donde a su vez el tamaño de los rebaños alcanza mayores dimensiones. Si bien es cierto que en la Comuna de Calama la actividad ganadera reviste cierto grado de importancia, el número total de cabezas es menor, en tanto que el tamaño promedio de los rebaños es más reducido del que se encuentra en San Pedro de Atacama. Este hecho puede deberse en parte a la mayor facilidad de acceso que tienen los habitantes de San Pedro para pastorear en las vegas y pajonales cordilleranos.

5.1.6 Existencia de Maquinaria Agrícola

De acuerdo a la información censal, en la Región de Antofagasta existen tan solo 78 tractores, 42 de los cuales cuentan con menos de 60 HP de potencia. Al cotejar esta cifra con la superficie que fue regada en el año en que se aplicó el cuestionario del Censo, se concluye que existe una relación de un tractor por cada 38 ha, proporción que a primera vista pareciera ser adecuada. Sin embargo, al analizar la distribución espacial se observa que en la Comuna de San Pedro de Atacama existe una relación de 91 ha por tractor; en Calama, 23 ha por tractor, y; en Antofagasta no existe ningún tipo de tractor.

La falta de este tipo de maquinaria, o la escasez de la misma, puede deberse en parte a que el tamaño de las propiedades es muy reducido, lo que dificulta efectuar faenas mecanizadas en su interior, a la idiosincrasia del agricultor Atacameño, y a la edad que tienen los propietarios agrícolas.

Como resultado de lo anterior, sería lógico esperar la existencia de un número importante de animales de trabajo, sobre todo en el sector de Las Chimbas de Antofagasta. Sin embargo, si se observa el cuadro anterior se desprende que solo existen tres caballos y dos asnos en Antofagasta, lo que permite suponer que con cada uno de ellos se efectúan las labores agrícolas de cinco hectáreas.

Por otro lado, la presencia de tractores permite pensar que en algunos sectores del área en estudio existe la posibilidad de arrendar maquinaria para efectuar labores culturales, tales como la preparación de suelo y siega de pasto, aunque por lo general esta última labor es realizada a mano, con el pasto en estado fresco, para ser vendido en atados.

5.2 Directorio de Empresas Vinculadas al Sector Agrícola y Agroindustrial

Para conocer e identificar las distintas empresas ligadas al sector agrícola y agroindustrial de la II Región, se utilizaron como fuentes de información la Páginas Amarillas de la Región de Antofagasta, el Directorio AGROCHILE 1997, Primer Directorio Nacional de Ingenieros Agrónomos y Empresas Productoras y Proveedoras del Sector.

Las grandes categorías en que se clasificaron las empresas fueron las siguientes: agencias de aduana, agencias de estiba y desestiba, arriendo de maquinarias, ferreterías, y otros servicios. Dentro de estas categorías se concentran el grueso de empresas identificadas a través de la documentación consultada.

Cabe recalcar que estas categorías involucran empresas que de una u otra manera se relacionan, o se pueden relacionar con el sector agrícola, y que no necesariamente están vinculadas en forma exclusiva al sector agrícola-agroindustrial. No se cuenta con la información necesaria para desagregar y discriminar este tipo de información.

En total se identificaron 215 empresas, 190 establecimientos se localizan en Antofagasta, 23 en Calama y dos en Tocopilla. Las categorías de mayor relevancia, y el numero total de ellas, se dan a conocer en el siguiente cuadro.

CUADRO 5.2-1
PRINCIPALES EMPRESAS RELACIONADAS CON EL SECTOR AGRÍCOLA
EXISTENTES EN LA REGIÓN

ITEM	SERVICIO	Nº
Agencias de Aduanas	Proveen servicios de desaduanamiento a empresas.	9
Agencia estiba y desestiba	Proveen servicios estiba y desestiba a empresas	10
Arriendo de maquinarias	Arriendo de maquinaria en general.	56
Asesorías Comerciales	Provee servicios de asesoría comercial a empresas	1
Asesorías computacionales	Provee servicios de asesoría computacional a empresas	1
Balanzas	Provee de balanzas a empresas.	5
Baterías	Provee de baterías a empresas	3
Bombas de inyección	Provee de bombas de inyección a empresas	3
Bombas de pozo profundo	Provee de bombas de pozo profundo a empresas	1
Camiones	Provee camiones a empresas	4
Carga Aérea	Provee servicios transporte y carga aérea a empresas	4
Cargadores frontales	Provee cargadores frontales a empresas	1
Cilindros hidráulicos y neumáticos	Provee de cilindros hidráulicos y neumáticos a empresas	2
Combustibles	Provee de combustibles a empresas	4
Comercio Exterior	Provee servicios de comercio exterior a empresas	4
Computación y equipo	Provee de equipos computacionales a empresas	9
Control de calidad	Provee servicios de control de calidad a empresas	1
Ferreterías	Provee insumos agrícolas, herramientas y otros productos	42
Filtros industriales	Provee de filtros industriales a empresas	4
Lubricantes	Provee de lubricantes a empresas	5
Control de Plagas	Provee servicios de desinfecciones de todo tipo	5
Mataderos y Ganaderas	Empresas faenadoras, y comercializadoras	3
Molino	Proceso y comercialización de granos	1
Laboratorio bacteriológico	Provee servicios de análisis	1
Rectificación y reparación de motores	Provee servicios rectificación y reparación de motores	6

De la lectura y análisis de los antecedentes consignados en el cuadro anterior se desprende que la presencia de empresas relacionadas directamente con la agricultura regional, y que dependen de ellas, es bastante escasa. Ello está ratificando el hecho de que esta actividad económica no reviste mayor importancia en la zona.

5.3 Servicios de Apoyo al Productos Agrícola

5.3.1 Asistencia Técnica y Transferencia Tecnológica

Los servicios de asistencia técnica a los agricultores están dados por profesionales independientes, casas comerciales proveedoras de insumos, por el Instituto de Desarrollo Agropecuario, y por profesionales y técnicos del agro que trabajan en proyectos de desarrollo en áreas específicas. A este tipo de transferencia tecnológica se debe agregar la ayuda, y el traspaso de información que por lo general existe entre agricultores, y que en definitiva resulta ser el mecanismo más usual y masivo de traspaso de conocimientos y experiencias.

Cabe señalar que el Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias no cuenta con un centro de experimentación en la Región de Antofagasta,

Las casas comerciales proveedoras de semillas, fertilizantes y plaguicidas, por lo general cuentan con personas calificadas para desempeñar estas funciones, ya sea por estudios efectuados o por experiencias logradas a través de años de trabajo. En la zona del estudio no se observa la presencia de una estructura comercial amplia, fuerte y afiatada, que facilite al agricultor, por un lado, abastecerse de insumos tecnológicos y servicios agrícolas especializados, y por el otro, acceder a canales de comercialización creados por industrias demandantes de productos agrícolas.

El Instituto de Desarrollo Agropecuario no cuenta con Agencias de Área. La Dirección Regional tiene sede en Calama desde donde se atiende las provincias de El Loa y Antofagasta. Esta institución actúa en la región a través de tres programas: Riego Campesino, Servicio de Asesoría Local (SAL), y Servicio de Asesoría a Proyectos (SAP). Para ello cuenta con la colaboración de servicios externos contratados con las empresas Agro Dav Ben Jor Ltda, Servitec Ltda. y, Angélica Vivallo Vivallo. En el conjunto de estas empresas trabajan cuatro profesionales y tres técnicos.

Los rubros en que se presta servicio de asesoría varían de una localidad a otra. Es así como en Calama predomina la horticultura (de hojas, zanahoria y betarraga); en Antofagasta, la horticultura en general, y; en San Pedro de Atacama, manejo de ganado ovino, caprino y llamas, el cultivo de alfalfa, y algo de hortalizas.

Durante el año agrícola 1998-1999 INDAP se atendió a un total de 234 agricultores a través de los programas de Riego, SAL y SAP, cifra que en el período 1999-2000 descendió a 101 agricultor, con una disminución equivalente al 56%. Sin embargo, en la última temporada se atendieron 252 requerimientos de servicios financieros, y se incorporó a la red a una nueva organización de agricultores.

CUADRO 5.3.1-1
 AGRICULTORES Y ORGANIZACIONES ATENDIDAS
 SEGÚN PROGRAMA Y AÑO AGRÍCOLA

COMUNA, LOCALIDAD	SERVICIOS FINANCIEROS		ORGANIZA- CIONES		PROGRAMAS		RIEGO CAMPELINO	
	1998	1999	1998	1999	SAL 1998-99	SAP 1999-2000	1998	1999
Calama	--	230	--	--	130	35	13	22
Chiu-Chiu y Lasana	--	189	--	--	88	35	8	8
Valle Calama	--	27	--	--	35	--	2	--
Calama interior	--	14	--	--	7	--	3	14
Antofagasta	--	7	--	--	22	10	10	9
Km 12	--	3	--	--	5	3	4	1
La Chimba	--	4	--	--	17	7	6	8
San Pedro Atacama	--	15	1	2	66	25	2	--
Ayllus	--	8	1	2	41	15		--
Toconao y Socaire	--	1	--	--	16	--	1	--
Río Grande	--	6	--	--	9	10	1	--
TOTAL		252	1	2	218	70	25	31

FUENTE: INDAP, Calama

El Ministerio de Agricultura, a través de ODEPA, en conjunto con la Universidad Arturo Prat de Iquique, y con el auspicio de la Municipalidad de San Pedro de Atacama, Secretaría Ministerial de Agricultura, y del Programa Chile Norte, están ejecutando un Programa de Validación y Transferencia de Tecnología de Riego, y Sistemas Productivos en Areas Regadas de San Pedro de Atacama. Este programa, si bien se aprobó a mediados del año 1998, su ejecución se inició a partir de inicio del año 1999, por lo que el período de ejecución es muy corto para disponer de resultados de ensayos confiables que permitan ser proyectados a los terrenos de los agricultores de San Pedro de Atacama. La metodología de trabajo consiste en diseñar y establecer pequeñas parcelas demostrativas, cuyos resultados parciales y finales serán dados a conocer a los agricultores de la zona mediante charlas técnicas y visitas a terreno.

Por ser este programa de reciente ejecución, la experiencia lograda hasta el momento no permite proyectar resultados concretos, todavía se encuentra en la etapa de investigación inicial e información a los agricultores. Sin embargo, cabe hacer notar que se han presentado algunos problemas, tales como: adaptación de variedades a las condiciones climáticas y edafológicas existentes en San Pedro de Atacama; eficiencia de los sistemas de riego presurizado por la formación de costras de sal en las líneas de riego, y obturaciones de las mismas debido a la salinidad de las aguas empleadas. A ello se debe agregar la idiosincrasia y la cultura ancestral de los agricultores, mayoritariamente Atacameños, y de avanzada edad, todo lo cual ha afectado el resultado de algunas experiencias, al no efectuarse las labores en la forma recomendada y oportuna indicada por los técnicos del Programa.

5.3.2 Financiamiento

Varias son las fuentes de financiamiento a las que potencialmente puede acceder el agricultor, las más comunes son el Instituto de Desarrollo Agropecuario, agroindustrias que se abastecen en la zona de productos primarios, y casas comerciales proveedoras de insumos agrícolas.

La banca privada por lo general trabaja con grupos selectos de agricultores, y evita entregar financiamiento directo a productores agrícolas, cuyas propiedades sean pequeñas o medianas, estratos de tamaño que son mayoritarios en la zona en estudio. La banca prefiere participar en este sector de la economía mediante el financiamiento de agroindustrias y cadenas de distribución de insumos.

Parte importante de las casas comerciales cuenta con líneas de financiamiento, a través de las cuales entregan a los agricultores semillas, fertilizantes y plaguicidas. Los montos involucrados por operación están directamente relacionados con la capacidad económica del acreedor, y con el grado de cumplimiento que éste haya tenido con los compromisos financieros anteriores. Las garantías son generalmente documentos mercantiles, suscritos por agricultores propietarios de bienes que puedan ser embargados en caso de ser necesario. Las tasas de interés varían de una casa comercial a otra, pero por lo general se encuentran cercanas al máximo establecido por Ley.

En la Región de Antofagasta no existen agroindustrias de importancia que contraten producciones y otorguen préstamos a cuenta de la cosecha. En las afueras de la ciudad de Antofagasta existe una empresa relativamente importante de crianza de pollos, sin embargo ella se abastece de producciones de maíz de la zona central del país y de importaciones efectuadas desde Argentina o Estados Unidos.

El Instituto de Desarrollo Agropecuario en el último año agrícola otorgó un total de 194 créditos a propietarios de pequeños predios agrícolas, de ellos, un 73% recibió financiamiento de corto plazo, y un 27% financiamiento de largo plazo. En total se colocaron 142,8 millones de pesos, \$ 52,6 millones de los cuales (37%) correspondieron a colocaciones de largo plazo, y \$ 90,2 millones a corto plazo. El monto promedio de colocación fue de \$ 1.012 mil en los créditos de largo plazo, y \$ 635 mil en los de corto plazo.

La mayor cantidad de operaciones se concentró en la localidad de Calama, en la que se colocaron el 90% de los créditos de corto plazo, y el 73% de los de largo plazo. Situación contraria se observa en San Pedro de Atacama, donde el número de agricultores beneficiados con financiamiento de INDAP representaron el 11% del total, cifra que llegó al 6% en el caso de los créditos de corto plazo, y al 23% en los de largo plazo. En estos últimos, el monto promedio de colocación fue de \$ 518 mil por operación.

La tasa de interés real anual de las colocaciones de INDAP hasta febrero de 1997 fue de entre un 7,1 y 8,4%, dependiendo de los montos involucrados. A partir del 15 de octubre de 1997 se estableció una tasa única del 7,8% real anual, la que aún se mantiene vigente. La

morosidad en la cancelación de las deudas contraídas con INDAP Regional es del orden del 10,7%.

CUADRO 5.3.2-1
NÚMERO Y MONTO DE LAS COLOCACIONES DE INDAP
SEGÚN TIPO Y LOCALIDAD
(miles de pesos)

LOCALIDAD	Nº DE CREDITOS		MONTO EN CREDITOS	
	C. PLAZO	L. PLAZO	C. PLAZO	L. PLAZO
<u>Calama</u>	128	38	81.755,6	43.649,8
Chiu-Chiu y Lasana	112	13	76.943,6	32.850,3
Valle Calama	15	12	4.101,1	9.730,6
Calama interior	1	13	710,9	1.068,9
<u>Antofagasta</u>	5	2	3.222,3	2.748,0
Km 12	2	1	1.728,1	509,0
La Chimba	3	1	1.494,2	2.239,0
<u>San Pedro Atacama</u>	9	12	5.258,2	6.218,5
Ayllus	3	5	1.007,6	5.718,5
Toconao y Socaire		1		500,0
Río Grande	6	6	4.250,6	
TOTAL	142	52	90.236,1	52.616,3

FUENTE: INDAP, Calama

5.4 PRESENTACIÓN DE RESULTADOS DE ENCUESTAS Y ENTREVISTAS

5.4.1 Diseño de la Muestra

De acuerdo a la metodología de trabajo propuesta por el Consultor, la información secundaria existente sobre las tres áreas de los subproyectos de desarrollo agrícola, recopilada en las distintas reparticiones públicas y privadas, será complementada con antecedentes primarios recogidos mediante la aplicación de una encuesta al cinco por ciento de las unidades de producción agrícola que se encuentran al interior del área del estudio, o cercanas a él, como es el caso de los subproyectos Antofagasta y Calama, en que el área en cuestión es de nuevo riego, y donde lo más probable es que los agricultores de las zonas aledañas sean los que asuman el compromiso y desafío de establecer agricultura comercial en los nuevos sectores.

Para establecer el tamaño de la muestra se consideraron aquellos agricultores que disponen de terrenos regados, descartando los casos en los que solo se cuenta con terrenos de seco o rulo. Ello se justifica al considerar, por un lado, que las condiciones climáticas imperantes en la zona impiden desarrollar actividades agrícolas sin contar con aporte hídrico, y por el otro, a que, de acuerdo a los Términos de Referencia del Estudio, el trabajo se centra en sectores regados, o posibles de ser regados en Antofagasta, Baquedano, Calama y San Pedro de Atacama.

De acuerdo a la información proporcionada por el VI Censo Nacional Agropecuario de 1997, en las tres comunas involucradas existe un total de 1.996 explotaciones, de las cuales, 1.690 cuentan con terrenos bajo riego. Con respecto a ello cabe señalar que el Instituto Nacional de Estadísticas no detectó, y por ende no encuestó, explotaciones agrícolas en la comuna de Sierra Gorda, donde se encuentra la localidad de Baquedano.

Para establecer el número de encuestas a aplicar en cada una de las localidades se consideró necesario tener presente la estratificación de las explotaciones, en cuanto a la superficie de riego con que ellas cuentan, y acotar el número de explotaciones al área específica de los subproyectos. Este último factor tiene relevancia en la comuna de San Pedro de Atacama, donde el área del subproyecto se limita a 16 ayillos que se localizan alrededor de la localidad poblada de San Pedro de Atacama.

El hecho de no contar con información detallada sobre el número exacto de explotaciones que existen en los ayillos involucrados en el estudio, y de la superficie regada que tiene cada unidad de producción, determinó la necesidad de utilizar metodologías distintas para determinar el número de encuestas que se deben aplicar para cada subproyecto. es sí como para el caso de Antofagasta y Calama se utilizó la información proporcionada por el Censo Nacional Agropecuario, en el que se desglosan los datos de acuerdo a los estrato de tamaño de la propiedad, en tanto que para San Pedro de Atacama se utilizó como universo de muestreo la cantidad de explotaciones existentes en los ayillos que conforman el área del subproyecto.

De acuerdo a lo señalado se determinó la aplicación de 60 encuestas, que se distribuyen por localidad, según lo expresado en los siguientes Cuadros 5.4.1-1 y 5.4.1-2.

CUADRO 5.4.1-1
DETERMINACIÓN DE ENCUESTAS A APLICAR, SEGÚN LOCALIDAD Y
ESTRATO DE TAMAÑO DE LA PROPIEDAD

ÍTEM	CALAMA		ANTOFAGASTA	
	UPA Con riego	Encuestas a aplicar	UPA Con riego	Encuestas A aplicar
Menos de 1 ha	225	11	66	3
1 a menos de 5 ha	333	17	4	1
5 a menos de 10 ha	51	3	1	1
10 a menos de 20 ha	21	1	1	1
20 a menos de 50 ha	4	1	0	0
50 a menos de 100 ha	3	1	0	0
100 a menos de 200 ha	0	0	0	0
200 a menos de 500 ha	2	1	0	0
500 a menos de 1000 ha	0	0	0	0
1000 a menos de 2000 ha	0	0	0	0
2000 y más ha.	0	0	0	0
TOTALES	639	35	72	6

CUADRO 5.4.1-2
DETERMINACIÓN DE LAS ENCUESTAS QUE SE DEBEN APLICAR EN LOS
DIFERENTES GRUPOS DE AYLLOS DE SAN PEDRO DE ATACAMA

AYLLOS	UPAS EXISTENTES	UPAS A ENCUESTAR
Cuchabrachi, Caterpe, Tambillo, Guachar, Bellavista y Suchor	12	1
Quitor	29	2
Conde Duque, Salcor, Larache, Yaye, Checar y Sequitor	145	8
Solor, Coyo	92	5
Cucuter	60	3
TOTAL	338	19

5.4.2 Formato de la Encuesta Agrícola

Los formatos de encuesta aplicados en las áreas de los subproyectos Antofagasta, Calama y San Pedro de Atacama, fueron elaboradas con la participación de especialistas de diversas disciplinas, lo que permitió contar con distintas visiones de conocimiento en la preparación de las entrevistas, y así conciliar adecuadamente el producto esperado con la forma de plantear a los encuestados la consulta, el contenido de ella, y el tiempo estimado de contestación del cuestionario.

No obstante lo anterior, debe señalarse que el propósito de la consulta no fue recoger toda la información básica social y productiva, ya que la existencia de los datos obtenidos en el VI Censo Agropecuario, de reciente realización y disponible a diversos niveles de desagregación, permitió contar con antecedentes confiables respecto a algunos de los temas mencionados. Por el contrario, la información requerida para detectar situaciones puntuales y de proyección, ligada a los propósitos del proyecto, sí fue obtenida mediante la encuesta, dirigida específicamente a investigar respecto de esos aspectos, aunque también se aprovechó la ocasión para acopiar información social y productiva para cruzarla con la entregada por el Censo, y recoger de esta forma, adicionalmente, datos sobre situaciones no necesariamente reflejadas en él.

Con el fin de satisfacer el propósito anterior, se preparó una encuesta conteniendo, inicialmente, un alto número de preguntas, las que después de una depuración que se hizo para cada subproyecto, con el fin de acotar más los temas a indagar, se redujo a la menor cantidad posible. Las encuestas se aplicaron durante el mes de enero del año 2000. El formato de encuesta se puede consultar en el Anexo 5.4-1.

Al analizar los formularios empleados por los encuestadores se aprecia que el conjunto de preguntas aborda distintas temáticas, las que se tratan a través de la entrevista de manera secuencial. Si bien es cierto existen diferencias entre los formatos empleados para las tres zonas de los subproyectos agrícolas Antofagasta, Calama y San Pedro de Atacama, ellos en general abordan las siguientes áreas temáticas: antecedentes generales, migración e ingresos, uso de los suelos, superficie de riego, factores climáticos, cultivos que se establecerían de no existir

problemas financieros, utilización de mano de obra, características del riego, beneficios del mejoramiento del riego, financiamiento, asistencia técnica y capacitación, organización, lugar más usual de compra de insumos y productos, problemas que tiene el agricultor para mejorar su producción, y problemas que tiene el agricultor en la comercialización de productos.

El número de preguntas involucrado en cada área temática presenta ligeras diferencias entre los formularios aplicados. Ello se debe a la necesidad de profundizar, en algunos subproyectos, ciertos aspectos puntuales que permitan focalizar de mejor forma la propuesta de desarrollo, o aprovechar la ocasión para lograr información referente a otros componentes del trabajo, tales como estudio sociológico y antropológico de los habitantes de San Pedro de Atacama y desarrollo de actividades de agroturismo en la misma localidad.

5.4.3 Análisis de Resultados de las Encuestas y Entrevistas Sector de Antofagasta

5.4.3.1 Características del Agricultor

De acuerdo a los antecedentes recopilados a través de la aplicación del cuestionario de encuesta en el mes de enero del año 2000, los agricultores del sector de Las Chimbas provienen de distintas localidades del país. Dentro de los entrevistados se encuentran personas originarias de las regiones de Antofagasta, Coquimbo, Bío Bío, y Los Lagos.

Los agricultores son relativamente jóvenes, con edades que fluctúan entre los 33 y 49 años, y un promedio de 39 años. Sin embargo, dentro de ellos se encuentran algunas personas jubiladas.

Del total de personas consultadas, el 57% es propietario de la tierra, 29% arrendatario, y el 14% restante mediero.

También se indagó sobre los niveles de ingresos percibidos por los agricultores, y el origen de los mismos. Desafortunadamente no se logró recabar información confiable sobre esta variable. Sin embargo, cabe señalar que el 14% de las personas entrevistadas trabaja fuera del predio, en actividades tales como construcción de jardines, comercio de productos agrícolas, y prestación de servicios varios. Más de la mitad de los consultados manifestó que como una forma de incrementar sus ingresos ha considerado la posibilidad de desarrollar actividades no agrícolas, haciendo referencia a la construcción de viviendas, procesamiento de aserrín, y asesorías administrativas, entre otras.

Frente a la pregunta de si estarían dispuestos a vender la propiedad, el 43% no se pronunció, en tanto que de los que sí lo hicieron, la mitad expresó estarlo. Con relación a este punto es de interés informar que en entrevistas no estructuradas se pudo detectar que en el sector de Las Chimbas existen agricultores que están al tanto del proyecto de poner en riego terrenos de Bienes Nacionales localizados frente al acceso a La Portada, y están esperanzados de poder optar a esta posibilidad, como una forma de incrementar el tamaño de sus explotaciones, o acceder a tierras propias, según de si se trata de actuales propietarios agrícolas, simples tenedores, o trabajadores.

5.4.3.2 Características de los Predios y su Forma de Explotación

La localidad de La Chimba originalmente se constituyó como un área de producción agrícola en la comuna de Antofagasta. A través del tiempo, y debido a la expansión urbana que ha afectado a la capital regional, parte importante de las propiedades ha cambiado de uso, utilizándose en estos momentos como residencias, club deportivo, talleres, u otras actividades no agrícolas. Las personas que aún permanecen en la actividad agrícola consideran que en el futuro sus propiedades continuarán siendo cultivadas, lo que se contradice con las intenciones de venta de terrenos que algunos de ellos manifestaron en otra parte del cuestionario aplicado. Con relación a ello cabe señalar que, de acuerdo a indagaciones efectuadas en terreno, se pudo constatar que la presión sobre estos terrenos es fuerte, lo que queda reflejado en el valor que el mercado les ha asignado, que es del orden de 120 millones de pesos por hectárea, lo que equivale aproximadamente a UF 0,8 el metro cuadrado.

Los predios que siguen en la actividad agrícola cuentan con una superficie promedio de 0,65 ha, de las cuales se riegan y cultivan aproximadamente 0,43 ha, que equivale al 66% del terreno disponible. El resto de la propiedad está ocupada por pequeños caminos interiores, construcciones productivas y no productivas, e instalaciones varias. La superficie cultivada es relativamente constante a través de los años debido a que el abastecimiento de agua de riego es proporcionado por la Empresa Biwater, que procesa aguas servidas de la ciudad de Antofagasta, caudal que no presenta una alta correlación con las variaciones climáticas anuales. Por tal motivo, en el sector de Las Chimbas se cuenta con una seguridad de riego cercana al 100%.

No todos los propietarios agrícolas trabajan en la actividad, prácticamente la mitad de ellos entrega en arriendo sus terrenos a terceros, los que actúan como tenedores simples. También existe la modalidad de usufructuario de la tierra mediante la mediería, aunque esta forma de explotación es menos usual que el arriendo.

Los terrenos se encuentran jurídicamente saneados. Los propietarios cuentan con sus Títulos debidamente inscritos en el Conservados de Bienes Raíces. Los arrendatarios, por lo general, disponen de contratos , aunque no siempre estos se hayan formalizados por escrito ante Notario Público.

La totalidad de los predios es administrada directamente por sus tenedores, ya sea con dedicación exclusiva (71%), o a tiempo parcial en caso de que éste desarrolle otro tipo de actividades para suplementar su ingreso familiar (29%).

Considerando el alto valor comercial de los terrenos, llama la atención que la totalidad de las personas consultadas manifestara que no cancela Contribuciones de Bienes Raíces. Los motivos pueden ser varios, sin embargo se estima que lo más probable es que ello se deba a dos factores: que hace mucho tiempo en el país no se efectúa un reavalúo de las propiedades agrícolas, o que, por el tamaño que ellas tienen en el sector analizado determina que quedan exentas de este tributo.

En términos generales se puede afirmar que parte importante de los agricultores encuestados (71%) delega la gestión contable de la explotación en un Contador, lo que les permite recuperar el Impuesto al Valor Agregado de sus compras, y disponer de los documentos comerciales exigidos para transar sin problemas los productos en el mercado mayorista de Antofagasta, o con algunos comercios establecidos.

El uso agrícola actual se concentra en la producción de hortalizas para consumo en fresco, encontrándose solamente un caso donde se siembran 400 metros cuadrados de pasto para venderlo como champas para la construcción de jardines. La gama de hortalizas cultivadas es bastante amplia, dentro de ellas se destacan la lechuga, apio, perejil, pimentón, brócoli y tomate.

Para el futuro no se esperan cambios significativos en el uso de los suelos de aquellos terrenos que sigan siendo trabajados agrícolamente. Esta afirmación se sustenta en el hecho de que los agricultores señalaron que en la eventualidad de no tener problemas económicos ellos continuarían sembrando hortalizas (81% de las preferencias) y frutales (13%). Los productores de pasto continuarían en este tipo de actividad, concentrando el 6% de las preferencias. Las hortalizas de mayor cultivo son tomate (36%), brócoli (18%), y pepino (18%); también se menciona el morrón, ají, poroto verde, entre otras.

Como se señaló con anterioridad, la superficie promedio regada, y por ende cultivada, es de 0,43 ha por predio, lo que representa el 66% de los terrenos disponibles. Si bien es cierto que parte de los terrenos no cultivados está siendo ocupado por construcciones y caminos, también lo es el que existen casos donde hay paños eriazos que no son regados. Los agricultores justifican esta situación aduciendo el alto precio que deben pagar a Biwater por el agua de regadío, que de acuerdo a lo informado es de \$ 270 por metro cúbico en los meses de verano, y \$ 100 a \$150 por metro cúbico en los meses de invierno.

Con relación a esto último, cabe señalar que la empresa de tratamiento de aguas servidas informó que los agricultores paulatinamente han ido dejando de pagar sus cuentas de agua tratada, debido a que sus flujos monetarios muchas veces no les permite solventar los altos valores que les significa el uso del recurso hídrico dentro de su estructura de costo.

Los resultados de la tabulación de la encuesta señalan que el monto anual que cancelan los agricultores por el agua de riego es variable, dependiendo ello de la superficie cultivada, la rotación de cultivo, y la especie vegetal que se establece. De lo expresado por los propios agricultores, el pago anual por este concepto varía entre los \$ 900 mil y \$ 1,8 millones por explotación, con un promedio de 1,3 millones anuales por predio. Si este valor se relaciona con la superficie promedio que anualmente se declara regar, se desprende que el costo promedio anual por hectárea es equivalente a tres millones por hectárea, cifra que es extremadamente alta para una actividad que se caracteriza por presentar una baja rentabilidad, y competir con producciones de hortalizas que se cosechan en la zona centro norte del país, donde existen claras ventajas comparativas y competitivas. Además está señalar que los agricultores entrevistados rechazan en forma tajante y unánime cualquier eventual incremento de precio que en el futuro tenga el agua servida tratada proporcionada por Biwater.

Por otro lado, es de interés informar que la mayor parte de los agricultores de Las Chimbas riega sus cultivos con mangueras en cuyo extremo se instala una chaya de regadera. Sólo se encontró un caso donde se utiliza sistema de riego por goteo, que corresponde a un agricultor que es atendido por el Instituto de Desarrollo Agropecuario. El sistema de riego por chaya se ha empleado por años, y ha demostrado ser eficiente para la lixiviación de sales.

Los agricultores están conscientes de los beneficios que les reportaría el empleo de sistemas tecnificados de riego, aduciendo razones tales como: incremento de rendimiento (46%), aumento de superficie cultivada (40%), incorporación de cultivos de mayor rentabilidad (7%), y posibilidad de vender o arrendar de mejor forma la parcela (7%). Todos ellos manifestaron interés por efectuar inversiones destinadas a tecnificar el riego, siempre y cuando puedan optar a un subsidio a través del cual solventen parte de los gastos.

Para satisfacer los requerimientos de mano de obra que demandan los cultivos, la totalidad de los agricultores contrata mano de obra, y, en el 71% de los casos, además, solicita el apoyo de familiares cercanos, tales como cónyuge, hijos y yernos. La mano de obra familiar puede ser de carácter permanente (principalmente cónyuge) u ocasional. Por lo general el cónyuge no recibe remuneración por su trabajo, en tanto que al resto de los familiares se les cancela en efectivo.

La mano de obra extra familiar está constituida por uno a tres trabajadores permanentes, con un promedio de 1,8 trabajador por predio. La remuneración mensual que ellos perciben oscila entre un mínimo de \$ 90.500, y un máximo de \$ 170.000, con un promedio ponderado de \$ 137.000 mensuales.

De acuerdo a lo informado, el 86% de los entrevistados declaró no tener mayores problemas con las condiciones climáticas para el desarrollar la actividad agrícola, en tanto que el 14% restante manifestó que el fuerte viento que golpea la ladera del cerro se constituye en un factor limitante para el desarrollo de los cultivos.

5.4.3.3 Servicios de Apoyo Recibidos y Actitud Frente a la Organización

Llama la atención que cerca de la mitad (43%) de los agricultores visitados haya declarado no haber recibido nunca financiamiento para su actividad productiva. Los restantes (57%) han sido atendidos alguna vez por el Instituto de Desarrollo Agropecuario. El financiamiento que declaran requerir es de largo plazo, ya que su interés es adquirir maquinarias, equipos de riego y tierras, líneas de crédito que no están dentro del programa del Instituto.

Los conocimientos que tienen las personas para desarrollar la actividad productiva han sido adquiridos a través de la experiencia personal, la participación en cursos y charlas, y la asistencia técnica proporcionada por organismos estatales. Prácticamente dos tercios de las personas entrevistadas han asistido alguna vez a eventos de capacitación; los que han asistido

han sido capacitados sobre aspectos tales como: riego (43% de casos), comercialización (29%), administración y gestión (29%), suelos (14%), y uso de agroquímicos (14%)⁴.

El 71% de los entrevistados ha recibido asistencia técnica agrícola, otorgada principalmente por el Instituto de Desarrollo Agropecuario. De acuerdo a lo expresado por los propios agricultores, la asistencia técnica les ha sido entregada en la sede de la Asociación Gremial de Pequeños Agricultores, institución que los reúne. La frecuencia de este servicio depende de cada caso en particular, pero en términos generales se puede afirmar que ésta va desde una vez por semana, a cada 15 días, y una vez al mes. FOSIS dictó un curso cuya duración fue de diez días corridos. Todos los agricultores consideran que la asistencia técnica es necesaria, y manifiestan interés por incrementar este tipo de servicio.

La participación de los agricultores en organizaciones productiva es bastante significativa, lo que se comprueba al considerar que el 86% de ellos pertenece, o han pertenecido a alguna institución de este tipo, ya sean cooperativas (14%), o asociación de agricultores (86%). Cabe señalar también que el 67% de los encuestados ha ocupado cargos directivos (Presidente, Tesorero, Director), lo que está reflejando el alto interés que existe por desarrollar proyectos conjuntos destinados a mejorar los resultados productivos y financieros. No se detectó la participación en otro tipo de organizaciones, ya sean deportivas, religiosas, culturales, u otra índole.

5.4.3.4 Problemas Comerciales y de Producción que Tiene el Agricultor

Frente a la pregunta de cuales son los problemas que debe enfrentar el agricultor para mejorar sus actuales niveles de producción e ingresos, las personas entrevistadas se refirieron al precio del agua de riego (30%), suelo de mala calidad (30%), falta de mano de obra (25%), y falta de maquinaria agrícola (15%). Todos estos factores deberán ser considerados al momento de proyectar cualquier tipo de desarrollo que se quiera impulsar en la localidad.

Los problemas en el proceso de comercialización se centran en la distancia que existe hasta el centro de ventas (43% de las respuestas), la falta de un sistema de información de precios de mercado (43%), y la competencia desleal que existe entre los propios agricultores (14%). Llama la atención el primer factor enunciado, ya que una de las cosas que caracteriza al sector de Las Chimbas es el estar prácticamente inserto en la ciudad de Antofagasta. La única explicación podría ser el hecho de que algunos agricultores manifestaron adquirir en Santiago los fertilizantes (14% de los casos), plaguicidas (29%) y equipos (57%).

Independientemente de lo señalado, y de acuerdo a los resultados de la encuesta, la mayor parte de los agricultores de Las Chimbas se abastece en sectores aledaños. Es así como los fertilizantes y químicos son adquiridos en la Asociación Gremial de Pequeños Agricultores de Las Chimbas, y solo en el caso de equipos se acude a la ciudad de Santiago.

⁴ La sumatoria de estos valores es más de 100% debido a que existen agricultores que han participado en mas de un evento.

5.4.4 Análisis de Resultados de las Encuestas y Entrevistas Sector de Calama

El subproyecto Calama tiene por finalidad utilizar agrícolamente parte de las aguas generadas por la nueva planta de tratamiento de aguas servidas que próximamente se localizará en el sector oriente de la ciudad. Mediante dichos recursos hídricos se pretende poner en riego suelos de secano, donde actualmente radican algunos pobladores inmigrantes, que riegan pequeños paños de terreno con aguas servidas sin tratamiento alguno. Por tal motivo, y con el fin de contar con información valadera para la zona, se optó por encuestar a los productores agrícola de Calama que riegan con aguas captadas desde el río Loa. Son estos últimos agricultores a los que la empresa de agua potable ESSAN pretende cambiar aguas servidas tratadas por sus derechos sobre aguas del río Loa.

Los sectores agrícolas encuestados fueron: Quebrada Avda. La Paz, Cerro Negro, Levante, Bilbao, Ojo Opache, La Banda, Núñez, Vecinal, Topater, Chila y Yalquincha.

5.4.4.1 Características del Agricultor

Los agricultores son originarios de distintas comunas del país. Prácticamente la mitad de ellos es nacido en Calama, en tanto que el resto proviene de Salamanca, Chañaral, Ovalle, San Pedro de Atacama, Coquimbo y Viña del Mar, entre otro. También se da el caso de un agricultor nacido en Bolivia.

Del total de personas encuestadas, el 73% es propietario del bien raíz en cuestión, 20% familiares directos del propietario, y el 7% restante se conforma por arrendatarios, administradores y cuidadores. La edad promedio de los entrevistados es de 57 años, con un máximo de 87 años, y un mínimo de 19 años (hijo del propietario); la moda de la serie es de 55 años. El 36% se encuentra jubilado, principalmente de CODELCO. De lo antes expuesto se desprende que, en términos generales, este grupo de población se encuentra dentro de lo que se cataloga como adulto mayor, lo que explica algunos aspectos que son tratados más adelante en este análisis.

El 60% de las personas encuestadas dedica a la actividad agrícola la totalidad de su tiempo laboral, el 17% trabaja ocasionalmente en otras actividades, y el 23% lo hace en otras actividades en forma permanente. Los trabajos desarrollados fuera de la propiedad son muy variados, encontrándose empresarios, profesionales, funcionarios públicos, comerciantes y empleados.

No se lograron datos confiables que permitieran conocer el nivel de ingresos de las familias analizadas, y la composición del mismo. Sin embargo, cabe señalar que en un 30% de los casos se proyecta desarrollar en el futuro actividades no agrícolas como una forma de incrementar los ingresos. De las varias alternativas que se barajan, la de mayor interés es convertirse en empresario carpintero, constructor de viviendas, transportista independiente, y comerciante.

Lo antes expuesto también se pudo detectar a través de entrevistas no estructuradas, donde los agricultores manifestaron que la agricultura en la zona no es rentable, y que es preferible buscar nuevas alternativas en otras ramas de la economía. Muchas son las razones que esgrimen, que van desde la mala calidad del suelo y del agua, las bajas producciones alcanzadas, la inclemencia del clima, hasta la falta de mercados, y el robo que existe por estar ubicados tan cerca de la ciudad de Calama.

A lo anterior se suma el alto precio que ha alcanzado en la zona la tierra y el agua, dos bienes que son sumamente escasos si se considera el aumento en la demanda originado por el crecimiento demográfico, la llegada de nuevas empresas mineras, y el proyecto de CODELCO de bajar la población de Chuquicamata a Calama. De acuerdo a la información recogida, los derechos de un litro por segundo de agua de pozo actualmente tiene un valor comercial de aproximadamente \$ 50 millones⁵, en tanto que el de la tierra es de entre 30 y 50 millones de pesos por hectárea, hechos que son conocidos por los propietarios agrícolas.

De acuerdo a los resultados de la encuesta, actualmente el 30 % de los agricultores está dispuesto a vender el bien raíz, en tanto que el 33% está interesado en enajenar los derechos de agua que poseen sobre el río Loa.

Otro aspecto que es vital para el éxito del subproyecto agrícola que se pretende ejecutar en Calama, es la disposición de los agricultores a regar sus cultivos con aguas servidas tratadas, y su interés por intercambiar con la empresa ESSAN derechos sobre el río Loa por aguas servidas tratadas. De acuerdo a lo informado por terceras personas, los agricultores serían reuentes a estas dos ideas, sin embargo, de los resultados de la encuesta se concluye que prácticamente la mitad de las personas entrevistadas (47%) manifestó que no tendría problemas de utilizar aguas servidas tratadas para irrigar sus sembríos, en tanto que el 44% afirmó estar en principio llano a intercambiar aguas del río Loa por aguas servidas. Con relación a esto último, cabe señalar que en la pregunta efectuada no se mencionó la proporción que se emplearía para llevar a cabo en trueque.

En el formato de encuesta se incluyeron algunas preguntas tendientes a indagar sobre migración de integrantes de la familia campesina. Con relación a ello cabe señalar que la cercanía en que se encuentran los predios de la ciudad de Calama se constituye en un elemento inhibitorio de la migración masiva de la juventud en busca de mejores oportunidades, sin embargo, una proporción importante de familias (22%) tiene algún miembro que se ha radicado fuera de la comuna, ya sea hijo, nieto, o hermano. Los lugares de mayor preferencia son Santiago, Antofagasta, Serena, Valparaíso y Concepción.

5.4.4.2 Características de los Predios y su Forma de Explotación

La superficie promedio de los predios encuestados es de 3,3 ha. Sin embargo, si se excluye del análisis una propiedad de 23 ha que sale absolutamente de los parámetros normales de la zona, el promedio disminuye a 2,8 ha, con un máximo de 9 ha y una moda de 1,0 ha. El

⁵ Información proporcionada por un abogado que representa una sucesión que vende esta agua. Existen interesados.

83% de las fincas es de propiedad individual, un 15% está en manos de sucesiones, y en el 2% de casos restantes se está tramitando las inscripciones.

Prácticamente la totalidad de los predios tiene su situación jurídica regularizada; el 90% de los agricultores cuenta con títulos inscritos, 5% está tramitando su inscripción, e igual porcentaje se encuentra sin documentación que acredite propiedad.

Los campos son administrados por el tenedor a tiempo completo en el 50% de los casos, por el tenedor a tiempo parcial en el 48%, y por un administrador en el 2% restante.

En el 67% de los bienes raíces analizados no se cancelan contribuciones, lo que puede deberse al bajo valor de tasación que ellos tienen, por lo que quedan exentos de este tributo. El 33% restante paga cuatro cuotas anuales por este concepto, cuyo monto varía de un caso a otro.

Al igual que en otras zonas agrícolas, la pequeña agricultura de Calama es parte integrante de la economía informal del país. Ello se ve reflejado al considerar que el 87% de los agricultores declaró no contar con un Contador para efectuar las declaraciones mensuales que le permiten recuperar el Impuesto al Valor Agregado de sus compras, y disponer de los documentos requeridos para trazar sin problemas su producción.

Los suelos regados son ocupados en su gran mayoría para el establecimiento de cultivos anuales y praderas (98%), el 2% restante corresponde a una propiedad cuyas características es de casa quinta. No se detectó la existencia de huertos frutales.

Al contrastar estas cifras con las respuestas entregadas al preguntar sobre cuales serán en el futuro los destinos de los predios, se desprende que se proyecta un cambio de uso, con un significativo incremento de la proporción de terrenos destinado al uso residencial y recreacional. El 65% de los entrevistados opinó que el uso futuro de sus propiedades será agrícola (versus el 98% que es en la actualidad); el resto señaló que será residencial (20%), recreacional (3%), y no sabe (13%). De esta manera, el cambio de uso proyectado afecta al 33% de las propiedades que en la actualidad están siendo trabajadas agrícolamente.

La superficie promedio regada, y por ende cultivada, en un año normal es de 2,07 ha, lo que representa el 74% de la superficie promedio total de los predios, sin considerar dentro del análisis la explotación de 23 ha a la que se hizo referencia con anterioridad. En períodos de sequía la superficie promedio cultivada baja a 1,84 ha por predio, que equivale al 89% de los terrenos cultivados en un año normal, y una utilización del 66% de los terrenos existentes.

Los suelos de riego son utilizados básicamente para la producción de alfalfa y maíz. El 79% de los predios encuestados cuenta con ambos cultivos, un 13% dispone sólo de alfalfa, y el 8% restante, sólo maíz. La excepción la constituye un agricultor que declaró contar con alfalfa, maíz y trigo, el que fue considerado dentro de los predios que disponen de alfalfa y maíz.

Las condiciones climáticas y las estructuras de cultivo existentes dificultan la práctica del doble cultivo y cultivo intercalado, por lo que estas prácticas no están presentes en el área.

El 85% de los agricultores informó que no tiene posibilidades de regar más suelos. El 15% cuenta con terrenos que no son regados por falta de agua (67% de los casos) y falta de recursos monetarios para adquirir insumos (33%).

El clima imperante en la zona también se constituye en un factor limitante para el desarrollo de los cultivos. De acuerdo a lo expresado por los agricultores, las oscilaciones térmicas, las temperaturas máximas y mínimas, y la caída de fuertes heladas impiden el establecimiento de algunos cultivos y provocan serios daños a los que se establecen. La primera helada se presenta, según el 45% de los entrevistados, en el mes de abril – mayo, y según el 41%, en el mes de junio. Mayores discrepancias existen al momento de identificar la fecha en la que cae la última helada. El 42% manifiesta que ello ocurre en el mes de agosto, en tanto que un 32% dice que es en el mes de noviembre.

Frente a la pregunta de qué cultivos establecería en la eventualidad de no existir problemas de abastecimiento de agua y caída de heladas, el 48% manifestó interés de continuar trabajando con alfalfa. Si bien es cierto que a primera vista esta opción pareciera ser algo irracional, ella se explica al considerar que en la zona existen otros factores limitantes, tales como calidad del agua y suelo, adaptación de los cultivos a las condiciones de salinidad, y sobre todo, la alta cantidad de robos de productos agrícolas que se presentan por estar localizados junto a la ciudad de Calama. A ello se debe agregar el hecho de que todos los agricultores alimentan sus animales con los pastos cosechados en el sector regado de sus parcelas, salvo un caso en que declaró pastorear los cerros vecinos.

Al procesar esta misma información, pero esta vez de acuerdo al número total de respuestas recibidas, se concluye que el 34% del total de alternativas de cultivos enunciadas corresponde a alfalfa, 30% a hortalizas, 15% a maíz, 12% a ajo, 6% a papa, y 3% a parras. Dentro de las posibles hortalizas destacan la acelga, lechuga, seguidas en orden de importancia por betarraga, zapallo y zanahoria.

Las tierras son regadas con aguas captadas en el río Loa, para lo que se cuenta con una serie de bocatomas y red de canales. El 85% de los agricultores tiene sus derechos debidamente inscritos, el 8% no dispone de documentos que acrediten propiedad, y el 7% restante arrienda aguas, es usufructuaria de aguas de terceros, o dispone de merced.

Todos los agricultores declararon regar por tendido. Sin embargo, algunos de ellos cuentan con pretilos de manera que el sistema de riego es por bordes.

El agua de riego es administrada por la Asociación de Regantes, que ha establecido sistemas de turnos, con una duración de 2 a 2,5 horas por vez. En la encuesta no se detectó la existencia de pozos, norias y tranques para el riego intrapredial. Sin embargo, se tiene conocimiento de la existencia de predios que disponen de pozos.

El costo mensual del agua de riego varía de una propiedad a otra de acuerdo, principalmente, a la superficie regada que cada una de ellas tenga. Según información proporcionada por los propios agricultores, el costo mensual del agua es, como promedio, de \$ 7.730 por hectárea, sin embargo, la moda de la serie es de \$ 1.200 hectárea/mes.

Llama la atención el hecho de que el 71% de los encuestados manifestara no estar dispuesto a realizar inversiones en riego tecnificado. La totalidad de los que lo están (29%), solo lo haría en caso de contar con subsidio para solventar los gastos que ello implica. Por otra parte, el 60% de los agricultores señaló estar dispuesto a pagar lo que sea necesario por el agua.

5.4.4.3 Servicios de Apoyo Recibidos y Actitud Frente a la Organización

Llama la atención el hecho de que el 70% de las personas consultadas haya declarado que nunca ha recibido financiamiento para desarrollar sus actividades agrícolas. De los que han contado con este tipo de servicio, la totalidad de ellos reconoce al Instituto de Desarrollo Agropecuario como la institución prestataria. Los préstamos fueron concedidos para la adquisición de insumos (57% de los casos), compra de animales (29%), y maquinaria (14%).

El 83% de los agricultores considera la asistencia técnica como necesaria. Sin embargo, tan solo el 20% de ellos ha recibido alguna vez la visita de un técnico. El Instituto de Desarrollo Agropecuario es la institución con mayor presencia en el área estudiada, al atender al 86% de los agricultores que declara contar, o haber contado con este servicio; el Servicio Agrícola y Ganadero atiende al 14% restante. La asistencia técnica se otorga directamente en el predio, con una frecuencia que va desde una vez al mes (75% de los casos), hasta una vez cada dos años (25%). Esta última opción puede corresponder a agricultores que han dejado de ser atendidos, ya que la periodicidad declarada no se encuentra dentro de planes de trabajo de ninguna entidad conocida.

La proporción de agricultores que ha participado alguna vez en eventos de capacitación es sólo del 26% de los casos analizados. Los principales temas que se han tratado son: cultivo de maíz y alfalfa, riego, y fertilización.

Las condiciones climáticas imperantes en la zona, la escasez de agua de riego, la imperiosa necesidad de emprender acciones coordinadas para optimizar la distribución del recurso hídrico, y la ascendencia atacameña de una parte importante de los productores, ha facilitado la participación de los agricultores en organizaciones productivas. Todos ellos tienen esta experiencia, y a una parte importante le ha tocado asumir cargos directivos (65%), tales como Presidente, Tesorero y Director. Llama la atención que el 49% de las personas contactadas integra también organizaciones no productivas, dentro de las que se mencionan: junta de vecinos, asociación de rodeo, y comité unificador.

Los principales beneficios que, a juicio de los agricultores, reportaría un eventual mejoramiento del riego son: posibilidad de establecer cultivos más rentables (53% de las respuestas), incremento en los rendimientos de cosechas (32%), valorización de la tierra (9%), entre otros. Ningún agricultor señaló como alternativa el incremento de la superficie regada,

aunque, de acuerdo a los datos entregados por ellos, existirían terrenos factibles de ser regados al interior de algunas propiedades. Este hecho puede justificarse en la eventualidad de que los agricultores estén priorizando el mejoramiento de la cantidad y seguridad de riego de los paños actualmente cultivados, por sobre el incremento de superficie regada a una menor tasa de riego.

Los trabajos al interior de las parcelas son ejecutados principalmente por el tenedor y sus familiares. Es así como el 69% declaró recibir ayuda gratuita de sus parientes más cercanos para efectuar labores de siembra, limpia y cosecha. Los hijos son los que más colaboran en el trabajo agrícola (40% de los casos), aunque también se menciona al cónyuge (16%), hermano (12%) y otros parientes cercanos, tales como yernos, nueras, sobrinos y padres. Este sistema de trabajo es facilitado por la cercanía en que se encuentra la ciudad de Calama, lugar donde laboran muchas de estas personas.

También se encuentran propiedades donde de contrata mano de obra extra familiar, lo que acontece en el 50% de los predios visitados. Por lo general esta mano de obra es de carácter permanente (82% de los casos), cancelándose un sueldo de aproximadamente \$ 4.000 a \$ 5.000 diarios. La contratación de afuerinos en forma temporal es menos frecuente (53% de los predios que contratan), existiendo casos donde se emplean trabajadores permanentes y de temporada.

El lugar más frecuente de compra de insumos agrícolas es la ciudad de Calama, sobre todo en lo que dice relación con agroquímicos (fertilizantes, plaguicidas y herbicidas). El 94% de los agricultores informó no comprar equipos, y los que lo hacen, se abastecen desde Santiago.

5.4.4.4 Problemas Comerciales y de Producción que Tiene el Agricultor

Los principales problemas, que en opinión de los agricultores existen para poder mejorar la producción, son la mala calidad y falta de agua de regadío, con el 51% y 23% de las menciones, respectivamente. La mala calidad del suelo, la caída de heladas, y la escasez de mano de obra, son otras de las variables que afectan la producción de la zona.

Con respecto a los problemas que existirían en el proceso de comercialización de productos, el 45% de los entrevistados manifestó no tener este tipo de problemas, y un 27% no comercializar ya que toda su producción es de autoconsumo. El resto (28%), se refirió a la falta de mercado, bajos precios de venta, y falta de compradores.

5.4.5 Análisis de Resultados de las Encuestas y Entrevistas Sector San Pedro de Atacama

5.4.5.1 Características del Agricultor

La totalidad de los propietarios agrícolas entrevistados se autocatalogan de la etnia Atacameña. Su promedio de edad es de 62 años, con un máximo de 79 años, y un mínimo de 45

años. El 89% de los entrevistados es el propietario del bien raíz, en tanto que el 11% es el cónyuge del dueño.

No es usual que los agricultores de los ayllos de San Pedro de Atacama trabajen fuera de la propiedad: el 74% de ellos declara que nunca lo hace, el 21% que lo hace en forma ocasional, y; tan solo el 5% señala que cuenta con una actividad paralela en forma permanente. De acuerdo a lo detectado a través de entrevistas, las actividades que realizan fuera de la propiedad son muy variables, desde microempresarios, constructores y panificadores, hasta asalariados de otros agricultores, empresas de turismo y servicios. Los agricultores de San Pedro de Atacama, a diferencia de lo que mucha gente cree, no desarrollan ningún tipo de artesanía. Tampoco lo hacen sus familiares más inmediatos.

El 65% de las familias analizadas tiene hijos o hijas que han migrado en busca de nuevas y mejores oportunidades de trabajo, preferentemente a Calama (44% de los casos), Antofagasta (19%), Serena (13%), Iquique, Chuquicamata, Santiago y otros países (6% en cada caso).

El agricultor se mostró reacio a contestar la pregunta en la que se indagaba sobre el nivel de ingresos que perciben. De las respuestas que se obtuvo no se pueden extraer conclusiones, ya que los montos señalados no presentan un nivel de confiabilidad que permita especificar una cifra referencial. Esta variable se encuentra analizada en los aspectos sociales y antropológicos de la población de San Pedro de Atacama, cuya fuente de información se basa en estudios de caso y antecedentes secundarios proporcionados por MIDEPLAN, Municipalidad, además de otros organismos públicos y privados. Cabe señalar que el 42% de los agricultores entrevistados se encuentra jubilado (principalmente de CODELCO) por lo que mensualmente percibe ingresos por este concepto.

Como una forma de mejorar sus actuales niveles de ingresos, el 58% de los entrevistados señaló estar considerando la posibilidad de desarrollar actividades distintas a las que han venido desarrollando por años. El 75% de ellos manifiesta interés en el turismo, prestando servicios de hospedaje, instalando un camping, o efectuando algún tipo de comercio con los extranjeros que llegan al pueblo. El 25% restante está interesado en otro tipo de actividades, tales como apicultura y expendio de combustibles.

Los agricultores que desechan la oportunidad de aprovechar el auge turístico que últimamente ha tenido San Pedro de Atacama aducen razones tales como: no tener tiempo, no saber que hacer, gustarle solo la agricultura, no querer trabajar más y no tener paciencia ni genio.

Por otro lado, llama la atención el hecho de que el 16% de las personas entrevistadas afirmara estar dispuesta a vender su predio. Este fenómeno puede explicarse si se considera la explosiva demanda de bienes raíces que han generado los inversionistas que han llegado a la zona, la avanzada edad de los propietarios de los predios en cuestión y, la disgregación de la familia campesina como resultado del proceso de migración que ha afectado a la juventud.

5.4.5.2 Características de los Predios y su Forma de Explotación

La única forma de tenencia declarada por los agricultores encuestados fue “en propiedad”, vale decir todos ellos son dueños de los terrenos que trabajan. La mayor parte de los entrevistados trabaja personalmente la tierra (89%), siendo pocos los que la entregan a terceros para su uso y usufructo (11%).

La administración de la explotación, tal como se desprende del párrafo anterior, se encuentra en manos del tenedor (100%), el que se desempeña como tal a tiempo completo. Sin embargo, en otra pregunta del cuestionario el 26% de los entrevistados señaló desarrollar otro tipo de actividades como una manera de incrementar sus ingresos, ya sea en forma ocasional cuando le ofrecen un trabajo, o en forma permanente compartiendo el tiempo entre las dos actividades.

El destino actual de los terrenos es mayoritariamente agrícola (79% de los casos), y en segundo orden de importancia ganadero (16%). Sólo se detectó un caso en que el predio fue catalogado como residencial, debido a la poca superficie que tiene y por contar con un pequeño huerto de frutales cuyo destino es el autoconsumo.

Lo antes expuesto difiere de las proyecciones efectuadas por los propios agricultores, donde el 63% estima que se mantendrá en la actividad agrícola o ganadera, en tanto que un 16% que en el futuro su propiedad tendrá un uso recreacional, un 11% no se pronuncia ya que espera vender y no sabe que harán sus compradores y, un 10% cree que en su terreno se construirán residencias, hoteles, cabañas o camping. De esta manera los agricultores proyectan un cambio de uso en el orden del 37% de los predios agrícolas existentes.

Si los datos anteriores se cotejan con otras respuestas entregadas por los entrevistados, se concluye que el auge turístico que existe actualmente en San Pedro de Atacama, la avanzada edad de los propietarios agrícolas, la migración de la población joven, las desventajas comparativas que existen en la zona para la producción agrícola (clima, suelo y agua), y la alta rentabilidad de los servicios de turismo, son algunos de los factores que están incidiendo en el cambio de giro que esperan realizar los agricultores en el corto plazo, sobre todos aquellos que se encuentran en los ayllos más cercanos al pueblo, y en aquellos que presentan atractivos especiales.

Cabe señalar que lo antes expuesto puede llegar a afectar cualquier plan de desarrollo agrícola que se proponga para la zona, por lo que es fundamental definir previamente las ventajas comparativas y competitivas que existen en San Pedro de Atacama con relación a cada rama de la actividad económica, y en base a ello diseñar una estrategia de desarrollo que permita maximizar los ingresos y bienestar de la población, independientemente de si ello se logra con base en el turismo, minería o agricultura.

La actividad agrícola del área, se inserta mayoritariamente dentro de la economía informal del país, lo que se comprueba al considerar que el 79% de las explotaciones no cuenta con la asesoría de un Contador que efectúe las gestiones necesarias para poder recuperar el

Impuesto al Valor Agregado de sus compras y disponer de la documentación requerida para poder transar sin problemas sus productos en el mercado.

La superficie promedio de los predios es de 3,69 ha, con una dispersión alrededor de la media que va desde 0,77 ha, hasta un caso en que se cuenta con 14 ha. Sin embargo, la superficie promedio regada en años normales de precipitaciones de aguas lluvias es de 2,38 ha por explotación, lo que equivale al 64% de la superficie promedio total. No se pudo cuantificar en forma confiable la superficie regada en años de períodos secos antes de la construcción del nuevo tranque de acumulación, aunque ésta debe haber sido significativamente inferior.

El 63% de los agricultores manifestó que no existen posibilidades de regar nuevos terrenos, en tanto que el 38% restante señala que podrían incrementar dicha superficie, pero que no lo hacen por falta de agua (61% de los casos), falta de dinero (28%), y falta de mano de obra para trabajar la tierra (11%). Cabe destacar que el 42% de los predios visitados cuentan con pequeños tranques o estanques para la acumulación de agua, con una capacidad de 200 a 250 metros cúbicos.

El agua de riego es de uso común. Está administrada por la Comunidad que ha establecido turnos, cuya periodicidad, dependiendo del canal que se trate, oscila entre 12 a 15 días, hasta 25 a 35 días. El tiempo del turno, vale decir el período que dispone el agricultor para regar cada vez, es también variable, presentando una moda de dos horas, aunque también existen casos de una y cuatro horas.

El método de riego más usual es por tendido, encontrándose casos aislados donde se aplica el agua por surco, cinta o gotero. La incorporación del riego tecnificado ha sido promovida por el Instituto de Desarrollo Agropecuario, y recientemente por los técnicos de la Universidad Arturo Prat que se encuentran desarrollando en la zona, un estudio financiado con recursos del Ministerio de Agricultura.

Los productores agrícolas deben cancelar mensualmente \$ 500 por hectárea regada. El 53% de ellos no está dispuesto a que se les suba el valor de la cuota, en tanto que el 47% manifiesta que pagará lo que sea necesario por el derecho de disponer de agua y mejorar su seguridad de riego. Los beneficios del mejoramiento del riego se asocian al incremento de los rendimientos (40%), aumento de la superficie cultivada (30%), posibilidad de establecer cultivos más rentables (27%), e incrementar el nivel de ingresos (3%). Con relación a esto último cabe hacer notar que el 67% de las respuestas vinculan el mejoramiento del riego con una mayor carga de agua, lo que les permitiría satisfacer de mejor forma los requerimientos de los cultivos y lixiviar las sales presentes en los suelos.

Si bien es cierto el agricultor reconoce las ventajas de mejorar el riego, muy pocos de ellos están dispuestos a invertir en riego tecnificado. Es así como el 21% señala no desear afrontar este tipo de gastos, el 37% lo haría en caso de contar con subsidio, el 5% en la eventualidad de que le entreguen un crédito, y el 37% restante está dispuesto a hacerlo con recursos propios. Es de interés hacer notar el bajo porcentaje de agricultores dispuestos a contraer deudas, factor que se constituye en una seria limitante para cualquier inversión predial que se pretenda fomentar en el futuro.

Con relación al uso de los suelos, de los resultados de la encuesta se desprende que la alfalfa y maíz son los cultivos de mayor importancia. En el 74% de los predios se cultiva alfalfa y maíz, en tanto que del 26% restante, un 40% de ellos también cuentan con alfalfa. De esta manera, el 84% de los casos estudiados dispone de praderas artificiales. Otros cultivos presentes en la estructura de cultivo son, en orden de importancia, los siguientes: trigo, chacras varias, peral, ajo, y algunas hortalizas.

Frente a la pregunta de qué se cultivaría en caso de no existir problemas de agua y heladas, no se obtuvieron respuestas que implicaran un cambio importante en la estructura de cultivo con relación a la existente. La alfalfa y maíz siguen siendo predominantes, aunque incrementan su grado de participación el ajo, tomate, parra y lechuga. Este factor, que responde a las características socioeconómicas de los agricultores, y que el tiempo se ha encargado de validar, está fuertemente arraigado, motivo por el que necesariamente debe ser considerada en cualquier estrategia de desarrollo, so riesgo de proyectar acciones que nunca sean ejecutadas por los habitantes de la zona.

Los agricultores cuentan con algunos bovinos, ovinos, caprinos, además de equinos que son empleados para desplazarse y ejecutar algunas labores agrícolas. De acuerdo a lo informado a través de la encuesta, la totalidad de los bovinos y equinos son alimentados dentro del predio, en los terrenos regados existentes. Lo mismo sucede con los ovinos y caprinos, aunque en ocasiones ellos son pastoreados en caminos, sector de secano de la parcela y en cerros vecinos. Lo antes expuesto explica y justifica la alta proporción de terrenos que se destina a praderas de alfalfa, la que en su mayor parte tiene por destino el autoconsumo.

Las condiciones climáticas imperantes en la zona impiden la práctica del doble cultivo, motivo por el que no se encontró ningún caso en que éste se aplicara. La totalidad de los agricultores contactados señaló que las caídas de heladas les provocan serios daños en los cultivos, fenómeno que ocurre a partir del mes de marzo, y termina en noviembre o diciembre, dependiendo del año.

En la zona se ha promovido el uso de invernaderos para el desarrollo de cultivos forzados, infraestructura que en promedio tendrían 260 metros cuadrados. El 50% de los casos detectados, el invernadero se utiliza para la producción de clavel, en el 33% para hortalizas, y el 17% restante se encuentra abandonado. Tal como se señaló con anterioridad en este mismo estudio, el uso de invernaderos en San Pedro de Atacama presenta, al menos, dos problemas que hasta el momento no se han podido resolver en forma que sea rentable: en las noches las temperaturas pueden llegar a ser tan bajas que hace muy difícil evitar el daño a los cultivos, incluso calefaccionando; en el día ellas pueden alcanzar niveles que hacen fundamental ventilar el invernadero, todo lo que repercute en la rentabilidad de los cultivos, que ya está mermada por las condiciones edafológicas, calidad de agua, economías de escala factibles de lograr, y factores de comercialización.

Los trabajos agrícolas son ejecutados por los tenedores de las propiedades, el que, en el 65% de los casos, contrata mano de obra extra familiar para desarrollar principalmente trabajos de siembra y cosecha. De ellos, el 45% contrata a una persona en forma permanente,

cancelando por ello entre \$ 4.000 y \$ 5.000 diarios. El 55% restante contrata a uno o dos afuerinos por el plazo de un mes, cancelando entre \$ 6.000 y \$ 7.000 por día.

También se emplea mano de obra familiar, constituida principalmente por el cónyuge e hijos. Esta fuerza laboral se utiliza en forma ocasional en el 67% de los casos, y permanente en el 33% restante. La mano de obra familiar permanente por lo general se limita al cónyuge que, al igual que los otros parientes, no percibe remuneración monetaria por su colaboración.

5.4.5.3 Servicios de Apoyo Recibidos y Actitud Frente a la Organización

De acuerdo a lo expresado por los propios agricultores, el 58% ha recibido algún tipo de asistencia técnica, otorgada principalmente por el Instituto de Desarrollo Agropecuario (82% de los casos) y otras instituciones privadas (18%). Por lo general, el servicio se ha entregado directamente en el predio (91%), con una frecuencia que presenta un alto grado de dispersión: 40% señala una frecuencia de una vez cada 30 días; 20%, que la recibió solo una vez; 10%, que ello ocurre de vez en cuando; 10; dos veces al año, y; otras frecuencias 20%. Es de interés destacar que la totalidad de las personas consultadas opina que la asistencia técnica es un servicio útil y necesario, por lo que están interesados en participar en cualquier tipo de evento al que se les invite

El 68% de los propietarios agrícolas han asistido a cursos de capacitación, dictados en la zona por diversas instituciones. Los temas tratados en dichos eventos han abordado distintos tópicos, dentro de los que se destacan: control de pestes y enfermedades, ganadería, apicultura, gestión empresarial, riego tecnificado, producción en invernaderos, y forraje.

Por otro lado, el 47% de las personas que contestó el cuestionario ha sido beneficiario de créditos, siendo el Instituto de Desarrollo Agropecuario la institución que mayor presencia tiene en la zona (89% de los casos). Llama la atención que el 54% de los agricultores manifieste no estar interesado en recibir créditos, aduciendo para ello el alto costo que éste tiene, las bajas producciones y precios de los productos, condiciones que impide dar cumplimiento al compromiso financiero contraído, el alto riesgo que se asume y, que su actividad tiene por finalidad satisfacer las necesidades alimenticias familiares, por lo que los ingresos monetarios percibidos son pocos.

Los requerimientos financieros de aquellos agricultores que demuestran interés por este tipo de servicio (46%) se centran en tres ítemes: insumos agrícolas (67%), equipos de riego (16%), e invernaderos (16%). Con relación a esto último cabe señalar que, de acuerdo a lo observado en terreno, existen algunos invernaderos abandonados, ya que ha resultado muy difícil obtener buenos rendimientos en condiciones climáticas tan adversas, y efectuar un adecuado control de enfermedades que prosperan rápidamente en dicho medio ambiente.

Con relación a la participación en organizaciones, cabe señalar que la población atacameña históricamente ha asumido diversas formas de organización. Esta tradición se

manifiesta actualmente en que el 98% de las personas encuestadas señala pertenecer a alguna organización, y todos ellos son partícipes de la asociación de regantes de la zona. A su vez, el 79% de ellos ha desempeñado algún cargo directivo, ya sea como presidente, vicepresidente, tesorero, u otro. También participan en organizaciones no productivas, dentro de las cuales se identifican Corporación Nacional de Desarrollo Indígena, comités vecinales, y organizaciones religiosas. Este tipo de actitud de la población rural puede llegar a ser muy importante en cualquier proceso de desarrollo donde se requiera aunar esfuerzos en aras de alcanzar objetivos comunes.

5.4.5.4 Problemas Comerciales y de Producción que Tiene el Agricultor

Según lo expresado por los agricultores, los principales problemas que tienen para mejorar su producción se relacionan con la falta de agua (38%), caída de heladas (15%), falta de maquinaria (13%), falta de mano de obra (10%), mala calidad del suelo (8%), y otros factores, tales como falta de dinero, falta de fertilizantes, mal control de malezas, entre otros (16%).

La ciudad de Calama es el principal lugar de abastecimiento de los agricultores de San Pedro de Atacama. En ella se proveen de fertilizantes, plaguicidas, herbicidas y alimentos. La ciudad de Antofagasta no figura como una alternativa, en tanto que en Santiago se compran los equipos y maquinarias. Ningún agricultor compra forraje para sus animales.

La identificación de problemas de mercadeo de productos está sustentada en la respuesta del 69% de los agricultores consultados, ya que el 31% restante señaló que nunca vende productos. Los principales escollos lo constituyen la falta de poder comprador (44% de las respuestas), y la inexistencia de un mercado mayorista local (22%); también se señaló la falta de transporte, distancia hasta el mercado de Calama, y bajos precios de los productos (34% restante).

5.4.6 Métodos de Cultivo Empleados en los Principales Cultivos

5.4.6.1 Alfalfa

Las praderas de alfalfa es el cultivo que abarca la mayor proporción de suelos sembrados en los ayllos de San Pedro de Atacama y en los alrededores de la ciudad de Calama. Varias son las razones que explican este hecho, siendo los de mayor relevancia los siguientes:

- La variedad Alta Sierra tiene buena adaptación a las condiciones climáticas imperantes en la zona, a las características de salinidad de suelos y agua, a la presencia de boro en suelo y agua, y arsénico en suelo.
- El costo de establecimiento es relativamente bajo, y el cultivo permanece en producción por largo tiempo sin incurrir en mayores gastos.

- Los requerimientos de mano de obra, fertilizantes y plaguicidas son pocos. La planta tiene capacidad de fijar nitrógeno, y mediante los sucesivos cortes se controlan enfermedades y pestes.
- El producto seco puede almacenarse por largo tiempo sin perder su valor nutritivo, lo que facilita su comercialización o consumo, y minimiza efectos de variaciones cíclicas de precio.
- El precio de venta es relativamente estable a través del tiempo, por lo que el agricultor tiene cierto grado de seguridad en cuanto a los ingresos posibles de recibir.
- Los casos de robo de alfalfa en áreas cercanas a centros poblados son relativamente bajos en comparación a otros cultivos.
- El transporte del producto desde la zona central es caro debido a los volúmenes que se deben mover, motivo por el que existe ventaja competitiva en la zona norte del país para la producción de alfalfa.
- El agricultor dispone de una fuente segura para la alimentación de su ganado.

De acuerdo a los antecedentes recopilados a través de encuestas y entrevistas, el método de cultivo empleado en ambas zonas es relativamente similar, aunque existen ciertas diferencias, algunas de las cuales se dan a conocer a continuación.

La época de siembra es por lo general entre los meses de agosto y septiembre, o marzo abril, dependiendo del uso que se le haya dado a los terrenos con anterioridad y las condiciones climáticas que se presenten. Prácticamente todos los agricultores aplican fertilizantes orgánicos antes de la siembra, y una menor proporción de ellos incorpora fertilizantes químicos, principalmente fosfatos, en dosis que oscilan entre el equivalente a 80 a 90 kg por hectárea. El uso de plaguicidas se encuentra más masificado en los alrededores de la ciudad de Calama. En San Pedro de Atacama existe una menor proporción de agricultores que los emplea.

La preparación de suelos, siembra y cosecha por lo general se efectúa con maquinaria, aunque también existe un número importante de casos en que la siembra se realiza con animales y arrojando la semilla al voleo. La forma de cosecha depende del destino del pasto: si es para autoconsumo lo usual es que se hagan parvas, en cuyo caso la cosecha se puede hacer en forma manual; si el destino es la venta, por lo general se confeccionan fardos, para lo que se contrata maquinaria.

Los riegos se hacen por tendido. Su frecuencia depende de la organización que exista para los turnos de riego. La principal peste que ataca al cultivo es el pulgón, aunque en San Pedro de Atacama la arañita también se constituye en un problema.

El número de cortes anuales que se le da a la pradera son dos o tres en San Pedro de Atacama, y de cuatro a cinco en Calama, donde el clima es más benigno. La producción anual por hectárea varía de una propiedad a otra, dependiendo de la edad de la pradera, de la frecuencia

y tiempo de riego, del nivel de fertilización, etc. De acuerdo a los datos tabulados, en Calama se cosechan entre 280 y 320 fardos de 25 kg por hectárea al año, en tanto que en San Pedro de Atacama se recolectan entre 30 y 60 “quintales de 45 kg” por hectárea año.

El principal destino de la producción de Calama es la venta: el 71% de los entrevistados vende en el predio la totalidad de la producción, logrando un precio de entre \$ 2.000 a \$ 3.000 por fardo. Los agricultores que no venden, destinan lo cosechado a la alimentación de sus animales.

En San Pedro de Atacama ningún agricultor de los encuestados vende pasto, todo es destinado al consumo de los animales propios. Sin embargo, de acuerdo a lo informado, en el sector el precio de venta es de aproximadamente \$ 100 por kilogramo de pasto seco.

5.4.6.2 Maíz

El maíz es el segundo cultivo en importancia, tanto en la localidad de Calama como en los ayllos de San Pedro de Atacama. La variedad cultivada es local, que al igual que en el caso de la alfalfa, presenta una muy buena adaptación a las condiciones climáticas, edafológicas e hídricas imperantes en la zona. La mazorca que se cosecha es pequeña y de mala presentación. Sin embargo, la población nortina tiene clara preferencia por este choclo, incluso por sobre variedades traídas desde el sur (carabina, choclero, dulce), por lo que su precio en el mercado es relativamente alto.

La siembra se efectúa en los meses de septiembre y octubre, cuando aumenta la temperatura del suelo y disminuyen los riesgos de caída de helada. La preparación de suelo se realiza con maquinaria o a mano, dependiendo de la superficie sembrada, la capacidad financiera del agricultor, y la disponibilidad de maquinaria. La fertilización es poco usual, y sólo algunos agricultores incorporan guano o fertilizantes químicos; las dosis empleadas son bajas, entre 80 y 170 kg de urea por hectárea. En Calama la mitad de los encuestados deposita la semilla con máquina, en tanto que esta cifra en San Pedro de Atacama disminuye al 33%, pudiendo llegar a ser incluso menor.

La principal peste es el gusano del choclo. Sólo el 50% de los agricultores de Calama se preocupa de su control; en San Pedro de Atacama, según lo informado, nadie aplica insecticida. El sistema de riego en todos los casos es por tendido, con una frecuencia y taza que depende del tipo de turno de riego que le toque a cada agricultor.

Los rendimientos alcanzados son muy variables entre los agricultores, dependiendo también de cómo se presenten las condiciones climáticas. En Calama los entrevistados informaron un rendimiento promedio de aproximadamente 45.000 choclos por hectárea, en tanto que en San Pedro de Atacama éste disminuye a un máximo de 15.000 unidades.

El destino de la producción de choclos en Calama es principalmente su venta para consumo en fresco, aunque también existen casos (38%) donde una parte de la producción (50%

a 80%) se deja madurar para su posterior consumo como grano seco. El choclo que se destina al mercado se tranza a un precio de \$ 50 a \$ 70 por unidad, puesto el producto en el predio. También se encuentran casos donde el cultivo se vende “en verde”, a un valor de dos millones por hectárea.

En San Pedro de Atacama prácticamente la totalidad de la producción es destinada al autoconsumo en estado seco. En caso de vender, el porcentaje no supera el 10% de la cantidad de choclos que produce una hectárea. El precio de venta oscila entre \$ 100 a \$ 120 por unidad.

5.4.6.3 Hortalizas

De las tres áreas involucradas en el estudio, Antofagasta es en la que reviste mayor importancia la horticultura. En los ayllos de San Pedro de Atacama, y en los alrededores de la ciudad de Calama la proporción de superficie sembrada con hortalizas es mínima, y no reviste la importancia que tiene la alfalfa y maíz.

Las siembras, directas y de almácigos, se efectúan a lo largo de todo el año. Las dosis empleadas dependen del tipo de hortaliza del que se trate, y de las mermas esperadas al momento del trasplante. Los agricultores no realizan prácticas de rotación de cultivos, por lo que el uso del suelo permanece inalterable por años.

Por lo general, antes de efectuar la preparación del suelo se aplican fertilizantes orgánicos, a razón de cinco metro cúbico por hectárea, y algunos fertilizantes químicos, principalmente nitrogenados y fosfatados. El control de peste y enfermedades se ejecuta en base a productos químicos, en tanto que el de maleza se hace con herbicidas (50%), o mediante limpiezas a mano (50%). Para la preparación de suelos, siembra, control de plagas, y cosecha se emplea mano de obra (“a mano”), lo que se justifica al considerar el tamaño que tienen las parcelas, y la superficie que ocupa cada siembra al interior de ella; también se encuentran algunos casos donde la preparación de suelos se hace con maquinaria.

Las principales plagas y enfermedades son las larvas minahojas, gusanos, pulgones, y hongos que normalmente atacan a las hortalizas. Tal como se señaló con anterioridad, los riegos se realizan con aguas servidas tratadas por la empresa Biwater. El sistema de riego es por manguera, con una chaya de regadera en su extremo.

Los volúmenes de producción varían según la variedad de que se trate. Prácticamente la totalidad del producto cosechado es destinado al mercado, aunque existen mermas a nivel de campo por falta de compradores, bajos precios, o baja calidad del producto. La comercialización se realiza en Calama y Antofagasta, ya sea en el predio, en ferias minoristas, ferias mayoristas, o entregas a supermercados de la zona.

5.5 RESULTADOS DEL ESTUDIO DE MERCADO⁶

5.5.1 Elementos de Diagnóstico del Sector Agropecuario

La Región de Antofagasta tiene una población de 410 mil habitantes de los cuales sólo 11 mil son considerados como pobladores rurales, es decir un 2,7% de la población total. Esta situación se explica por las condiciones de aridez de la zona, las cuales se atenúan hacia las localidades precordilleranas. Hoy existen 16 comunidades rurales, localizadas principalmente en la Provincia del Loa, con una debilidad poblacional y productiva que crea un constante desequilibrio de permanencia y subsistencia para aquellos comuneros que aún ocupan esos espacios.

En relación al número de familias agricultoras y hectáreas cultivadas en las diferentes zonas y localidades rurales, diversos antecedentes nos muestran la siguiente realidad:

CUADRO 5.5.1-1
NÚMERO DE FAMILIAS DE AGRICULTORES

LOCALIDAD	Nº FAMILIAS
Comuna de Calama	
Alrededores de Calama	360
Chiu Chiu	50
Lasana	40
Toconce	15
Caspana	40
Ayquina-Turi	15
TOTAL	520
Comuna de San Pedro de Atacama	
San Pedro de Atacama	350
Socaire	80
Peine	50
Talabre	14
Camar	10
Toconao	70
TOTAL	574
Comuna de Antofagasta	
La Chimba	50
Km 12	50
TOTAL	100

⁶ En el **Anexo** 5.5-1 se incluyen los cuadros estadísticos, cuya información es la fundamentación de este capítulo

CUADRO 5.5.1-2
SUPERFICIE ESTIMADA DE ÁREAS AGRÍCOLAS

LOCALIDAD	há
Valle de Calama – Toconce	1.000
San Pedro de Atacama	2.000
R. Grande – Toconao – Socaire	400
Km 12 Antofagasta	30
La Chimba	35

En la Segunda Región, en cuanto a tipos de cultivos, existe un predominio de la alfalfa, seguido por el maíz y diversos frutales. Sin embargo, esto no necesariamente conforma un patrón común; ya que en Toconao predomina fuertemente la fruticultura. El predominio de la alfalfa en las diferentes zonas indica que la actividad agrícola está muy ligada a la ganadería (ovinos, camélidos, bovinos, etc.).

Los antecedentes expuestos anteriormente, de alguna forma explican que el sector agropecuario regional sea el menos significativo dentro de la economía regional, representando sólo el 0,12% del PIB, siendo la actividad minera la principal actividad económica de la región.

Por otro lado, la gran minería ha provocado una gran concentración urbana que demanda un mayor y mejor abastecimiento y servicio y constituye el principal mercado para la agricultura de la región.

Los medios de transporte se constituyen en una de las principales debilidades, debido a las distancias y a la deficiente calidad de los caminos entre localidades pobladas y centros abastecedores. Es por ello que la inadecuada infraestructura caminera se presenta como una limitante seria para el desarrollo agropecuario futuro.

Dentro de las limitantes para un mayor desarrollo de este sector en la región se encuentran un conjunto de restricciones:

- Ausencia de instrumento de coordinación que permita a las diferentes instituciones que ejecutan planes, programas y proyectos del sector agropecuario; orientar su accionar en forma conjunta.
- Escasez, mal manejo y mala calidad del recurso hídrico (alta salinidad)
- Escasa disponibilidad de suelos agrícolas
- Alta concentración de suelos con contenidos salinos.
- Mala calidad de caminos hacia y desde centros rurales centros de consumo
- Comercialización deficiente de los productos agropecuarios (inadecuados canales de comercialización, desconocimiento de mercados, falta de organizaciones de comercialización).
- Insuficiente aplicación de tecnificación agrícola en cultivos y sistemas de riego.
- Creciente proceso migratorio desde las zonas rurales a los centros urbanos regionales, provocando una agudización del desequilibrio en la ocupación territorial de ña región.
- Escasa población rural.
- Cultivos de baja rentabilidad económica.

- Déficit de asistencia técnica.
- Deficiente manejo ganadero en aspectos sanitarios, alimenticios, reproductivos y de mejoramiento animal, asociado a una baja producción y rendimiento del forraje para el ganado.

La actual superficie de suelos cultivada en la Región principalmente se explica por la insuficiente dotación y calidad de agua existente. Bajo estas condiciones no es posible pensar en un aumento de esta superficie, para lo cual se requeriría disponer de nuevas fuentes de agua de buena calidad, o liberar parte de los caudales utilizados para fines no agrícolas, como asimismo, el contar con riego tecnificado adaptado a las condiciones de cada sector.

Por otro lado, la actual estructura de uso del suelo, que pudiera tenerse como una opción viable para incrementar la productividad y rentabilidad agrícola, se enfrenta a las dificultades derivadas de la estructura de propiedad, tenencia y tamaño de las explotaciones.

En la actualidad, la región de Antofagasta se abastece de productos que vienen de otras zonas del país, lo que hace suponer que la producción agrícola regional pueda cubrir buena parte de la demanda actual. Para ello es necesario no sólo incrementar los rendimientos, sino también mejorar la calidad de los productos a través de un adecuado manejo de los rubros productivos y la aplicación de las técnicas y tecnologías apropiadas.

De esta forma, se podría concluir que las principales fortalezas y oportunidades para el desarrollo agropecuario de la segunda región están enfocadas en las siguientes áreas:

- La existencia en la segunda región de un mercado potencialmente demandante, con un importante poder adquisitivo, especialmente el que está vinculado al desarrollo del sector minero.
- Actualmente, el 97% del consumo de los productos agrícolas de la región es abastecido por diferentes zonas del país, existiendo un amplio para la colocación de productos de origen regional.
- La segunda región presenta importantes potencialidades para el desarrollo del agroturismo.
- El desarrollo de la agricultura permitiría una mayor absorción de mano de obra de la región.
- Diversificación de la actividad económica regional.

5.5.2 Origen de los Productos

La producción agropecuaria de la II Región es mínima en relación al consumo regional. Por eso, la mayor parte de la comercialización se efectúa con mercadería proveniente del resto del país, y eventualmente de importaciones.

En el mercado de Calama, se estima que un 5% de la producción proviene de la II Región, llegando el resto de la Región de Tarapacá (20%), de la III Región (2%), de la IV

Región (50%), y el resto de las Regiones V y al sur de la V Región⁷. La producción proveniente de la II Región en el caso de Antofagasta es menor que la cifra señalada de 5% para Calama⁸.

5.5.3 Población e Ingresos

El mercado es un mercado creciente de acuerdo al ritmo de crecimiento demográfico y del ingreso de la ii región. la población crece a un ritmo de 1.5% anual en el período 1990-2000 y se proyecta que crecerá a un ritmo de 1.23% anual en los próximos 5 años. el PIB regional ha pasado de un 7.1% del PIB nacional en el año 1990 a un 7.6% del PIB nacional en el año 1996. la tasa del crecimiento del PIB regional es superior al 7% anual, (ver Cuadro N° 2 del Anexo 5.5-1) y las perspectivas, derivadas del crecimiento de las actividades mineras y de la economía en general, son de mantención del ritmo de crecimiento en los próximos años.

CUADRO 5.5.3-1
POBLACIÓN DE ANTOFAGASTA 1990-2005

	1990	2000	2005
Población total	402,449	468,411	497,895
Provincia Tocopilla	38,600	43,565	45,242
Provincia El Loa	122,516	144,952	155,270
Provincia Antofagasta	241,383	279,894	297,383
Tasas de crecimiento (%)			
Población total		1.53	1.23
Provincia Tocopilla		1.22	0.76
Provincia El Loa		1.7	1.38
Provincia Antofagasta		1.49	1.22
Composición de la población (%)			
Población total	100	100	100
Provincia Tocopilla	9.6	9.3	9.1
Provincia El Loa	30.4	30.9	31.2
Provincia Antofagasta	60	59.8	59.7

5.5.4 Mercados, Precios y Comercialización

5.5.4.1 Precios y Comercialización

El comercio agrícola es efectuado con mercadería proveniente del resto del país y con una mínima producción local.

El costo de transporte de Santiago- Antofagasta es de \$ 34-38 el kilo; el que sube a \$ 39-44 el kilo para el tramo Santiago- Calama o Santiago- Tocopilla; estos costos se han ido

⁷ República de Chile, Ministerio de Obras Públicas, Dirección de Riego, Departamento de Estudios y Planes. Consultoría DEP-013, Manejo Experimental de la Cuenca del Río San Pedro de Atacama, II Región. Informe Final. (1995) Volumen 3, Estudios Catastrales y de Mercado, Noviembre, pág. 65..

⁸ Entrevistas al SEREMI de Agricultura II Región y Director Regional de INDAP II Región, Antofagasta, enero 2000.

reduciendo en el tiempo con el abaratamiento de los medios de transporte, la mejoría de los caminos y la disponibilidad de medios de transporte. La II Región se encuentra lejos de los centros productivos agropecuarios. Santiago se encuentra a una distancia de 1,377 kilómetros de Antofagasta; a 1,566 kilómetros de Calama y a 1,638 kilómetros de Tocopilla. Arica, otro centro abastecedor de la Región, se encuentra a 723 kilómetros de Antofagasta. La Serena se encuentra a 906 kilómetros de Antofagasta.

El circuito comercializador es del eje:

PRODUCTOR – MAYORISTA – DETALLISTA - CONSUMIDOR

Esta cadena ha sido de alguna manera “rota” por la mayor presencia de los supermercados, que en algunos casos hacen de mayoristas y de detalle simultáneamente. Ello ha tenido un impacto en Antofagasta con el funcionamiento de las cadenas de supermercados nacionales ya presentes en la zona. De esta manera el productor enfrenta una cadena de comercialización más dura, debido al fortalecimiento de los compradores. Por otro lado, el abaratamiento de los costos de transporte también significa la entrada de productos con una mayor competencia de los productores de otras regiones del país. También se nota una mala calidad de caminos hacia y desde centros rurales a centros de consumo; y se encuentra una comercialización deficiente de los productos agropecuarios (inadecuados canales de comercialización, desconocimiento de mercados, falta de organizaciones de comercialización) en la Región.

El mercado de Antofagasta es el principal centro abastecedor de la ciudad de Antofagasta.

En el mercado de Antofagasta se efectuó una entrevista a 5 puestos de venta, con los que se pudo establecer los precios pagados al camión y los precios cobrados a público de los vendedores (ver cuadro siguiente). El margen en los productos fluctúa entre un 6-7% (papas y ajos) y un 50% (naranjas); tal como se puede notar en el Cuadro 5.5.4.1-1. Ese margen de comercialización incluye elementos de costo que deben ser considerados para sacar un margen de comercialización neto o “puro”; los cuales se estiman que pueden llegar a alrededor de un 30% a un 50% del margen bruto, ya que se incluyen los siguientes elementos de costo en los agentes de comercialización: arriendo de local, costo de la mano de obra que trabaja en el local, pago de servicios y gastos administrativos.

CUADRO 5.5.4.1-1
ENCUESTA DE PRECIOS DE PRODUCTOS AGRÍCOLAS, TERMINAL
AGROPECUARIO VEGA ANTOFAGASTA 26/01/2000

PRODUCTO	UNIDAD	CAMIÓN	PÚBLICO	MARGEN (\$)	MARGEN (%)
Aji	Kg	700	800	100	14%
Ajo	100 cabezas	1800-2800	2000-3000	200	7%-11%
Cebolla guarda	Unidad	1,000	1200	200	20%
Choclo tradicional	Unidad	80	100	20	25%
Frejol granado	Kg	650	700	50	8%
Lechuga	Docena	2,500	3000	500	20%
Papa	Malla 70 kg	9,000	9500	500	6%
Pepino ensalada	Kg	200-250	250-300	50	20%-25%
Tomate aire libre	Caja 15 kg	3,000	3500	500	17%
Zanahoria	Malla 70 kgs	18,000	20000	2000	11%
Zapallo italiano	Kg	200-250	250-300	50	20%-25%
Pera	Caja 20 kgs	3,000	4000	1000	33%
Tuna	Caja 20 kgs	8,000	9000	1000	13%
Betarraga	Kg	150	200	50	33%
Naranja	Malla 16 kg	2,000	3000	1000	50%
Limón	Malla 19 kg	5,000	6000	1000	20%

Los precios al detalle en el supermercado Líder se puede apreciar en el cuadro siguiente:

CUADRO 5.5.4.1-2
ENCUESTA DE PRECIOS DE PRODUCTOS AGRÍCOLAS, PRECIOS DE
SUPERMERCADO LÍDER ANTOFAGASTA, 26/01/2000

PRODUCTO	UNIDAD	PESOS
Ají	kg	999
Cebolla temprana	Malla 6 uds.	338
Frejol granado	kg	979
Lechuga escarola	unidad	199
Papa	malla 2 kg	299
Pepino ensalada	Bandeja 4 uds.	788
Tomate aire libre	kg	449
Zanahoria	malla	299
Zapallo italiano	unidad	89
Zapallo guarda	kg	499
Aceituna	kg	3,560
Pera	kg	449
Uva de mesa	kg	589
Acelga	kg	199
Betarraga	Atado	279
Cebollín	Paquete	188
Cilantro	Paquete	158
Perejil	Paquete	158
Apio	Unidad	628

5.5.4.2 Precios a Productor

Los precios a productor son de 2 fuentes: entrevista en Antofagasta en mercado terminal agropecuario (enero 2000) e información de precios de INDAP (agosto a diciembre de 1998).

Los márgenes de comercialización y el costo de transporte hacen que el precio más que se duplique desde el precio a productor. en el caso de los ajos el precio pagado a productor es de \$1.000 mientras que el precio camión es de \$ 2.500 y el precio público es de \$3.000 por 100 cabezas (IVA incluido). en otros productos, el precio a productor es el que se señala en los siguientes cuadros:

CUADRO 5.5.4.2-1
PRECIOS DE PRODUCTOS AGRÍCOLAS TEMPORADA 1998/1999
PERÍODO: DICIEMBRE DE 1998

SECTOR	PRODUCTO	UNIDAD	PRECIO PROMEDIO C/IVA	CONDICION	
La Chimba	Lechuga Milanesa	\$/unidad	150	en predio	
	Acelga	\$/atado	180	en predio	
	Albaca	\$/unidad	150	en predio	
	Betarraga	\$/atado	150	en predio	
	Perejil	\$/atado	150	en predio	
	Cebollín	\$/atado	300	en predio	
	Cilantro	\$/atado	200	en predio	
	Apio	\$/atado	200	en predio	
	Toconao	Acelga	\$/atado	250	s/especificar
		Lechuga	\$/unidad	250	s/especificar
Claveles		\$ paquete (10)	1000	s/especificar	
Naranja		\$/kg	500	Proc. de fruta	
Vino criollo		\$ 3/4 lt	3500	Proc. de fruta	
Mermelada		\$/pote 700 grs	1200	Proc. de fruta	
		\$/pote 400 grs.	600	Proc. de fruta	
Jalea membrillo		\$/pote 400 grs.	600	Proc. de fruta	
Dulce membrillo		\$/bandeja 3/4 kg	1200	Proc. de fruta	
Orejón de membrillo		\$/kg	1200	Proc. de fruta	
Descarozado damasco	\$/kg	1300	Proc. de fruta		
Chiu Chiu y Lasana	Zanahoria	\$/kg saco 80 kg	S./producción		
	Acelga	\$/atado	200	en predio	
	Cebollín	\$/atado	300	en predio	
	Cilantro	\$/atado	250	en predio	
Caspana	Cebollín	\$/atado	250	en predio	
	Cilantro	\$/atado	300	en predio	
	Perejil	\$/atado	200	en predio	
	Tuna	\$/kg caja 30 kg	300	en predio	
Calama	Acelga	\$/atado	250	Term. Agrop.	
	Ajo cuelga	Cuelga 100 ud.	6000-5000	Term. Agrop.	
	Apio	\$/atado	700-600	Term. Agrop.	
	Betarraga	\$/atado	200-180	Term. Agrop.	
	Espinacas	\$/atado	300-250	Term. Agrop.	
	Perejil	\$/atado	250-300	Term. Agrop.	
	Cebollín	\$/atado	300	Term. Agrop.	

CUADRO 5.5.4.2-1
 PRECIOS DE PRODUCTOS AGRÍCOLAS TEMPORADA 1998/1999
 PERÍODO: DICIEMBRE DE 1998

SECTOR	PRODUCTO	UNIDAD	PRECIO PROMEDIO C/IVA	CONDICION
	Tomate	\$/caja 18 kg	7000-6000-5000	Term. Agrop.
	Cilantro	\$/atado	250-300	Term. Agrop.
	Zapallo italiano	\$/caja 18 kg	1600-1500	Term. Agrop.
	Zanahoria	\$/kg saco 80 kg	100	Term. Agrop.
	Choclo	\$/unidad	110-120	Term. Agrop.
	Peras	\$/caja 18 kg	7000-6500	Term. Agrop.
	Damasco	\$/caja 18 kg	9000-8000	Term. Agrop.
	Naranja	\$/malla 15 kg	4000-3500	Term. Agrop.
	Claveles	\$/atado 25 uds.	2000-1800	Term. Agrop.
	Lechuga s/esp.	\$/unidad	150	Term. Agrop.
San Pedro de Atacama	Apio	\$/atado	150	en predio

5.5.4.3 Estacionalidad

No se aprecian grandes diferencias en los 4 meses para los cuales dispone de observaciones (agosto, septiembre, octubre y diciembre de 1998). Esto se puede observar en el caso de la chimba (Gráficos 5.5.4.3-1 a 5.5.4.3- 8), situación que es similar en los mercados de Toconao, Calama, Caspana, Chiu Chiu, San Pedro de Atacama.

GRÁFICO 5.5.4.3-1
 PRECIOS DE LECHUGA MILANESA EN LA CHIMBA 1998

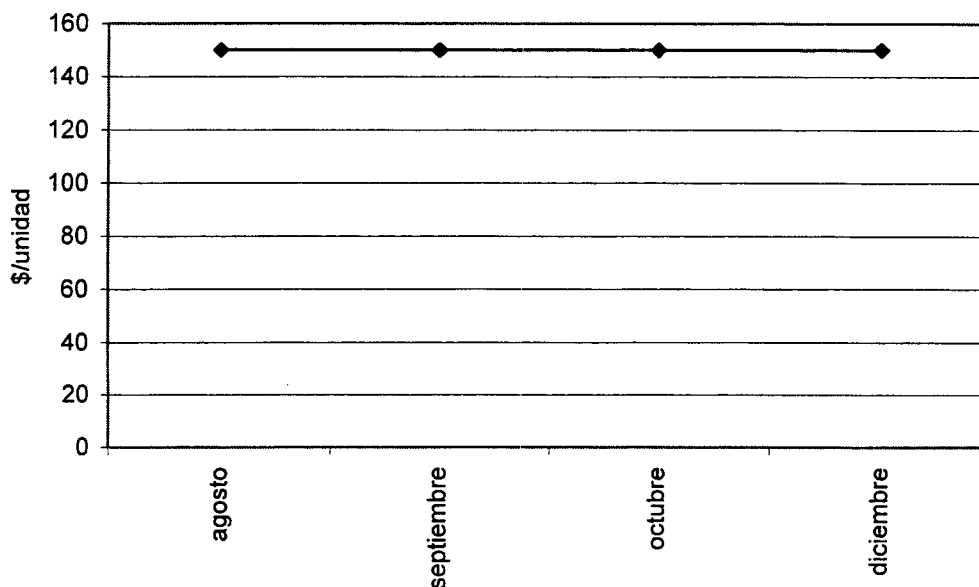


GRÁFICO 5.5.4.3-2
PRECIOS DE ACELGA EN LA CHIMBA 1998

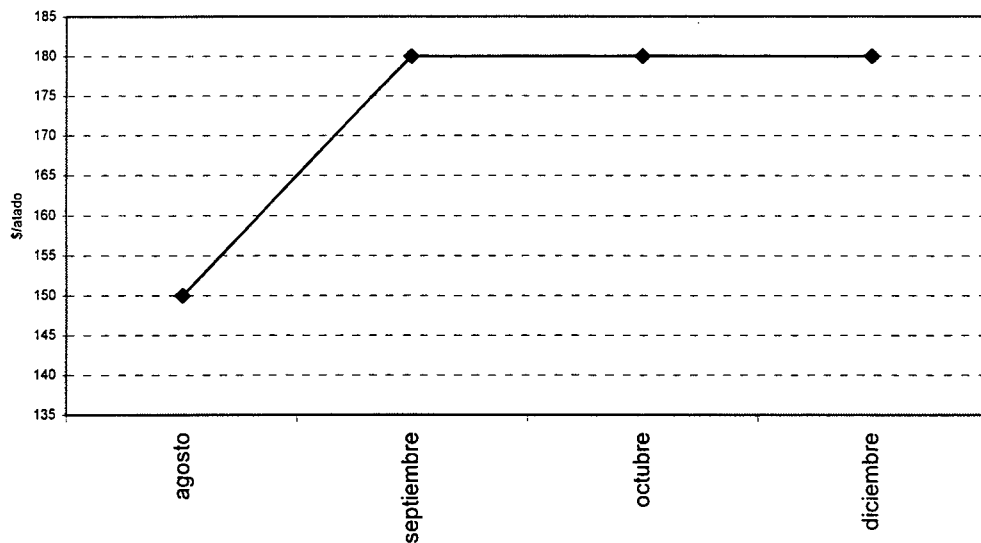


GRÁFICO 5.5.4.3-3
PRECIOS DE ALBACA EN LA CHIMBA 1998

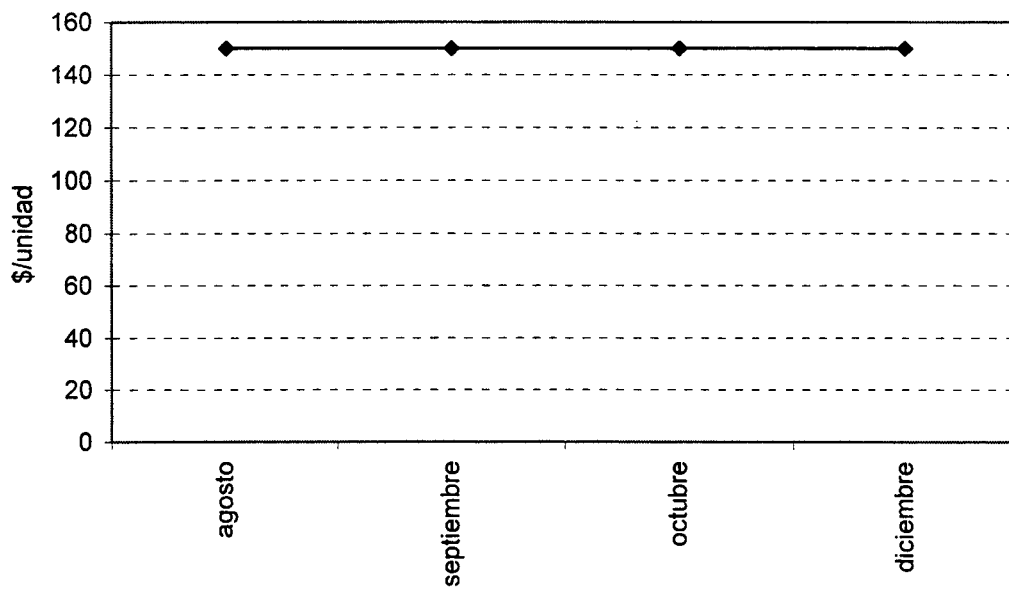


GRÁFICO 5.5.4.3-4
PRECIOS DE APIO EN LA CHIMBA 1998

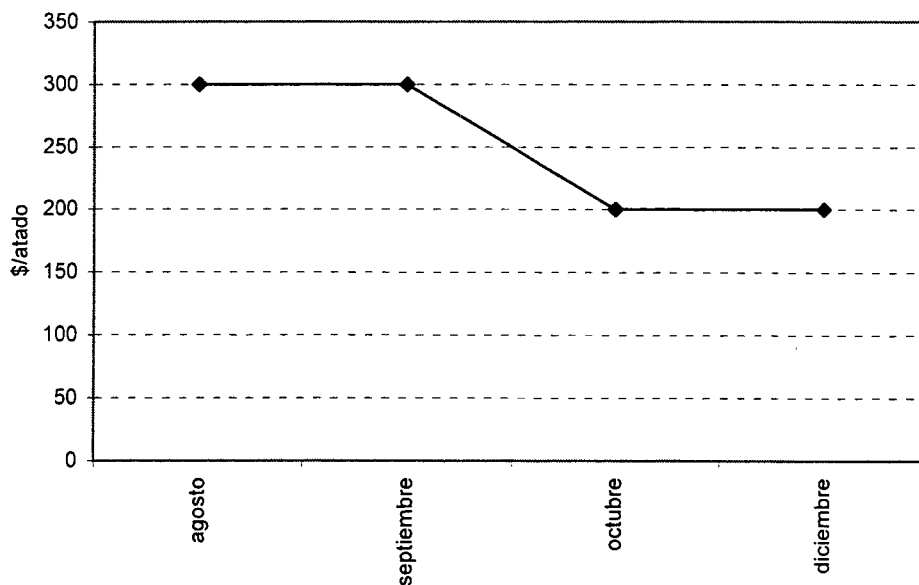


GRÁFICO 5.5.4.3-5
PRECIOS DE BETARRAGA EN LA CHIMBA 1998

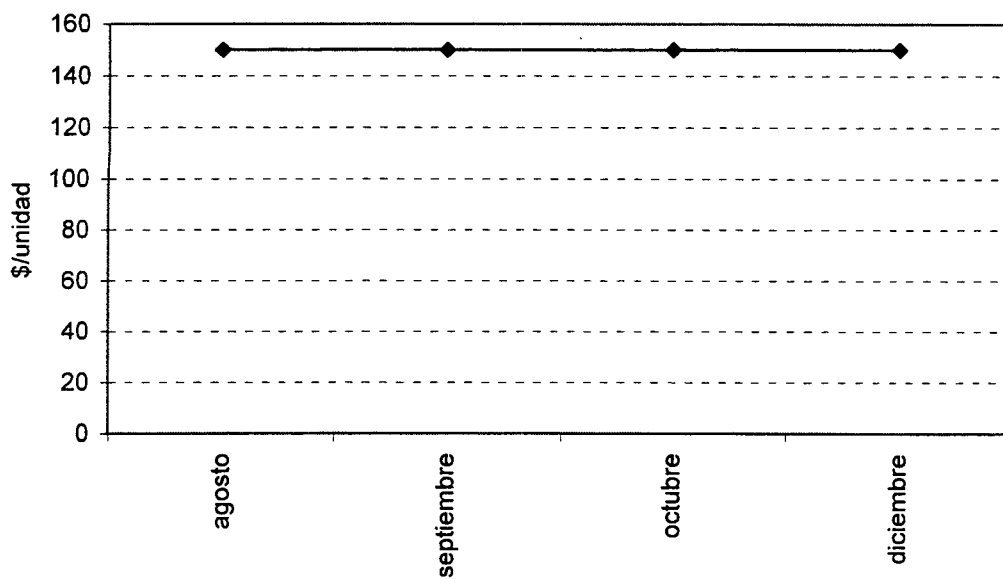


GRÁFICO 5.5.4.3-6
PRECIOS DE CEBOLLÍN EN LA CHIMBA 1998

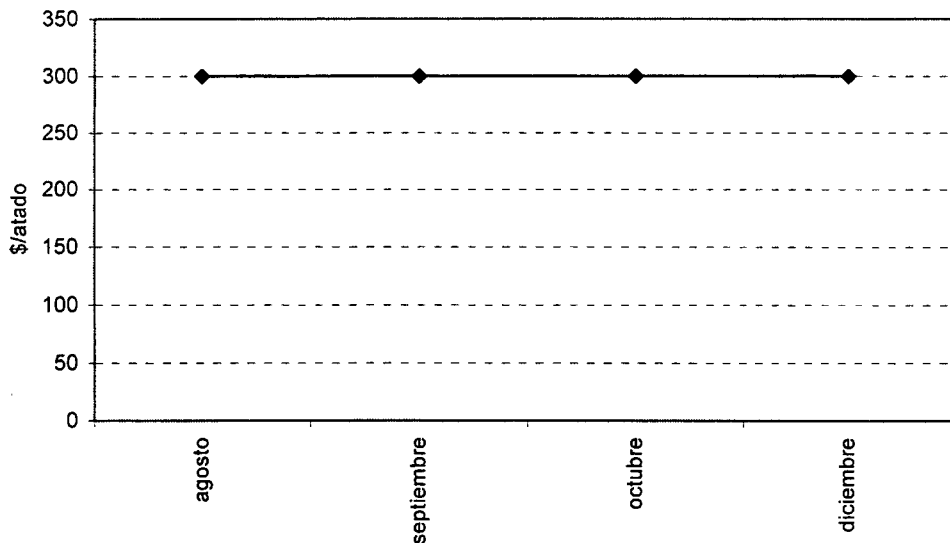


GRÁFICO 5.5.4.3-7
PRECIOS DE CILANTRO EN LA CHIMBA 1998

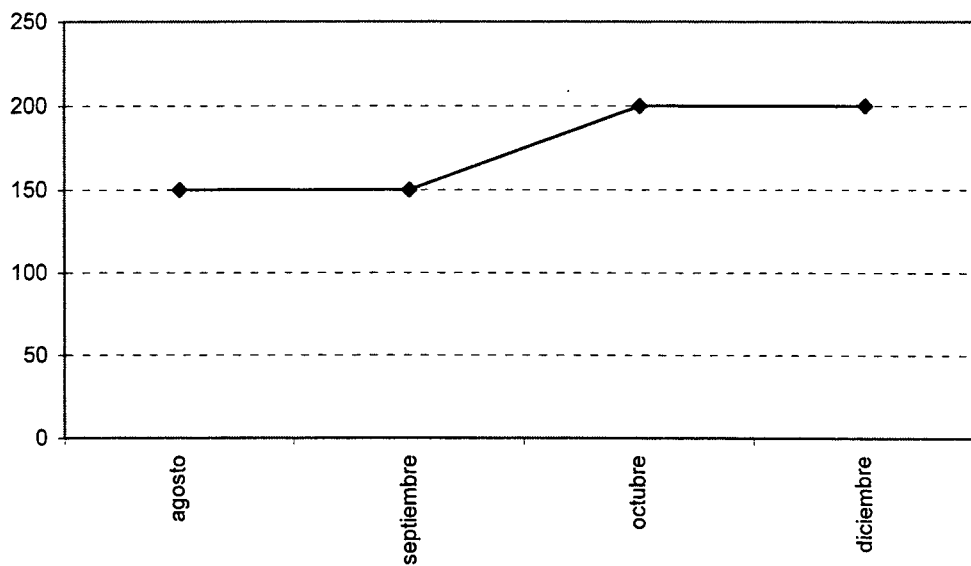
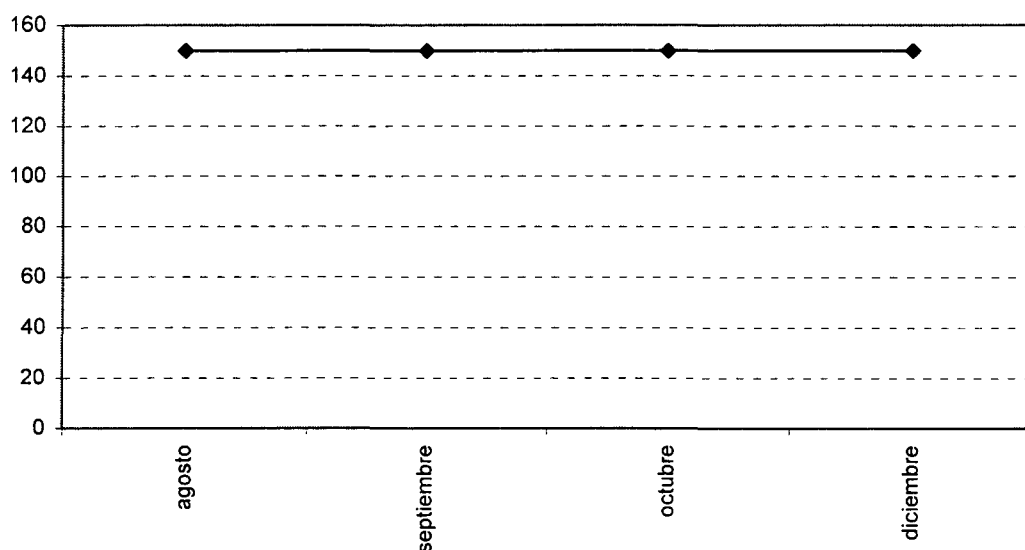


GRÁFICO 5.5.4.3-8
 PRECIOS DE PEREJIL EN LA CHIMBA 1998



5.5.5 Disponibilidad y Consumo

La disponibilidad de carne bovina en el país ha pasado de 245.422 toneladas en 1990 a 324.370 toneladas en 1995, incrementándose el consumo en un 32% durante dicho período.

En el caso de la carne de ave, ésta experimenta un aumento importante tanto en la disponibilidad como en el consumo: la disponibilidad aumentó de 127.156 toneladas en 1990 a 312.222 toneladas en 1995. Al mismo tiempo, el consumo aumentó en un 145% durante el mismo período.

El comportamiento de la leche ha sido diferente al de los casos anteriores, mostrando una caída tanto en la disponibilidad como en el consumo. La disponibilidad de leche en el año 1990 llegaba a los 1.485 millones de litros, mientras que en 1995 esta cae a 1.336 millones de litros. Lo mismo ocurre con el consumo, el cual muestra un retroceso de un 11% entre 1990 y 1995.

El azúcar ha mostrado un importante incremento en la disponibilidad entre los años 1990 y 1995, pasando de 456.689 toneladas a 664.971 toneladas. De la misma forma, el consumo de azúcar aumento en el país en un 46% en el mismo período.

Un caso similar es el de aceite, el cual vio incrementada su disponibilidad entre los años 1990 y 1995, pasando de 111.715 toneladas a 163.015 toneladas. Lo mismo ocurre con el consumo aparente, el cual aumenta en dicho período en un 46%.

Finalmente, el comportamiento del trigo ha sido más moderado, aumentando la disponibilidad de 1.773.273 toneladas en 1990 a 2.022.969 toneladas en 1995. Asimismo, el consumo aparente muestra un incremento del 14% entre ambos años.

En el siguiente cuadro se muestran las cifras de producción, exportaciones e importaciones para los productos anteriores, para el año 1998.

CUADRO 5.5.5-1
PRODUCTOS AGROPECUARIOS SELECCIONADOS: PRODUCCIÓN,
EXPORTACIONES E IMPORTACIONES. 1998

PRODUCTO	PRODUCCIÓN	EXPORTACIONES	IMPORTACIONES
Carne bovina (ton)	256,343	66,530	17
Carne de ave (ton)	382,288	34	14,187
Leche (millones de litros)	2,080	206	81
Azúcar (ton)	470,000	200,105	205
Aceite (ton)	21,102	181,762	4,200
Trigo (ton)	1,682,040	400,919	31

Para calcular la disponibilidad y consumo futuros se dispuso de cifras nacionales de consumo y disponibilidad per cápita, no existiendo antecedentes a nivel regional. Teniendo en cuenta la proyección de población a nivel regional del INE (2000-2005), se estimó el consumo regional en base al promedio nacional (ver Cuadro 5.5.5-2) de consumo por habitante proyectados para los años 1999-2005, en base a las estadísticas de los años 1970-1998 para los productos carne bovina, carne de ave, azúcar, aceite y trigo. Hay estadísticas disponibles para algunos otros productos (carne de cerdo, caprinos y otros productos), pero no se dispone para todos los productos agropecuarios que se producen en la ii región, de modo que solo se escogieron para las proyecciones un conjunto seleccionado de productos (carne bovina, carne de ave, azúcar, aceite y trigo), como se señaló previamente. Una estimación más confiable requeriría antecedentes de consumo regional, los cuales no están disponibles actualmente.

CUADRO 5.5.5-2
II REGIÓN: DISPONIBILIDAD Y CONSUMO ACTUAL Y PROYECTADO

AÑOS	CARNE BOVINA (ton)	CARNE AVE (ton)	AZÚCAR (ton)	ACEITE (ton)	TRIGO (ton)	LECHE (Miles de litros)
1999	10,181	11,587	18,926	4,992	58,087	56,084
2000	9,475	10,098	19,330	5,109	57,977	54,573
2001	9,827	10,692	19,615	5,213	57,153	55,564
2002	10,172	11,299	20,090	5,346	57,355	56,550
2003	10,489	11,943	20,761	5,482	57,906	58,342
2004	10,638	12,568	21,650	5,579	58,744	60,715
2005	11,081	13,210	22,256	5,666	58,339	63,153

5.5.6 VOLUMENES DE PRODUCTOS AGRÍCOLAS

El PIB (valor agregado de la producción) del sector agropecuario de la II Región alcanza a \$ 451 millones de pesos (pesos de 1986) en el año 1995, (ver Anexo 5.5-1 de cuadros estadísticos, Cuadro N°1). Este valor representa un 0,097% de la producción agropecuaria nacional en el año 1995, y ha venido disminuyendo su participación en la producción agropecuaria nacional; ya que en el año 1990 su participación era de un 0,013% de la producción nacional. La II Región tiene la menor producción agropecuaria a nivel nacional, la región que le sigue (la Región de Tarapacá), tiene una producción agropecuaria 5 veces superior a la de Antofagasta. La producción agropecuaria ha venido decreciendo en su importancia dentro de la región, ya que en el año 1990, el valor de la producción representaba un 0,17% del PIB regional y en el año 1995, este representaba un 0,12% del PIB regional.

En términos per cápita, la producción agropecuaria es ínfima en relación al promedio del país, ya que la II Región representa un 3.08% de la población nacional, por lo cual su demanda de alimentos es al menos de ese porcentaje del consumo nacional en el sector agropecuario; de modo que ese diferencial es absorbido mayoritariamente por productos provenientes del resto del país. En términos per cápita, la producción agropecuaria alcanza a \$1.033 (precios de 1986) por habitante; mientras que la producción agropecuaria por habitante a nivel nacional es de \$ 32.673 (precios de 1986). Ello significa, que el consumo regional es abastecido, aproximadamente, en más de un 97% por productos provenientes de otras regiones.

CUADRO 5.5.6-1
INDICADORES DE POBLACIÓN

	1995	2000	2005
II Región	436.744	468.411	497.895
País	14.210.429	15.211.308	16.136.137
Participación de la II Región en el país	3.07%	3.08%	3.09%
Crecimiento de la población II Región		1.41%	1.23%
Crecimiento de la población país		1.37%	1.19%

Esta situación se aprecia en las distintas producciones provenientes del sector agropecuario: de acuerdo a los datos del Censo Agropecuario 1997, se observa en el Cuadro N° 10 del Anexo 5.5-1, que en el total de los cereales y chacras a nivel nacional alcanzan a 774.011 ha, y en la II Región alcanzan a 100.1 ha. En todos los productos señalados en el Cuadro N° 7 del Anexo 5.5-1, las producciones alcanzan a una cifra inferior al 1% de la producción nacional, salvo en la quinoa, que alcanza a un 1.3% de la producción nacional: en cebada forrajera la producción de la II Región alcanza a 2 qqm, dentro de una producción nacional de 158.715 qqm; en centeno la producción de la II Región alcanza a 7 qqm, dentro de una producción nacional de 63.873 qqm; en maíz la producción de la II Región alcanza a 91 qqm, dentro de una producción nacional de 7.803.941 qqm; en papa la producción de la II Región alcanza a 205 qqm, dentro de una producción nacional de 13.046.964 qqm; en quinoa la producción de la II Región alcanza a 7 qqm, dentro de una producción nacional de 411 qqm; en trigo blanco la producción de la II Región alcanza a 468 qqm, dentro de una producción nacional de 13,967,725; en trigo candeal la producción de la II Región alcanza a 457 qqm, dentro de una producción nacional de 1,654,187 qqm .

Los rendimientos también se sitúan por debajo de la media nacional, situándose entre 16.5 qqm/há (en la papa) a 6.4 qqm/há (en la quinoa). Los rendimientos nacionales en el caso de la papa alcanzan a 161.8 qqm/há y a 2.3 qqm/há en la quinoa. En este último cultivo (la quinoa) es el único cultivo en que el rendimiento que es mayor al del nivel nacional.

CUADRO 5.5.6-2
SUPERFICIE SEMBRADA CON CEREALES Y CHACRAS, PRODUCCIÓN Y RENDIMIENTOS

	SUPERFICIE ha	RIEGO Ha	SECANO ha	PRODUCCIÓN qqm	RENDIMIENTO qqm/ha
Total país	774,011.2	289,887.1	484,124.1		
Cebada forrajera	5,722.4	1,303.5	4,418.5	158,715.0	27.7
Centeno (grano seco)	2,182.9	255.9	1,927.0	63,873.0	29.3
Maíz(grano seco)	86,195.7	83,346.8	2,848.9	7,803,941.0	90.5
Papa	80,628.8	28,533.5	52,095.3	13,046,964.0	161.8
Quinoa	175.6	162.0	13.6	411.0	2.3
Trigo blanco	369,245.4	85,409.6	284,015.8	13,967,725.0	37.8
Trigo candeal	28,582.0	25,855.8	2,726.2	1,654,187.0	57.9
Antofagasta	100.1	100.1	0.0		
Cebada forrajera	0.2	0.2	0.0	2.0	10
Centeno (grano seco)	0.8	0.8	0.0	7.0	8.8
Maíz(grano seco)	11.0	11.0	0.0	91.0	8.3
Papa	12.4	12.4	0.0	205.0	16.5
Quinoa	1.1	1.1	0.0	7.0	6.4
Trigo blanco	36.2	36.2	0.0	468.0	12.9
Trigo candeal	38.4	38.4	0.0	457.0	11.9

Toda la producción corresponde a la Comuna del Loa

La producción se concentra en la provincia de El Loa que comprende el 97% de las superficies de suelos anuales y permanentes de la II Región; quedando un 0.1% en la provincia de Tocopilla y un 2.6% en la provincia de Antofagasta. El total de hectáreas cultivadas corresponde a 909.3 en la II Región, de las cuales 885 hectáreas se encuentran en la provincia de El Loa; 1 ha en la provincia de Tocopilla y 23.3 ha en la provincia de Antofagasta. Estas 909.3 ha cultivadas en la II Región se comparan con un total de 1398270.2 ha a nivel nacional, esto es un 0.07% de la superficie nacional.

La distribución por comunas dentro de la provincia de El Loa, se concentra en 2 localidades: San Pedro de Atacama y Calama. En San Pedro de Atacama, se encuentran 431.4 ha del total de 909.3 ha de la II Región; mientras en que Calama se cultivan 447.9 ha, por lo que entre ambas se llega a un 96.7% de la superficie regional.

Si se incluyen los suelos dedicados a cultivos, plantaciones, a uso forestal y otros usos agropecuarios, se llega a un uso total de terrenos de 3.773 ha en la II Región, lo que corresponde a un 0.13% del total nacional de la misma categoría (ver Cuadro N° 5 del Anexo 5.5-1). Esta se encuentra dividida en cereales, con un total de 87.7 ha, chacras con 12.4 ha; cultivos industriales y otros cultivos con 0.0 ha; hortalizas con 774.6 ha; flores con 4.9 ha;

plantas forrajeras con 1890.3 ha; frutales con 128.7 ha; viñas y parronales con 0.0 ha; viveros con 1.0 ha; y plantaciones forestales con 873.9 ha

En el caso de las hortalizas, la presencia de la producción regional es más significativa; debido a que alcanza a las 774.6 ha; lo que corresponde a un total de 0.69% del total nacional, esto es puede alcanzar a alrededor de un 10% del total del consumo de hortalizas de la II Región, siendo el resto abastecido por otras regiones. En estas especies, se encuentran 3 grupos: a) aquellas en que el % de la producción regional en la producción nacional es igual o mayor al % de la población regional en la población nacional: el rabanito, perejil, cilantro, zanahoria, acelga y choclo; en que la Región tiene un mayor grado de suficiencia; b) un grupo en que el porcentaje de producción es inferior a 3.08% del total nacional y superior al 1.0% del total nacional, que comprende a la betarraga, ajo, haba y lechuga. s hortalizas este porcentaje es inferior c) un grupo que es inferior al 1% del total de la producción nacional, que es en todo el resto de las hortalizas (rábano o nabo, albahaca, otras hortalizas, espinaca, repollo, comino, cebolla temprana, cebolla de guarda, brócoli, apio, zapallo temprano y de guarda, orégano, coliflor, espárrago, tomate consumo fresco, ají, zapallito italiano, alcachofa, sandía, poroto verde, melón y pimiento). Estos grupos se observan en el siguiente cuadro:

CUADRO 5.5.6-3
SUPERFICIE DE HORTALIZAS, 1997

	ANTOFAGASTA (ha)	TOTAL PAÍS (ha)	PORCENTAJE (%)
Total	774.6	111642.3	0.69
Total especies presentes en II Región	774.6	89370.2	0.87
Rabanito	7.6	29.4	25.8
Perejil	7.5	141.2	5.3
Cilantro	19.2	412	4.66
Zanahoria	126	3390.9	3.72
Acelga	17.8	497.4	3.58
Choclo	407.3	12317.6	3.31
Betarraga	15.7	994.2	1.58
Ajo	37.5	2579.6	1.45
Haba	34.4	2467.1	1.39
Lechuga	60.2	4662.2	1.29
Otras	41.4	61878.6	0.07
Tocopilla	1		0.13
El Loa	653.9		84.42
Antofagasta	119.7		15.45

En el caso de la producción frutícola, se nota que existen 2 grupos de frutales: a) aquellas en que el % del área en producción regional en área de producción nacional es igual o mayor al % de la población regional en la población nacional : el granado, la higuera y el membrillo en que la Región tiene un mayor grado de suficiencia; b) un grupo que es inferior al 1% del total del área de la producción nacional, que es en todo el resto de las frutas que se producen en la Región (peral europeo, damasco, tuna, naranja, manzano verde, manzano rojo, uva de mesa, ciruelo europeo, ciruelo japonés, duraznero, nectarín y olivo).

5.5.7 Precios de Insumos Agrícolas

Se efectuaron 10 encuestas a establecimientos comerciales en la II Región y en Santiago para la determinación de los precios de los insumos agrícolas. No fue posible, en base a los antecedentes disponibles obtener una estimación de la cantidad de insumos agrícolas utilizados en la II Región. En el caso de las cotizaciones de precios obtenidas en Santiago, se agregó costo de flete Santiago - Antofagasta. En los Cuadros 5.5.7-1 a 5.5.7-3 se presentan los resultados. los principales canales de comercialización de los insumos agrícolas son las casas comerciales establecidas que tienen representaciones o compran los insumos en el centro del país (ferreterías, barracas de madera, arriendo de maquinarias), así como en muchos casos otros agricultores que han adquirido los insumos que les venden a sus vecinos.

CUADRO 5.5.7-1
ENCUESTA DE PRECIOS DE INSUMOS AGRÍCOLAS, FERRETERÍAS

ITEM	UNIDAD	PRECIO (\$)
ESTRUCTURAS		
Alambre galv 12	Kg	595
Alambre galv 14	Kg	620
Alambre galv 17/15	Kg	725
Cabezales 4-5", 3 m	Unidad	2,450
Cabezales 8-9", 3 m	Unidad	13,160
Centrales 2", 2.4 m	Unidad	798
Centrales 3-4", 2.4 m	Unidad	1,034
Grapas	Kg	889
Clavos	Kg	689
Madera pino, pulgada	Pulgada	2,500
Puntales de 3 m	Unidad	14,340
POLIETILENO		
0.05 con tratamiento UV	Kg	2,085
0.07 sin tratamiento UV	Kg	1,589
0.07 con tratamiento UV	Kg	2,085
0.1 sin tratamiento UV	Kg	1,550
0.1 con tratamiento UV	Kg	2,085

CUADRO 5.5.7-2
ENCUESTA DE PRECIOS DE INSUMOS AGRÍCOLAS, VIVEROS Y SEMILLAS

ITEM	UNIDAD	PRECIO (\$)
PLANTAS, FRUTALES Y FLORES		
Higuera	Unidad	1,880
Membrillo	Unidad	1,880
Níspero	Unidad	3,280
Olivo	Unidad	4,580
Peral	Unidad	1,980
Tuna	Unidad	280
Vid de Mesa (Moscatel)	Unidad	980
Vid vinífera	Unidad	280
Clavel	Bolsa	300
Maracayá	Unidad	2,080
Datilera (Fenix Canariense)	Unidad	15,080
SEMILLAS		
Ají (Cristal)	Kg	29,539
Apio	Kg	48,489
Arveja verde	Kg	1,272
Cebolla	Kg	49,151
Choclo, bolsa	Bolsa	7,426
Frejol seco tórtola	Kg	1,337
Frejol tabla, o verde	Kg	2,375
Habas	Kg	16,583
Maíz, bolsa	Kg	2,239
Papa cardinal	Kg	381
Tomate aire libre	Kg	55,239
Trigo	Kg	12,678
Zanahoria	Kg	22,577
Zapallo guarda	Kg	12,547
Zapallo italiano	Kg	9,759
Lechuga (Costina)	Kg	144,117
Alfalfa	Kg	4,193

CUADRO 5.5.7-3
ENCUESTA DE PRECIOS DE INSUMOS AGRÍCOLAS, FERTILIZANTES Y
MAQUINARIA

ITEM	UNIDAD	PRECIO (\$)
FERTILIZANTES		
Urea	Kg	539
Fosfato diamónico	Kg	739
Super fosfato triple	Kg	739
Foliar (bayfolan)	Litro	2,989
MAQUINARIA		
Hora Tractor e implemento	Hora	8,000
Costa, rastrillo, enfardado	\$/fardo	500

6. DIAGNÓSTICO ASPECTOS SOCIOECONÓMICOS Y CULTURALES

6.1 ANTECEDENTES

6.1.1 Introducción General

Este documento se inscribe dentro de las actividades ha desarrollar por el proyecto "*Fomento de la Agricultura Regada de la II Región*", ejecutado por el Consorcio GEOFUN-PROCIVIL y financiado por el Gobierno Regional de Antofagasta y la Comisión Nacional de Riego.

El propósito de este documento es entregar una visión global de los recursos patrimoniales, naturales y culturales existentes en la comuna de San Pedro de Atacama, zona con predominio indígena del pueblo atacameño. Asimismo busca articular la valoración del patrimonio y la preservación, al desarrollo socio económico de los habitantes de la zona, en el marco de la futura ejecución de proyectos de desarrollo productivo agropecuario y turismo rural, que apunten a mejorar la situación de empleo y de calidad de vida de los habitantes de la zona. Para esto se recopilamos una serie de antecedentes bibliográficos y diagnósticos, junto al diseño de diferentes modalidades de pautas semi-estructuradas, destinadas a la aplicación a agentes claves y pequeños agricultores potenciales usuarios de la zona.

Por otra parte, se analizaron aspectos socio culturales de las zonas potenciales de intervención productiva dentro de las comunas de Calama y Antofagasta, para lo cual de la misma manera se diseño una pauta de entrevista a agentes claves y de recopilación de antecedentes, acción que se realizó en terreno la segunda quincena del mes de enero de 2000.

Tanto las dimensiones sociológicas como antropológicas del presente proyecto, se desarrollaron en el marco de la sistematización de las entrevistas realizadas en terreno y la revisión de documentación pertinente a los objetivos de este estudio.

6.1.2 Justificación de las Metodología Utilizada

Las metodologías cualitativas de investigación constituyen un modo de recolección y análisis de información para el estudio de la realidad social y el modo como ésta se desarrolla en determinados contextos históricos. Se refiere al sentido construido por los sujetos sobre la base de los significados que las situaciones tienen para ellos¹.

Estos significados son productos sociales, no autónomos, se relacionan con otras esferas de la vida social, como la producción, las relaciones de clases, de género y el contexto (histórico, ideológico y territorial) en el cual se desarrollan, aquello que se denomina los "significados de la acción social", por lo tanto ésta no constituye una variable independiente de otras condicionantes de la realidad.

¹ "La Construcción Social de la Realidad" Berger y Luckmann. Amorrortu Editores. Buenos Aires Febrero 1998

La relevancia de las metodologías cualitativas esta dada justamente por su condición subjetiva, pues el accionar y la praxis de los sujetos sociales, opera impulsado por factores latentes o fácticos y manifiestos o explícitos²; la conjunción de ambos genera el cambio y el desarrollo social, por lo tanto estos ámbitos adquieren la misma relevancia y consideración al momento de diseñar y ejecutar proyectos de desarrollo.

De lo anterior se desprende que determinados factores latentes pueden estar influyendo en una grupo social determinado, por el ejemplo una gestión de desarrollo agrícola ¿es autoritaria y coercitiva?, ó por el contrario, se percibe protagonismo y participación de los agricultores y sus organizaciones³.

De esta reflexión se concluye que los procesos sociales no son unilaterales, ni explicados en forma independiente; más bien son la correlación de una multiplicidad de factores estructurales, culturales y económicos-productivos, todos ellos en conjunción permiten explicarnos comportamientos, actitudes y prácticas sociales que son incomprensibles desde perspectivas solamente descriptivas o estadísticas.

En el caso del presente estudio, se ha intentado articular diversas metodologías de recolección de información y análisis con el fin de obtener un diagnóstico lo más amplio posible sobre la situación organizacional, productiva y de empleo de las zonas de San Pedro de Atacama, Calama y Antofagasta.

6.1.3 Técnicas Cualitativas Utilizadas en el Estudio

Las técnicas cualitativas de recolección de información utilizadas en el presente estudio fueron:

- La entrevista semi-estructurada: es aquella entrevista que cuenta con una estructura temática (pauta), sobre las áreas que son relevantes para el investigador. No cuenta con respuestas pre-definidas ni asignación de puntaje por reactivo (se aplica en un tiempo determinado).
- La revisión bibliográfica de documentación tanto académica, como diagnóstica, programática e institucional.
- Observación y diálogo con agentes claves, agricultores, técnicos y funcionarios públicos de la zona de estudio.
- Análisis de la información recabada.

² Maffei Teresa: Estudios Cualitativos en Comunidades Agrícolas de la IV Región CEPAL 1999.

³ Maffei Teresa. Op.Cit 1999

6.1.4 Desarrollo de la Metodología

Para la recopilación y análisis de la información socio antropológica y cultural de este estudio, se definió trabajar con una metodología cualitativa y analítica, para lo cual se diseñó un instrumento denominado entrevista semi-estructurada destinada a la aplicación directa a usuarios o potenciales usuarios de proyectos productivos agropecuarios.

Se diseñaron dos modalidades de pautas semi estructuradas, una de ellas se aplicó a 22 productores agrícolas de San Pedro, Calama y Antofagasta (ver Anexo 6-1 pauta semi-estructurada) en donde el objetivo era obtener información respecto a la actividad productiva, empleo, relevancia de la agricultura en el ingreso económico familiar, participación y grado de pertenencia en organizaciones y finalmente a la percepción respecto del turismo como alternativa de empleo, esta última sólo se aplicó en la comuna de San Pedro de Atacama.

Las entrevistas fueron realizadas entre el 17 al 24 de enero de 2000, en las propias viviendas de los entrevistados por personal de la empresa GEOFUN. La elección de la muestra fue arbitraria, puesto que se debía cumplir con algunos requisitos discriminatorios de edad, sexo e ingreso socioeconómico.

Se aplicaron un total de 22 entrevistas, las cuales se desagregaron de la siguiente forma:

- San Pedro: 8 entrevistas
 - Edad promedio de los entrevistados: 60
 - Sexo: Hombres
 - Autodefinición étnica: el total de entrevistados responde ser atacameño.
 - Procedencia geográfica predominante: San Pedro, Socaire, Ovalle, Calama.
- Calama: 8 entrevistas
 - Edad promedio: 50 años
 - Sexo: 2 mujeres y 6 hombres
 - Procedencia geográfica predominante: Punitaqui, Salamanca, Almirante Latorre, Vallenar, San Pedro y Calama.
- Antofagasta: 6 entrevistas
 - Edad promedio: 61 años
 - Sexo: 3 mujeres y 3 hombres
 - Procedencia geográfica predominante: Los Vilos, Combarbalá, Calama, Antofagasta y Futrono

En cuanto a otras fuentes de información, se diseñó una pauta semi-estructurada para la realización de entrevistas a agentes claves de la región, donde se consideraron las siguientes instituciones:

INDAP II Región de Antofagasta, Corporación Nacional Indígena CONADI, Gobierno Regional, SERPLAC, SEREMI Bienes Nacionales, Gobernación Provincial del Loa,

Municipalidades de Antofagasta, Calama y San Pedro de Atacama (Deptos: SECPLAC, Depto. Social o DIDECO), Empresa de Asistencia Técnica operadora local del INDAP.

Finalmente se adjunta una pauta de información bibliográfica a recopilar donde se solicitan lo siguientes documentos:

- a) Estrategia Regional de Desarrollo de la II Región de Atacama
- b) Listado de proyectos 1999-2000 aprobados FNDR, rubro, monto de la inversión en zonas de interés.
- c) Listado inversiones privadas relevantes en 4 zonas de estudio (no sólo productivas)
- d) Investigaciones sociales, culturales, históricas o antropológicas eventualmente financiadas con recursos FNDR
- e) Planes de Desarrollo Comunal PLADECOS de San Pedro, Sierra Gorda, Antofagasta y Calama
- f) Investigaciones, estudios, proyectos o tesis en temáticas sociales, culturales, históricas o antropológicas asociadas a las cuatro áreas de interés.
- g) Plan operativo anual INDAP 1999, Plan de desarrollo productivo de microzona, diagnósticos y estudios organizacionales de regantes, listado asociaciones de regantes en zonas de estudio, listado organizaciones de productores agrícolas de zonas de estudio.

6.1.5 Criterios de Investigación Utilizados

- Representación de la heterogeneidad de opiniones y concepciones, considerando los aspectos de diferenciación estructural de los sujetos : empleo/actividad productiva, etnia, sexo, edad, localidad-zona y cargo en organización o institución..
- Sistematización de la información recabada, de manera que sean explícitos los resultados obtenidos y permitan la toma de decisiones con posterioridad.

6.2 ASPECTOS SOCIO ANTROPOLÓGICOS, HISTÓRICOS Y CULTURALES DE SAN PEDRO DE ATACAMA

6.2.1 Antecedentes Generales

La comuna de San Pedro de Atacama se encuentra ubicada en el extremo norte del Salar de Atacama, a los 22°55' de latitud sur y 68°12' de longitud oeste, a 2.346 m.s.n.m.; dista 105 km de la ciudad de Calama, Provincia del Loa, II Región de Antofagasta, Chile.

La cuenca del Salar de Atacama, son los restos del lago que actualmente se encuentra seco, que dio origen a una planicie sobre la cual se fueron depositando los sedimentos aluviales de los ríos San Pedro y Vilama⁴.

La fosa tectónica donde se encuentra San Pedro es de grandes dimensiones (100 km. de ancho por 200 km. de largo), está franqueada de oeste a este por la "Cordillera de Domeyko", que tiene una altitud media de 3.500 m.s.n.m., donde destaca por su altura el cerro "Quimal" (4.300 m.s.n.m.).

Otro accidente geográfico relevante en el área es la "Cordillera de la Sal". Ésta es una unidad de relieve menor, formada por una cadena de cerros, muy plegados, donde aparecen en forma conjunta arcilla, sal, sulfato de calcio, timolita, entre otras. A raíz de la alta capilarización producto a su vez de la extrema salinidad, más la acción erosiva del viento y el agua, se ha originado una morfología singular como es el "Valle de la Luna". Este se encuentra distante 15 km. al oeste de San Pedro.

El Salar de Atacama con sus 40 km. en sentido norte-sur y 50 km. en sentido este-oeste, lo transforma en el salar más grande que existe en Chile. Su superficie ha sido estimada en 3.500 km² y se ubica a unos 2.300 m.s.n.m. Constituye una gran depresión geológica compuesta básicamente de sales de sodio, calcio, potasio, magnesio, cloruros, sulfatos, carbonatos, nitratos, borato y litio, que lo han transformado en una de las áreas más relevantes para la minería de sales.

San Pedro tiene un clima desértico de altura. Este clima está fuertemente influenciado por el anticiclón del Pacífico sur o zonas de calmas subtropicales, lo que genera la permanente acción del aire seco descendente. Desde el este suelen presentarse las precipitaciones del "invierno boliviano".

La temperatura promedio del sector es de 13,4° C, y los valores medios extremos de 3,5° C. y 23,4° C. La temperatura presenta grandes fluctuaciones diarias.

⁴ Proyecto "Nuestra Comunidad y Nuestro Entorno: Conservación y Manejo de Pequeños Ecosistemas", GIA-Fondo de las Américas.

Las precipitaciones son muy escasas en el área y se producen en cualquier época del año. Pero en la precordillera suelen caer fuertes precipitaciones en los meses de verano, lo que favorece el crecimiento de abundante pasto en las laderas de los cerros.

Los ríos más importantes del área son el San Pedro y el Vilama, que desembocan en la parte norte del salar.

6.2.2 Antecedentes Socio Culturales e Históricos

6.2.2.1 Antecedentes Prehistóricos

Por varios milenios las tierras de Atacama fueron habitadas por diversas agrupaciones humanas, con un territorio propio y con una lengua, creencia y cultura que las diferenciaba de otros pueblos.

Los primeros cazadores recolectores que recorrieron esta área -que según los especialistas se remonta a 12 mil años- ocuparon las orillas de los ríos y cerca del gran Salar, organizándose, agrupándose y defendiendo sus intereses por miles de años.

Los atacameños, también llamados likan-antai, dotados de una lengua propia y una cultura altamente adaptada al ambiente desértico, desarrollaron una agricultura y ganadería que ocupaba las márgenes del río Loa y sus afluentes superiores, y las zonas aledañas al Salar de Atacama. Eran eximios comerciantes, llegando con frecuencia a la costa en procura de excedentes de pescado y mariscos secos, que trocaban con los changos. El río Loa era el principal corredor que les comunicaba con la costa.

Sus pueblos eran pequeños, siendo Atacama la Alta (San Pedro de Atacama), el mayor de ellos a la llegada de los españoles. Tenían pueblos fortificados y pucarás.

Las familias estaban asentadas en 'ayllus' o parcelas ocupadas por un clan familiar, en ellos la vivienda ocupaba un sector pequeño de fácil acceso a un callejón, y estaba rodeada, por la granja o parcela familiar. El patrón de asentamiento de los atacameños, en consecuencia, era muy poco compacto. Lo contrario ocurría en los pucarás o fortalezas, donde, por razones de estrechez del espacio, las construcciones estaban pegadas unas con otras, conectadas por pequeños pasillos. Los pucarás, generalmente, estaban amurallados⁵.

6.2.2.2 Antecedentes Étnicos-Históricos

Se estima que esta zona estaba habitada hace unos 11.000 años, siendo el principal centro de la Cultura Atacameña, con fortaleza defensiva en Quito y una población distribuida en 15 'ayllus' (agrupación socioeconómica con lazos de parentesco) que se repartieron las tierras cultivables y el agua canalizada. Fue conquistado por los Incas, quienes instalaron un centro administrativo y de gobierno en Catarpe.

⁵ Bahamondes Miguel.

Al igual que en el caso de la cultura andina, sus principales actividades de subsistencia recaen en la ganadería y la agricultura, y, en menor grado, en la artesanía de lana de llama y de oveja. Este marco de economía de subsistencia contrasta con la riqueza que este pueblo tuvo en su época agroalfarera y su posterior metalurgia del oro.

El atacameño, como etnia constituye una notable demostración de adaptación al medio desértico y a la altura. Su presencia marca la evidente etapa final de una secuencia histórico-cultural que se conoce desde el tiempo de los cazadores primitivos de antes de Cristo, y que transita por el imperio incaico y el período colonial español.

El número de atacameños a la llegada de los españoles, podría calcularse en un máximo de 5.000; éstos ofrecieron fuerte resistencia a Francisco de Aguirre, atrincherándose en el pucará de Quitar, cuyas ruinas pueden verse aún hoy, a corta distancia de San Pedro.

Forma parte de la historia hispana con el paso de Diego de Almagro en el año 1536 y Pedro de Valdivia en 1540, siendo bautizado como Atacama la Grande. Hacia 1557 se levanta una de las primeras iglesias españolas de ese territorio.

El desarrollo industrial en la costa, durante el siglo XIX, amplió las perspectivas comerciales. Desde 1830 a 1870 la población manejaba el comercio (llamas y mulas) en 1890 y 1925, se produce un intenso tráfico de ganado.

Desde 1870 la población se volcó al trabajo minero en Caracoles, esta actividad produce dos transformaciones: la incorporación masiva de atacameños a labores de arrierismo y una alta producción de alfalfa como forraje para el ganado de paso hacia los oasis atacameños.

6.2.3 San Pedro de Atacama en la Actualidad

En San Pedro la población se encuentra asentada en la localidad del mismo nombre y los 'ayllus' que lo rodean. De los aproximadamente 2500 habitantes que conforman la población de San Pedro más de la mitad reside en éste; el resto lo hace en los ayllus⁶ de Solor, Quitar, Coyo, Larache, Sequitor, Beter, Cucuter, Catarpe

La ocupación del espacio en los 'ayllus', desde el punto de vista habitacional se caracteriza por un patrón de asentamiento disperso, con viviendas construidas de adobe y que también cuentan con corrales dedicados al ganado, así como espacios destinados a la conservación de granos y frutos de las cosechas.

La localidad está dotada de una infraestructura de servicios básicos y administrativos favorecido por el hecho de ser San Pedro cabecera de la comuna y sede de la municipalidad.

⁶ Unidad de organización social étnica y de parentesco donde predomina la economía familiar campesina.

La población se encuentra organizada en torno a diversas instituciones funcionales como juntas de vecinos, juntas de agricultores y regantes y organizaciones de productores, donde coexisten los cargos dirigenciales comunitarios y productivos.

6.2.3.1 Diferenciación Social

La diferenciación social en San Pedro de Atacama, se relaciona con la propiedad de la tierra, el tipo de empleo y los ingresos económicos, aunque se destaca que los aspectos formativos y educacionales, constituyen una variable de diferenciación, puesto que aquellos jóvenes que han accedido a mayor nivel educacional e incluso a formación técnica y universitaria, hoy se encuentran empleados en servicios públicos y municipales locales, como así mismo en el área de servicios relacionado con el turismo.

De acuerdo a información proveniente del Departamento Social de la Municipalidad de San Pedro, los ingresos promedios de las familias dedicadas a la pequeña agricultura (maíz, trigo, tomate) en San Pedro son de \$45.000.- mensuales, recursos que además se complementan con empleo estacional en otras áreas productivas como los servicios, transporte y la agroindustria, como así mismo por los subsidios estatales.

Este monto de ingreso, aunque variable de mes a mes, se define mediante un instrumento de caracterización socioeconómica CAS y mediante la Encuesta CASEN, que el estrato predominante de los habitantes originarios de San Pedro es de pobreza no extrema y estratificación media, no obstante de debe destacar la existencia de importante contingente de habitantes empleados en servicios turísticos, que de una u otra forma ha aumentado los ingresos promedios familiares.

6.2.3.2 Desarrollo Productivo y Tenencia de la Tierra

Una importante parte de la población originaria se dedica a la agricultura y a la cría de ganado ovino y en menor medida auquénidos, además de la crianza de ganado menor. Las hectáreas cultivadas son aproximadamente 1.368 distribuidas entre el pueblo y los actuales 14 ayllus, donde se cultiva maíz, calabazas, trigo, alfalfa, hortalizas y frutales diversos.

La tenencia de la tierra en San Pedro de Atacama es en forma predominante de pequeños predios entre 1 a 3 ha, expresado en la existencia de pequeños propietarios y en segundo lugar predomina la propiedad comunitaria indígenas atacameña. Si se observa el Cuadro 6.2.3.2-1, se puede destacar la gran superficie de terrenos de propiedad fiscal.

CUADRO 6.2.3.2-1
 NUMERO Y SUPERFICIE DE EXPLOTACIONES AGROPECUARIAS POR
 CONDICION JURIDICA DEL PRODUCTOR, SAN PEDRO DE ATACAMA

CONDICIÓN JURÍDICA	ENCUESTADOS	SUPERFICIE (ha)
Productor Individual	965	2.463,7
Sucesiones/Sociedades de Hecho	166	704,3
Fisco	10	103.379,9
Sociedades Anónimas/Ltdas.	02	12,0
Escuelas/ordenes religiosas	04	23,2
Comunidades Indígenas	05	1.729,7

Fuente: VI Censo Nacional Agropecuario 1997

6.2.3.3 Etnia

La composición étnica actual predominante en San Pedro, es Atacameña, se estima que un 85% de sus habitantes es descendiente directo de esta cultura, en la cual existe una fuerte pertenencia y auto asignación (ver sistematización de entrevistas).

6.2.3.4 Recursos Arqueológicos

San Pedro posee un relevante patrimonio arqueológico, destacándose los yacimientos del túnel Catarpe, altares, pinturas rupestres, y el cementerio de la localidad.

Un importante patrimonio se encuentra en las colecciones del Museo Arqueológico Padre Le Paige de San Pedro de Atacama, uno de los más grandes del país respecto a la cantidad y variedad de objetos que conserva, lo que lo constituye en un centro de atracción de estudiosos y turistas de todo el mundo y principalmente europeos.

6.2.3.5 Recursos Patrimoniales

Dentro de los recursos históricos de San Pedro destacan su iglesia, una de las más antiguas del país, declarada monumento nacional en 1951. Según las crónicas recopiladas, fue ordenada a construir por el propio Pedro de Valdivia. Los materiales utilizados para su construcción son la piedra y el adobe revocado, la armadura de techumbre es de madera de chañar y algarrobo, y un grueso pero liviano entablado de madera de cactus recibe la cubierta de barro y paja. Su planta de cruz latina mide 41 m. de largo por 7,5 m. de ancho, constituyéndose en la nave de mayor tamaño de las iglesias del Desierto de Atacama⁷.

Destacan también los oratorios ubicados en casas de varios de los ayllus de la localidad; las construcciones (viviendas) de San Pedro, particularmente las localizadas en su sector central y en los ayllus aledaños. El patrimonio del pueblo es observable en las viviendas

⁷ Universidad de Antofagasta: Instituto de Investigaciones Antropológicas. Dic.1999.

de los 'ayllus' construidas de adobes y vigas de algarrobo que le dieron vida duradera en la arquitectura de San Pedro de Atacama; los grandes muros de adobe (compactos de arcilla con agua y paja de trigo), algunas de paja brava, traídas desde la Alta Puna, que se encuentran en las viviendas más antiguas. Los muros son extensos, miden cerca de 3 a 3,5 metros y las viviendas tienen una extensión de 7 metros con revoques de arena y arcilla; éstas se encuentran en los ayllus y pueblo (centro)⁸.

6.2.3.6 Recursos Culturales

Entre las fiestas religiosas de San Pedro destacan la de la Virgen del Carmen; las celebraciones del 29 de junio; San Isidro, y el nacimiento de Jesús, asimismo se destaca la existencia de fiestas populares como las mingas efectuadas en épocas de siembras y cosechas que son celebraciones en torno al pago a la tierra (pachamama) y el floreamiento de animales (ver cuadro de fiestas religiosas)

CUADRO 6.2.3.6-1
FIESTAS RELIGIOSAS SAN PEDRO DE ATACAMA

Enero 20	"Enfloramiento de Ganado". En todos los pueblos se hacen fiestas de tipo popular. Un dueño de ganado marca su ganado en ceremonias folklórico-musicales. Los instrumentos que se utilizan son: Guitarra, Zampoña y Anates.
Febrero 2	"Festividad de la Candelaria". Se celebra en <u>Toconao</u> y <u>Caspana</u> . En algunos lugares concurren las Cofradías Danzantes (chunchos). "Carnaval" Se realiza tres días antes del Miércoles de Ceniza en todos los pueblos. Con esta festividad se celebra la recolección de los frutos de la tierra. Se juega con agua, fruta y harina.
1-9 Mayo	"Fiesta de las Cruces". Se realiza en <u>Río Grande</u> . Se acostumbra a adorar la cruz que está en la entrada del pueblo (la cruz del Calvario). Se adornan las cruces que hay sobre todos los techos de las casas y que sirven para ahuyentar los malos espíritus.
Junio 29	"San Pedro y San Pablo". Se realiza en <u>San Pedro de Atacama</u> . Es una fiesta religiosa en la que intervienen cofradías de los dos ayllus cercanos: <u>Soler</u> y <u>Sequitur</u> en que se realizan diferentes bailes rituales de mucho colorido, como <u>El Toro</u> y <u>San Pedro y San Pablo</u> .
Julio 16	"Nuestra Señora del Carmen". Se celebra en <u>Conchi Viejo</u> .
Julio 25	"San Santiago", realizada en <u>Río Grande</u> . Fiesta del patrono del pueblo. Es una gran festividad, a ella concurren peregrinos de <u>Calama</u> y otros pueblos. Se danza y se canta, la gente se viste con sus trajes típicos. Se toca la Zampoña.
Septiembre 8	"Nuestra Señora de Guadalupe". Se realiza en <u>Ayquina</u> . Hasta allí concurren una gran cantidad de cofradías danzantes. Es una festividad religiosa semejante a la de <u>La Tirana</u> .
Diciembre 24-25	:"Navidad". Adoración del Niño Dios. Se realiza hasta el 6 de enero. Bailes de adoración y villancicos en las casas particulares. En algunas oportunidades en la <u>Iglesia de Toconao</u> y <u>San Pedro de Atacama</u> .

⁸ Miguel Bahamondes. Antropólogo Universidad de Chile

6.2.3.7 Artesanía y Gastronomía Tradicional

Dentro de las artesanías tradicionales se destaca la cerámica en greda, tejidos textiles y artesanía en piedra elaborados principalmente por mujeres. También se cuenta con comida tradicional como la Patasca (maíz pelado), Locro (trigo pelado, carne, grasa, ají color), Sango (harina de maíz con chicharrones, (harina de chañar y de maíz), Cocho (harina blanca de algarrobo dulce con ñapa). Se señala que con el Algarrobo se fabrica una bebida alcohólica llamada aloja (kilapana), y del Chañar se realiza un jarabe denominado "arope" (para enfermedades pulmonares). Finalmente, se conocen los dulces de zanahoria y el cachinto, que es jugo de algarrobo dulce y harina de maíz.

6.3 SISTEMATIZACIÓN INFORMACIÓN PROVENIENTE DE LAS ENTREVISTAS

Las entrevistas semi-estructuradas fueron aplicadas tanto a productores agrícolas, como a funcionarios de instituciones públicas y los resultados fueron los siguientes.

6.3.1 San Pedro de Atacama

6.3.1.1 Empleo y Desarrollo Productivo

Se observa que la agricultura es la actividad productiva principal actual, no obstante no es la que genera el mayor ingreso económico familiar, puesto que seis de los entrevistados se sostienen económicamente por la jubilación recibida de la empresa minera CODELCO, el resto comparte ingresos con el rubro de construcción y pequeña empresa panificadora. El total de entrevistados es propietario de tierras en un promedio de 3 a 4 ha y desarrollan una agricultura de auto consumo familiar con producción de alfalfa, trigo, maíz, zapallo, ajo, habas, algunos de ellos cuentan con ganado bovino.

Es relevante destacar que la agricultura es una fuente complementaria de generación de ingresos, en ningún caso es única y siempre se articula a otra fuente de empleo en el área de servicios. En el caso de la minería, ésta aparece como un empleo asalariado permanente y no temporal y dado la edad promedio de la muestra de entrevistados (60 años), se desataca la importancia de las jubilaciones CODELCO, ésta renta estable y permanente permite a los jubilados dedicarse exclusivamente a la actividad agrícola.

También se destaca la combinación de empleo asalariado o por cuenta propia, tanto de los entrevistados, como de sus familias, esto permite la dedicación a rubros y empleos que se encuentran estacionalmente dinamizados dependiendo de la temporada como es el caso de la construcción y servicios asociados al turismo.

De acuerdo a la información entregada por Juan Pereira, Alcalde subrogante de San Pedro de Atacama⁹, las dos características fundamentales de San Pedro de Atacama es que

⁹ Entrevista GEOFUN 17-01-2000 comuna de San Pedro de Atacama, II Región.

es una comuna con un 80% de habitantes atacameños, es rural y turística, no obstante la agricultura es prácticamente de subsistencia y no es un rubro rentable (volúmenes, precios y calidad).

6.3.1.2 Programas del Instituto de Desarrollo Agropecuario INDAP

De los entrevistados se observa que todos conocen a la institución INDAP, aunque no necesariamente todos han sido usuarios de créditos ni asistencia técnica. Se destaca la participación en los siguientes cursos:

- Administración Comercial y Gestión Empresarial
- Fertilización y Control de Plagas
- Cultivos de Parronales y Quinoa
- Instalación y Mantenimiento de Invernaderos
- Preparación de Suelos para Chacras

Por otra parte, cuatro de los entrevistados han obtenido crédito INDAP para adquisición de insumos, forraje, equipos de riego y materiales para construcción de invernaderos, todos ellos tienen deuda crediticia pendiente o morosidad, información que es la tendencia general del 50% de los agricultores (252 colocaciones) de la zona según lo informado por el INDAP, situación que se ha visto afectada por temporales de lluvia y viento que afectaron a la zona el año 1998. Se destaca una fuerte dependencia tanto tecnológica como financiera hacia los organismos estatales.

De acuerdo a la entrevista realizada al Director Regional de INDAP II Región Hector Duchens¹⁰, la inversión regional realizada por esta institución el año 1999 fue de M\$140.000, de lo cual en San Pedro se desarrollaron los siguientes programas:

¹⁰ 18-01-2000 entrevista GEOFUN, Antofagasta.

CUADRO 6.3.1.2-1
PROGRAMAS DE INVERSIÓN INDAP II REGIÓN

PROGRAMA	LOCALIDAD	RUBRO	Nº USUARIOS
SAL ¹¹	Socaire	Producción de Quinoa	6
SAL	Toconao	Producción de Vides y Membrillo	23
SAL	Turi	Producción de Queso de Cabra	13
SAP	San Pedro	Apicultura	26
SAP ¹²	Río Grande	Ajos	10
Suelos Degradados	Sequitur Conde Duque Checa Llaye Better Cacho Solor	Recuperación de suelos degradados, reforestación, control de cárcavas.	
Riego Campesino ¹³	San Pedro	Infraestructura de riego, intra y extra-predial. Ley 18.450	
FODEM ¹⁴	Socaire	Fondo de Fortalecimiento Organizacional	

Asimismo el INDAP participa en la mesa de trabajo intersectorial instancia de coordinación de los servicios públicos del agro, puesto que San Pedro de Atacama es la comuna donde se destinan mayores recursos en la II Región, intentándose incrementar los terrenos cultivables (actualmente 300 ha) y optimizar los turnos de riego que actualmente son de 20 a 30 días. Para el año 2000 se proyecta postular a una modalidad de apoyo tecnológico INDAP-PRODESAL, ya que de acuerdo a las evaluaciones del INDAP el SAL no ha dado resultados satisfactorios en la zona.

No existen programas, ni convenios en ejecución tendientes al apoyo a grupos de jóvenes y mujeres, ya que no se han concretado coordinaciones con SERNAM, ni PRODEMU,

¹¹ SAL: Servicio de Asesoría Local: apoyo tecnológico del INDAP que busca otorgar apoyo a organizaciones de productores incipientes y en zonas de pobreza mediante el mejoramiento de la gestión técnico económica de las explotaciones agrícolas de carácter asociativo. Es un servicio que desarrollan operadores privados o empresas.

¹² SAP: Servicio de Asesoría a Proyectos: apoyo tecnológico del INDAP a productores más consolidados organizacional, financiera y tecnológicamente. Son proyectos de mayor inversión y rentabilidad destinados al negocio agrícola y tienen como objetivo consolidar las capacidades de gestión e inserción de los productos en los mercados.

¹³ El Servicio de riego campesino está orientado a mejorar la productividad de la agricultura campesina a través de inversiones en obras de riego y drenaje que son subsidiadas hasta un tope del 75% del costo total de los proyectos y aquellos que exceden a 1000 UF se presentan al concurso de la Ley 18.450. Las obras menores y menos complejas se subsidian directamente con un tope de 50 UF por usuario.

¹⁴ El FODEM, es un fondo concursable que busca promover y fortalecer a las organizaciones campesinas contribuyendo a su desarrollo empresarial. Las organizaciones deben estar constituidas formalmente y deben ser asociativas.

ni INJUV¹⁵. No obstante se destaca la importante participación de mujeres en el proyecto FODEM¹⁶ de Socaire.

Finalmente se está llevando a cabo el Programa de Evaluación de la Realidad agrícola y ganadera de la Provincia del Loa, que consiste en la recopilación y sistematización de antecedentes productivos diagnósticos para mejorar la base de datos e información productiva de la zona.

6.3.1.3 Organizaciones de Productores y Regantes

Las organizaciones con las que trabaja directamente el INDAP en San Pedro son la Asociación de Productores del Río San Pedro, que cuenta con 800 socios y la Asociación de Productores del Río Vilama que cuenta con 70 socios, según INDAP y la empresa operadora de asistencia técnica de la zona SERVYTEC, ambas organizaciones requieren permanente apoyo técnico y de gestión.

En cuanto a los principales problemas organizacionales que el INDAP destaca en las organizaciones existentes son:

- Existencia de autoritarismo y rivalidades entre directivas de las organizaciones y socios.
- Alta dependencia del pequeño agricultor con el INDAP
- Problemas en la administración de las aguas que afectan el riego agrícola y la producción.

Junto a los problemas organizacionales existentes, el Director de INDAP diagnostica que el principal problema que representa la agricultura en la II Región es la carencia del recurso hídrico, para lo cual es fundamental promover políticas de mejoramiento de la conducción, almacenamiento y distribución de agua para riego para optimizar este recurso, mejorando la pérdida del caudal.

Los entrevistados por su parte, la mayoría agricultores pertenecientes a comunidades de regantes, comunidades atacameñas, asociaciones de productores y a la CONADI, manifiestan que los principales problemas organizacionales se relacionan con:

- La falta de confianza entre los socios de las organizaciones
- Falta de compromiso, "espíritu de superación" y comunicación entre los socios
- Existencia de liderazgos conflictivos y poco unificadores
- Bajo nivel educacional de los socios
- Carencia de coordinación y permanencia en la asistencia a las reuniones
- Existencia de problemas administrativos y financieros que se polarizan por los conflictos organizacionales existentes.

¹⁵ Servicio Nacional de la Mujer, Escuela de la Mujer, Instituto Nacional de la Juventud.

¹⁶ Fondo de Desarrollo Empresarial, instrumento de apoyo organizacional del INDAP.

6.3.1.4 Proyectos Productivos de Cooperación Internacional

Un proyecto relevante en la zona fue el Proyecto Chile Norte, el que se desarrolló entre los años 1993 y 1998, fue financiado por la Comunidad Económica Europea (CEE) y el Gobierno de Chile por un monto global de 15 millones de dólares. Este proyecto se desarrolló en la I y II Región, en la Región de Antofagasta estuvo localizado en San Pedro de Atacama y Calama y tuvo como objetivo el aumento de los ingresos económicos provenientes de la actividad agropecuaria mediante un apoyo tecnológico, organizacional y financiero¹⁷.

De acuerdo a los testimonios de los agricultores, este proyecto permitió promover una diversificación productiva importante en la zona, asimismo y de acuerdo a antecedentes entregados por la alcaldesa Sandra Berna permitió consolidar las relaciones del municipio, el Gobierno Regional y los agricultores, ya que el proyecto fomentó la creación de un departamento agropecuario a nivel comunal.

El municipio proyecta dentro de sus estrategias el preservar el rubro agrícola y no revertir totalmente la actividad laboral a los servicios, para lo cual ha desarrollado una serie de iniciativas de revestimiento de canales y construcción de estanques acumuladores, éstas actividades también contaron con el apoyo y financiamiento del Proyecto Chile Norte.

6.3.1.5 Desarrollo Indígena y Saneamiento de la Propiedad de la Tierra

La Corporación de Desarrollo Indígena CONADI¹⁸, desarrolla una relevante gestión en la comuna a través de programas como apoyo en infraestructura productiva (maquinaria, estanques acumuladores), habilitación de suelos, reparación de terrazas de cultivo, otorgamiento de subsidios mediante un concurso de proyectos productivos y financiamiento de estudios de pre inversión con un financiamiento de 160 millones de pesos. Asimismo se cuenta con el Fondo de Tierras y Agua, que son recursos canalizados a través de un concurso de obras de riego indígena, regularización de derechos de agua y títulos de dominio, lo último en convenio con la Secretaría de Bienes Nacionales que cuenta con un financiamiento de 85 millones de pesos¹⁹.

La estrategia central del Ministerio de Bienes Nacionales es la regularización y transferencia de títulos de dominio, en especial a grupos vulnerables entre ellos las comunidades indígenas. En San Pedro de Atacama se destacan inscripciones de terrenos de zona urbana como tierras indígenas en las localidades de El Carmen, Lincabur y Punta de Diamante²⁰. En las zonas rurales el proceso de saneamiento se proyecta financiarlo a partir del 2000 con recursos del Fondo Nacional de Desarrollo Regional FNDR²¹, dado que han sido relevantes los conflictos de

¹⁷ Thierry Givois, co-director internacional CEE Proyecto Chile Norte, enero de 2000

¹⁸ Corporación Nacional de Desarrollo Indígena (Ley 19.253, promulgada el 28.09.1993)

¹⁹ 19-01-2000 entrevista GEOFUN a coordinador CONADI II Región, Aldo Barrales

²⁰ Entrevista de GEOFUN a Olga Aguilar, encargada Unidad Control de Gestión Secretaría Bienes Nacionales II Región. 20-01-2000.

²¹ El FNDR el principal instrumento financiero, mediante el cual el Gobierno transfiere recursos fiscales a cada una de las regiones, para la materialización de proyectos y obras de desarrollo regional y local, su selección dependerá de la priorización realizada por el CORE. La administración corresponde a la Subsecretaría de Desarrollo Regional y Administrativo.

herencias y sucesiones entre vecinos y habitantes de comunidades, ámbitos en donde Bienes Nacionales no tiene actualmente atribuciones ni programas especiales.

Para el 2000 la CONADI en coordinación con la Secretaría de Bienes Nacionales proyecta la regularización y transferencia de títulos comunitarios y sitios arqueológicos en la Aldea Tolor, y los Pucará de Quito, Lasana y Chiu Chiu, estos últimos en Calama.

6.3.1.6 Educación

En cuanto a programas de educación, se destaca el proyecto Educación y Cultura Indígena, el que se implementa en el marco de la Reforma Educacional del MINEDUC y se orienta a programas de educación escolar intercultural bilingüe, para esta iniciativa se cuenta con un financiamiento de 23 millones de pesos.

En San Pedro de Atacama se cuenta con un Liceo Técnico Agrícola, lo que ha permitido en cierta forma disminuir el proceso de migración de jóvenes por educación a Calama, Antofagasta e Iquique. La relevancia de la apertura de este establecimiento educacional, es que ha permitido la articulación de las innovaciones tecnológicas con el empleo y apoyo agrícola de jóvenes de la zona.

6.3.1.7 Otros Programas y Proyectos Públicos y Municipales

El año 1999 el Gobierno Regional de Antofagasta estableció a la comuna de San Pedro de Atacama como un área de desarrollo indígena ADI denominada "Atacama la Grande", para lo cual constituyó un consejo interministerial donde participan el Intendente, la Gobernación Provincial, la Secretaría Regional de Planificación SERPLAC, la Municipalidad y 13 presidentes de comunidades indígenas. El objetivo de esta coordinación es la focalización de recursos públicos para desarrollar programas y proyectos en la ADI, respetando la identidad cultural y productiva de la zona.

Dentro de las actividades realizadas por esta comisión, estuvo el levantamiento de una línea base de desarrollo, lo que permitió diseñar un Programa de Intervención Turística promovido por SERNATUR II Región.

La municipalidad de San Pedro le ha otorgado vital importancia al desarrollo productivo agrícola entendiendo que la comuna es una zona fundamentalmente rural, para lo cual dentro de sus estrategias proyecta transformar la tendencia de la agricultura de subsistencia por una más rentable y competitiva que permita abastecer de productos al mercado local ²², en el marco de estas iniciativas se coordinan los esfuerzos con el Liceo Agrícola, el municipio (Depto.Silvoagropecuario) y organismos públicos como FOSIS, SENCE, Dirección de Obras Hidráulicas e INDAP.

²² Entrevista GEOFUN a Juan Pereira, Alcalde subrogante de la comuna de San Pedro de Atacama. 17-01-2000

En cuanto a la presencia de programas sociales, se destaca el PMJH (Programa Mujeres Jefas de Hogar) del Servicio Nacional de la Mujer SERNAM que se ejecuta desde el año 1998 y beneficia a un total de 48 mujeres y tiene como objetivo facilitar el ingreso de la mujer al mundo laboral por cuenta propia o asalariado.

Finalmente se destaca la existencia de los programas subsidiarios tradicionales de salud y vivienda, gestionados por la municipalidad en coordinación con el SERVIU y el Servicio de Salud Antofagasta.

6.3.1.8 Turismo Rural

De acuerdo a la información de los entrevistados en la comuna de San Pedro de Atacama, el 90% de ellos, asegura que no ha trabajado nunca en turismo rural, el resto se ha desempeñado en áreas de servicios tales como albañilería u obrero de la construcción de hoteles e infraestructura turística. El 75% manifiesta que estaría dispuesto a trabajar en el rubro siempre y cuando éste fuera rentable.

Las percepciones positivas existentes respecto al turismo rural son que éste es bueno porque produce un aumento en el empleo directo e indirecto y por lo tanto en la generación de ingresos económicos, produciéndose un incremento del consumo de productos y servicios de la zona motivado por el importante contingente de turistas que llega a San Pedro. Asimismo el ser un sector turístico ha permitido el mejoramiento de servicios como la movilización, telefonía e infraestructura vial de y hacia San Pedro.

En cuanto a los aspectos negativos planteados, se destaca el discurso de que es un rubro conveniente solamente para quienes otorgan servicios de hotelería y camping, pero no sería un rubro rentable para los campesinos y la agricultura "que siguen igual". Por otra parte se observa la percepción de que "todo es menos tranquilo que antes", que el turismo ha producido muchos cambios en cuanto al estilo de vida, al tráfico de automóviles, al levantamiento de polvo, al ruido, la basura etc y lo más relevante ha producido cambios respecto a conductas y comportamientos sociales, incorporando estilos de vida ajenos a la comunidad local donde muchos de ellos mismos tienen la lectura como de "malas costumbres" etc.

CUADRO 6.3.1.8-1
 POTENCIALIDADES Y DIFICULTADES PARA EL TURISMO RURAL Y AGROTURISMO ¹

LOCALIDAD	POTENCIALIDADES	DIFICULTADES	RECURSOS/HISTORICOS/NATURALES
SAN PEDRO Y CALAMA (Ayllus)	-Existencia de potencial arquitectónico, faunístico y paisajístico inherente a la zona.	-Perjuicios materiales y sociales, deterioro de la convivencia entre los habitantes, que tendrían su origen en el acelerado y crecimiento del turismo en el lugar.	-Museo Arqueológico Padre Le Paige, San Pedro.
SOLOR	-Disponibilidad de Infraestructura y servicios básicos para atención del turista.	-Impacto sobre las costumbres y formas de convivencia entre los habitantes de, situación que ha sido particularmente perjudicial para la juventud.	-Aguas termales de Puritama
QUITOR	-Turismo como fuente alternativa al empleo local asalariado y por cuenta propia.	-Aparición de problemas sociales emergentes como la drogadicción.	-Valle de La Luna
COYO	-Población local con actitud receptiva frente al turismo, pese a la migración permanente hacia los centros urbanos.	-Suspensión de polvo afecta la salud de los niños y ancianos.	-Tatio
LARACHE	-Potencialidad de desarrollar el agroturismo: mostrar los procesos productivos agrícolas tradicionales, de parte de los propios agricultores.	-Perjuicios naturales, impacto negativo en plantas y animales. Daño al ambiente por la gran cantidad de polvo en suspensión provocada por el tránsito de vehículos que circulan por la localidad y sus caminos aledaños.	-Turismo Laguna: Tabanquiche, Secar, loma, con flamencos en el Salar de Atacama.
SEQUITOR	-Producción y comercialización de artesanías tradicionales.	-Gran cantidad desperdicios y basura que se depositan en los lugares visitados.	-Visitas a los ayllus
BETER	-Personas preparadas en temas patrimoniales y culturales de la zona que permiten contar con guías turísticos bien informados.	-Carencia de infraestructura sanitaria (baños públicos), lo que afecta la salubridad pública y emisión de olores.	-Visitas a los huertos y preparación y venta de comida típica
CUCUTER	-Potencialidades para desarrollar el turismo aventura y eco-turismo.	-Perjuicios en el empleo, se expresa en la fuerte inversión privada en mega proyectos hoteleros, se contrata mano de obra local a bajo costo y mecanismos informales.	-El pueblo de Peine Viejo con pinturas rupestres, las canteras líticas de Tulan.
CATARPE			-Piscina estanque cuya aguas mantienen una temperatura promedio de no más de 28° C.
VILAMA			-Iglesias de San Pedro, Solor, Peine, Socaire, Camar, Talabre Viejo, Toconao, Chiu-Chiu
POCONCHE			-Centro cultural artesanal
TULOR			-Gentilar de Cuno en Socaire
TCHECAR			-Lagunas Miscante, Meñique y Legía.
YAYE			-Quebradas de Paicara, Turvaca, Querico, Tumiza, Chachacastor, Pepina, Ayana y Camar.
SAN PEDRO Y CALAMA			
PEINE			-Pueblo Ruina de Talabre: Construcciones urbanas histórico Colonial.
SOCAIRE			

¹ Entrevistas semi-estructuradas GEOFUN y encuestas realizadas por GIA San Pedro de Atacama y Calama 1999.

CUADRO 6.3.1.8-1 (continuación)
 POTENCIALIDADES Y DIFICULTADES PARA EL TURISMO RURAL Y AGROTURISMO ¹

LOCALIDAD	POTENCIALIDADES	DIFICULTADES	RECURSOS/HISTORICOS/NATURALES
CAMAR		social.	-Pukará de Zapar, las pinturas, los gentilares y el camino del inca, termas de Ecar
MACHUCA		-La producción agrícola con bajos volúmenes y calidad, no permite competir con los grandes mercados de hortalizas y frutas que llegan a Antofagasta.	-Pictografías de la quebrada de Jere, -Cementerio Toconao Oriente y los silos.
TALABRE			
TOCONAO			-Pukara Chiu-Chiu
QUITOR			-Pukara y Museo de Quito
SOLOR			-Pintura rupestre de Catarpe
COYO			-Volcanes de Lincabur, Láscar, Aucalquincha y Ollagüe
CHIU-CHIU			-Agua termales del volcán Olca; los salares de Ascotán y Carcote; la localidad de Coska y sus festividades; los miradores Santa Cecilia y La Chilena localizados en los faldeos del volcán Ollagüe
COPOR			-Recursos faunísticos: camélidos, guanaco, vicuña, vizcacha, llamo, sure, flamenco, topos (chululo), vicuñas, guayatas, perdices, zorros, gato montés, lechuza, pato, gorrión, golondrina, tórtola, tiuque, codorníz, tucor, llale, halcón, águila, peuco.
AYQUINA			Fauna domesticada: encontramos el vacuno, caballo, burro y la mula.
CONCHI Y OLLAGUE.			-Recursos florísticos.: Algarrobo, Peral, Brea, Rosa silvestre, retamo, laurel, manzanilla, Gladiolo, Crisantemo, Pino, Mirasol, Copa-Copa, Pingo-Pingo, Lampalla, Chuquicán, Añahua, Verbena, Pupusa, Rica-Rica y tolilla
		-Yerbas Medicinales como la ruda, Bailahuen, Brea, Yerba Buena, Ajenjo, Menta, Toronjil, Cuyano y Llantén.	

6.3.2 Situación Actual de Calama

De acuerdo a las entrevistas realizadas a productores agrícolas y propietarios de tierras en la comuna de Calama los resultados obtenidos son los siguientes:

6.3.2.1 Empleo y Desarrollo Productivo

A pesar de que el 90% de los entrevistados son propietarios de tierras en un promedio de 2 has, las principales fuentes de ingresos planteadas son la minería y servicios, siendo relevante como fuente de ingreso económico la jubilación de ex-trabajadores de la empresa CODELCO.

La agricultura se destaca como un rubro complementario en tiempo destinado y generación de recursos provenientes de esta actividad que es principalmente autoconsumo familiar, produciéndose principalmente alfalfa y maíz. El INDAP como institución pública del agro se conoce relativamente por la mitad de los entrevistados quienes afirman su participación en capacitaciones sobre:

- Cultivo de Maíz y Alfalfa
- Aplicación de Fertilizantes y Desinfección

Sólo dos de los entrevistados ha solicitado alguna vez algún crédito productivo INDAP para adquirir insumos y semillas y para maquinaria agrícola.

6.3.2.2 Programas del Instituto de Desarrollo Agropecuario INDAP

En la comuna de Calama no existe convenio con el INDAP, sin embargo se cuenta con un Departamento Andino en la Municipalidad, el cual se orienta al trabajo con agricultores a pesar de ser una comuna eminentemente urbana. En Calama la agricultura es principalmente de carácter comercial y de abastecimiento de los mercados regionales, cultivándose alrededor de 700 has. de hortalizas y frutales con riego de aguas servidas crudas. La actividad agrícola es llevada a cabo en las riveras del Río Loa desde muchos años antes de la aparición de los yacimientos mineros.

La comuna de Calama cuenta con 14 comunidades de agua, asociaciones de agricultores y juntas de regantes, los principales problemas que enfrentan son la calidad y cantidad de las aguas provenientes de los ríos Loa y Salado destinada a la producción de subsistencia. Se estima en la zona existen 250 agricultores, pero sólo 50 se dedican exclusivamente a la agricultura.

CUADRO 6.3.2.2-1
PROGRAMAS DEL INDAP 1999

PROGRAMA	LOCALIDAD	RUBRO	Nº USUARIOS
SAL	Caspana	Hortalizas, flores y tunas	7
SAP	Chiu Chiu ²⁴	Zanahorias	29
SAP	Chiu Chiu	Hortalizas bajo Plástico	5
Suelos Degradados ²⁵	Chunchui Yalquincha Topater	Recuperación y conservación de la fertilidad de los suelos.	
Turismo Rural ²⁶	Caspana	Estudios Diversificación productiva rubros innovadores. Inversión de \$ 6.000.000	
Riego Campesino	Ayquina Turi Caspana Chiu Chiu Lasana Licantatay	Infraestructura de riego, intra y extra-predial. Ley 18.450	

De acuerdo al INDAP²⁷ los principales problemas organizacionales existentes en los productores son:

- Conflictos entre los dirigentes y socios de las organizaciones de agrícolas y de regantes
- Problemas organizacionales en el manejo de las aguas
- Debilidades en la toma de decisiones en la organización a pesar de las capacitaciones realizadas.

En tanto los agricultores entrevistados quienes pertenecen a las comunidades de Regantes de Berna, Coronel Bilbao, Cerro Negro y Chañar y algunos de ellos son socios de la Asociación Agrícola de Cerro Negro y de las Juntas de Vecinos locales, manifiestan que dentro de los principales conflictos se destacan:

²⁴ En la actualidad en Chiu Chiu residen en forma permanente 250 familias. Es un pueblo que vive básicamente de la actividad agrícola y en menor grado de la ganadería, se cultivan unas 170 ha, siendo las hortalizas el rubro principal (zanahorias, betarragas, cebollines, ajos, cebollas, etc.). En décadas pasadas los principales cultivos eran el trigo, el maíz, la quinoa y la alfalfa. El pastoreo de camélidos continua siendo una práctica productiva que da sustento a las familias del lugar, aunque su número se ha reducido significativamente los últimos 10 años.

²⁵ Es un servicio de desarrollo tecnológico del INDAP que pretende fomentar la recuperación de suelos particularmente aquellos afectados por la acidificación, el empobrecimiento de sus contenidos de fósforo libre y también aquellos suelos cuya fragilidad hace conveniente disponer de una cobertura vegetal permanente incluyendo fertilización, enmiendas calcáreas y regeneración de praderas.

²⁶ Programa del INDAP que tiene como objetivo apoyar a los pequeños productores y sus organizaciones en el desarrollo de iniciativas turísticas como alternativas de negocio y diversificación de productos agrícolas. Se contempla además la realización de estudios y asesorías. Para ser usuario de estos beneficios la localidad debe contar con recursos paisajísticos, arquitectónicos y arqueológicos básicos.

²⁷ Op.Cit. Entrevista Director INDAP II Región de Antofagasta, enero de 2000.

Falta de participación, protagonismo y compromiso, desinterés, ausentismo a reuniones, comodidad y desunión entre los socios, esto motivado principalmente por dos factores:

La falta de interés por el rubro agrícola el que no es rentable por que hay poca dedicación, especialización y diversificación y por la falta de apoyo estatal en asistencia técnica. Las consecuencias de estos conflictos afectan directamente la distribución de las aguas, la calidad y rendimiento del producto y la comercialización a bajos precios y sin poder de negociación.

Los agricultores manifiestan que el INDAP es un mero ejecutor de programas y no un promotor de políticas ni estrategias productivas, no cuenta con equipos técnicos en terreno que apoyen la producción ni el fortalecimiento organizacional, como también se carece de infraestructura productiva. Finalmente manifiestan que se destinan importantes recursos para estudios que no tienen efectos prácticos posteriores.

6.3.2.3 Presencia de Otras Instituciones Públicas

En cuanto a otras instituciones que tienen injerencia en el desarrollo productivo de Calama, el Gobierno Regional GORE ha promovido la creación de un Comité de Sustentabilidad del Oasis que incluye el crecimiento de áreas verdes, arborización de la ciudad y tratamiento de aguas servidas en cuatro localidades: Chunchui Alto, Cerro Negro, Verdes Campiñas y Licantatay, cuenta con 120 usuarios para desarrollar el proyecto en 70 has. De desarrollarse con éxito esta iniciativa se proyecta el aumento de 180 a 200 litros de agua, de los cuales 50 podrían destinarse al uso agrícola aproximadamente 300 has. en Cerro Negro, zona donde se produce alfalfa, maíz y flores, las que se riegan con aguas servidas crudas y son supervisadas por el Servicio de Salud y comercializadas en Calama y Antofagasta²⁸. Lo anterior permitirá tecnificar el riego y diversificar la producción agrícola en la zona

Durante el primer semestre del año 2000 ESSAN²⁹ realizará una licitación internacional para la instalación de un sistema de tratamiento de las aguas servidas con el fin de proteger el oasis de Calama.

Se puede decir que el GORE de la II Región ha considerado prioritario el tema agrícola, especialmente lo relativo al acceso y distribución del recurso hídrico y al uso de aguas tratadas. Junto a las licitaciones internacionales y proyectos, se contempla realizar un estudio de factibilidad para la construcción de un tranque.

²⁸ Entrevista de GEOFUN a Fabiana Flores Unidad de Gestión Productiva del GORE II Región de Antofagasta 18-01-2000

²⁹ Empresa de Servicios Sanitarios de Antofagasta.

6.3.2.4 Proyectos Productivos de Cooperación Internacional

Al igual que en la comuna de San Pedro, en Calama el Proyecto Chile Norte se desarrolló en los rubros de floricultura y hortalizas. A diferencia de San Pedro, en Calama no pudieron establecerse vínculos fortalecidos con la municipalidad que permitieran dar continuidad al desarrollo agrícola desde las propias estructuras municipales.

6.3.2.5 Saneamiento de Tierras

En Calama se desarrolla el convenio entre Bienes Nacionales orientado a la regularización de títulos de dominio, donde para el 2000 se priorizará las localidades de Chiu-Chiu, Cachi Viejo, Verdes Campiñas, Cerro Negro y Licantatay, en esta última se proyecta el traspaso de la CONADI de 58,7 hectáreas para posteriormente ser asignadas a la Asociación Indígena, ya que los habitantes de la zona provenientes en la mayoría de localidades del interior, viven actualmente en terrenos fiscales²⁹.

En cuanto a la CONADI, junto con los planes de coordinación con Bienes Nacionales, como institución se plantea promover la disminución de la emigración de la población indígena de la zona especialmente en comunidades como Chiu-Chiu, Caspana, Río Grande y Lasana.

6.3.2.6 Turismo Rural

En un estudio realizado recientemente por la Ong Grupo de Investigaciones Agrarias³⁰ se analizó la percepción sobre el turismo que existían en habitantes de Chiu-Chiu, Lasana y Caspana, los resultados fueron los siguientes:

"..La población tiene una opinión relativamente desfavorable respecto a la actividad turística, puesto que consideran que es una actividad que hasta el momento no beneficia directamente a la comunidad. Más aún, el turismo se ha traducido en daños y perjuicios para el pueblo; una muestra clara de ello es la gran cantidad de desperdicios que arrojan los turistas por los distintos lugares por donde transitan..."

Lo anterior se ve afectado por la llegada de turistas a determinadas localidades, lo que está controlado en su gran mayoría por las empresas turísticas, los ingresos provenientes de esta actividad no se reflejan en la comunidad lugareña.

"En la comunidad se han implementado algunas acciones orientadas a hacer de la actividad turística una fuente de ingresos para el pueblo o algunas familias en particular. Por ejemplo, se trató de obtener algún beneficio haciéndose cargo del traslado de la gran cantidad de personas que visitan el pueblo, para lo cual dispusieron de locomoción. La actividad no

²⁹ Entrevista de GEOFUN a María Teresa Aguilar, Dirección Regional de Bienes Nacionales, enero de 2000.

³⁰ Op.Cit. Fondo de las Américas-GIA "Patrimonio Cultural y Natural Atacameño" Dic.1999

resultó debido a que la mayoría de los turistas llegan al pueblo en transportes dispuestos por las empresas de turismo, y los que lo hacen por su cuenta solicitan a vehículos particulares su traslado.."

También se estableció un hotel, pero éste no tiene gran demanda debido a que la gran mayoría de los turistas pernocta en San Pedro de Atacama.

Dentro de las potencialidades turísticas planteadas por los entrevistados, se destacan la Iglesia de Chiu-Chiu, el pukara, el curso del río Loa y la laguna de Chiu Chiu un interesante potencial turístico para la comunidad. A ello se debe agregar el alto potencial existente en el desarrollo de una línea de agroturismo.

"Iniciativas como la venta de comida tradicional y artesanía son consideradas con poco potencial, la primera porque la población que llega al lugar no consume –las empresas turísticas se encargan de proveerlos de alimentos-, y la venta de artesanía es algo que ya está establecido en el pueblo. "

También se presenta la posibilidad de explotar el turismo aventura, pero la población no cree que ello puede tener un desarrollo promisorio en Chiu Chiu.

6.3.3 Situación Actual de Antofagasta

6.3.3.1 Empleo y Desarrollo Productivo

De acuerdo a las entrevistas aplicadas a la muestra de la comuna de Antofagasta, se puede decir que las fuentes principales de empleo es el comercio y la agricultura. A pesar de que los entrevistados son potenciales usuarios de algún proyecto de desarrollo agrícola, éstos claramente no tienen tradición productiva en este rubro, ni relación histórica-económica con la tierra.

Se destaca que la mayoría de ellos son medieros y arrendatarios de tierras, en tanto el resto es propietario, pero se encuentra en proceso de regularización de títulos de dominio.

El empleo en el rubro comercial se destacan las actividades de venta de insumos agrícola, plantas ornamentales, víveres y en general especies de almacén, todas relacionadas con la supervisión de ventas, distribución de productos y atención al cliente. Estas actividades son compartidas con la agricultura en producción de volúmenes bajos y también para autoconsumo.

La principal zona agrícola en Antofagasta es el sector de La Chimba y el km. 12, donde se cultivan un promedio de 0,5 hectáreas por cada parcelero, principalmente con hortalizas regadas con aguas servidas tratadas las que se comercializan en el mercado local. Se estima la existencia de 50 parceleros³².

³² Op.Cit. INDAP

En el sector de La Chimba existe una fuerte morosidad crediticia con INDAP debido a los temporales y lluvias que afectaron la zona el año 1999.

6.3.3.2 Programas del Instituto de Desarrollo Agropecuario INDAP

En la comuna de Antofagasta el INDAP está llevando a cabo dos programas actualmente en La Chimba y el Km.12. En el Sector de La Chimba, se esta llevando a cabo un proyecto de expansión de tierras agrícolas en una extensión de 600 hectáreas.

Los proyectos desarrollados por el INDAP en la comuna de Antofagasta durante 1999 son ³³:

CUADRO 6.3.3.2-1
PROGRAMAS DEL INDAP 1999

Programa	Localidad	Rubro	Nº Usuarios
SAP ³⁴	La Chimba	Hortalizas	11
Riego Campesino	La Chimba Km 12	Infraestructura y sistemas de riego	

6.3.3.3 Organizaciones de Productores y Regantes

Las organizaciones de productores existentes es la Asociación Gremial de Pequeños Productores de La Chimba y la Sociedad Agrícola El Desierto, recientemente constituida en enero de 2000 y que cuenta con 11 socios.

Dentro de los principales problemas existentes en la organizaciones planteados por el INDAP, están los conflictos en la toma de decisiones y el individualismo de los socios, situaciones que se agudizan por el alto costo del agua, sin embargo en términos generales la evaluación de las organizaciones es satisfactoria. Por otra parte los productores entrevistados manifiestan que los principales problemas de la organización son:

- La falta de participación y compromiso de los socios con la organización
- La falta de credibilidad entre los propios socios y la directiva.

6.3.3.4 Saneamiento de Tierras

En el sector de La Chimba la secretaría regional de Bienes Nacionales actualmente se encuentra realizando un catastro de residentes ³⁵.

³³ Op.Cit. 18-01-2000 entrevista GEOFUN, Antofagasta

³⁴ Op.Cit. Servicio de Asesorías a Proyectos.

³⁵ Entrevista de GEOFUN a Patricia Vergara, urbanista Bienes Nacionales II Región. Enero de 2000.

6.3.4 Situación Actual de Baquedano³⁶

6.3.4.1 Ubicación

La localidad de Baquedano pertenece a la comuna de Sierra Gorda II Región de Antofagasta, está ubicada en los 23°20'S y los 69°50'W, hacia el oeste del territorio comunal. Se encuentra localizada en extensos sectores planiformes de la depresión intermedia, dominados por el clima de desierto absoluto interior con casi nula ocurrencia de precipitaciones. Por ello, las características más importantes del medio físico radican en la gran amplitud térmica diaria, la extrema aridez del medio, la salinidad del suelo y los procesos eólicos.

Tanto Baquedano como Sierra Gorda se encuentran a distancias similares de las dos principales ciudades de la región: Antofagasta, a 100 Km aproximadamente al suroeste de Baquedano; y Calama, aproximadamente a 100 Km al noreste de Sierra Gorda.

Las limitantes de crecimiento poblacional de la zona se refieren fundamentalmente al contexto de extrema aridez y la falta de dotación de agua potable.

6.3.4.2 Análisis Demográfico

La comuna de Sierra Gorda registraba en 1992, una población de 1.425 habitantes, el 0,35% del total regional, y cuenta con una superficie de 13.062 K", ocupando el 10,3% de la superficie regional. La tasa de crecimiento se expresa como un indicador positivo tanto para la comuna como para las localidades, porque indica que sus recursos humanos, después de una fuerte emigración (décadas 60-70), registran una tendencia a permanecer en esta zona geográfica.

Si bien Baquedano posee el mayor peso demográfico, esta localidad se ha despoblado casi en un 50% desde el año 1960.

CUADRO 6.3.4.2-1
EVOLUCIÓN DE LA POBLACIÓN Y TASAS DE CRECIMIENTO INTERCENSAL EN LOCALIDADES POBLADAS. COMUNA DE SIERRA GORDA

Localidad	1960	t.c 60-70	1970	t.c 70-82	1982	t.c 82-92	1992
Baquedano	1.076	-1.95	883	-5.35	456	1.26	517
Sierra Gorda	126	-1.71	106	5.07	192	4.04	309

Fuente: INE, 1960, 1970, 1982, 1992.

6.3.4.3 Composición por Sexo y Estructura Etárea

La comuna presenta una estructura por sexo donde predominan los hombres; en efecto, en 1992, por cada 100 mujeres vivían 258 hombres. Esta situación se explica por la presencia del sector minero en la estructura productiva comunal.

³⁶ Plan Regulador de la Comuna de Sierra Gorda. ECO Services Consultores, Julio 1999

La encuesta aplicada en febrero de 1999³⁷, señala que en los 162 hogares encuestados residen habitualmente 299 hombres y 313 mujeres. En Baquedano la población masculina es del 46,24%.

Baquedano presenta una estructura donde la población de niños y jóvenes es bastante superior a la media comunal. La estructura por edad de las mujeres en Baquedano es progresiva, con aumentos significativos en los tramos de edad entre 0 y 5 años y entre 21 y 30. También se presenta un incremento entre los 36 y 50 años. Se podría decir en forma preliminar que se produce una inmigración importante de mujeres entre 21 y 30 años a Baquedano, las cuales han tenido hijos en dicha localidad.

Un comportamiento distinto presente la estructura por edad de los hombres, donde existe un decrecimiento más constante, con una depresión en el grupo etáreo de 16-20 años en Baquedano.

6.3.4.4 Migraciones

Baquedano, a pesar de contar con un importante contingente de habitantes de origen extra regional, muestra porcentajes superiores al 30% de población nacida en la comuna, lo que se debería reflejar en un mayor nivel de arraigo e identidad espacial.

Por otra parte existe un cierto cambio en el patrón espacial del origen de la población en lo referido a migraciones de tipo "corto plazo" (5 años). En efecto menos más de un 40% de los habitantes de la comuna reconocieron habitar en ella 5 años antes de realizado el último censo de población y vivienda, destacando la localidad de Baquedano con una cifra cercana al 70%.

6.3.4.5 Estructura Socioeconómica³⁸

Al realizar un análisis sobre la población económicamente activa comunal se puede señalar que Sierra Gorda registra una fuerte incidencia de la industria manufacturera y la minería, actividades estrechamente ligadas.

En la comuna predomina (sobre un 70%), la población que se desempeña como operarios de instalaciones, artes mecánicas, etc. y los obreros no calificados, todas ellas actividades altamente complementarias con el sector minero, extractivo.

En una encuesta realizada en Baquedano a 99 personas, se concluyó que el 47,1% se encuentran ocupadas en Comercio (35,4%), y por la categoría Servicios Comunales y Personales. Lo que indica que en la actualidad, la actividad económica en la localidad de Baquedano se orienta al comercio y servicios.

³⁷ REDATAM

³⁸ Plan de Desarrollo Comunal LADECO Municipalidad de Sierra Gorda

CUADRO 6.3.4.5-1
POBLACIÓN ECONÓMICAMENTE ACTIVA, POR GIRO DE ACTIVIDAD ECONÓMICA
1992, COMUNA DE SIERRA GORDA

ACTIVIDAD	Nº PERSONAS	%
Agricultura, ganadería, caza y avicultura	1	0,11
Explotación de minas y canteras	253	28,82
Industria manufacturera	272	30,98
Construcción	56	6,38
Comercio mayor y menor	44	5,01
Hoteles, restaurantes	27	3,08
Transporte, almacenamiento	104	11,85
Actividades inmobiliarias, alquileres	46	5,24
Administración pública y defensa	34	3,87
Enseñanza	18	2,05
Actividades de servicios sociales y salud	10	1,14
Hogares privados con servicio doméstico	9	1,03
Buscan trabajo por primera vez	4	0,46
TOTAL	878	100,00

Fuente: PLADECO, 1998

CUADRO 6.3.4.5-2
CONDICIÓN DE OCUPACIÓN DE LA POBLACIÓN, SEGÚN RAMA ECONÓMICA Y LOCALIDAD, 1999. COMUNA DE SIERRA GORDA

RAMA ACTIVIDAD ECONÓMICA	SIERRA GORDA		BAQUEDANO		TOTAL	
	Nº	%	Nº	%	Nº	%
Agricultura, caza, silvicultura y pesca	0	0,00	0	0,00	0	0,00
Explotación de minas y canteras	29	41,43	10	10,10	39	23,08
Industria manufacturera	0	0,00	1	1,01	1	0,59
Electricidad, gas y agua	2	2,86	3	3,03	5	2,96
Construcción	4	5,71	13	13,13	17	10,06
Comercio, restaurantes y hoteles	10	14,29	35	35,35	45	26,63
Transporte, almacenamiento y comunales	7	10,00	14	14,14	21	12,43
Establecimientos financieros y servicios	1	1,43	2	2,02	3	1,78
Servicios comunales sociales y personales	17	24,29	21	21,21	38	22,49
Total	70	100,00	99	100,00	169	100,00

Fuente: Plan Regulador de la Comuna de Sierra Gorda, 1999. Encuesta Demográfica y Socioeconómica

6.3.4.6 Servicios y Ocupación de Territorios

- **Áreas Verdes y Recreacionales:** que implican una superficie total de 2.521 m² en la localidad de Baquedano.
- **Área salud:** Una Posta Rural, que cuenta con un técnico paramédico y un chofer de ambulancia, la posta depende del Departamento de Salud Municipal de Sierra Gorda. Para las atenciones de especialidad (médico general, enfermera, obstetra y odontólogo), se cuenta con un equipo de profesionales que realizan rondas de atención cada 15 días

- **Área educación:** Existe un establecimiento de Educación General Básica (Escuela G-130) que atiende una población escolar de 113 alumnos en niveles de transición mayor hasta octavo básico. Trabajan 8 profesores jornada completa, una educadora de párvulos y tres profesores por horas.

6.3.4.7 Infraestructura Sanitaria

Las Localidades de Sierra Gorda y Baquedano actualmente se abastecen de agua potable desde una aducción que pertenece a la Empresa Ferrocarriles Antofagasta Bolivia (FCAB), y el sistema es íntegramente administrado por la Municipalidad, a través de su aducción llamada Siloli.

Las Conducciones de Agua existentes se detallan en el siguiente cuadro:

CUADRO 6.3.4.7-1
CONDUCCIONES DE AGUA

Nº	NOMBRE	SERVICIO	USO
C-1	Leguena – Topater	ESSAN S.A.	Agua Potable
C-2	Quinchamale-Topater	ESSAN S.A.	Agua Potable
C-3	Linzor-Toconce	ESSAN S.A.	Agua Potable
C-4	Toconce-Topater-Salar del Carmen	ESSAN S.A.	Agua Potable
C-5	Topater- Salar del Carmen	ESSAN S.A.	Agua Potable
C-6	Topater-Tocopilla	ESSAN S.A.	Agua Potable
C-7	Salar del Carrnen-Mejiliones	ESSAN S.A.	Agua Potable
C-8	Agua Verde-taltai	ESSAN S.A.	Agua Potable
C-9	Siloli-San Pedro-Antofagasta	F.C.A.B.	Agua Potable
C-10	Polapi-San Pedro	F.C.A.B.	Agua Potable
C-11	Toconce-Chuquicamata	CODELCO	Agua Industrial
C-12	Inacaliri-Chuquicamata	CODELCO	Agua Potable
C-13	Colana-Ojos de San Pedro	CODELCO	Agua Potable
C-14	Repr. Del salado-Chuquicamata	CODELCO	Agua Potable
C-15	Repr. San Pedro-Chuquicamata	CODELCO	Agua Potable

Fuente: MOP, Dirección General de Aguas

Las Fuentes de Agua Potable según antecedentes del IGM (1 990) son:

- Ríos Toconce y Linzor 490 l/s
- Río Loa en Leguena 500 l/s
- Río Loa en Quinchamale 350 l/s
- Río Siloli 120 l/s

6.3.4.8 **Programa de Inversiones**³⁹

Las inversiones públicas previstas para que se han considerado como prioritarias, son las siguientes:

- Habilitación de un Puerto Seco aledaño a la localidad de Baquedano, en la confluencia de la Ruta 5 y la ruta de unión a Mejillones.
- Mejoramiento del Museo ferroviario y sus accesos peatonales.
- Programa integral de fomento turístico, constituyendo un circuito en torno a los hitos arquitectónicos compuestos por las antiguas oficinas salitreras y otros lugares de interés patrimonial e histórico, el cual deberá incluir el mejoramiento de las instalaciones, accesos, servicios al turismo, etc.

A nivel de localidades, se proponen las siguientes inversiones:

- Ampliación de las plantas de tratamiento de aguas servidas de ambas localidades, suficientes para acoger el crecimiento poblacional previsto.
- Ampliación de las redes de servicios de infraestructura sanitaria.
- Extensión de la red de electricidad.
- Ampliación y mejoramiento de las áreas verdes de cada localidad.
- Mejoramiento de veredas y arborización lineal de calles.
- Pasos peatonales en la vialidad estructurante y mejorar la accesibilidad a puntos de interés turístico, o bien para conectar adecuadamente las distintas zonas contempladas en el Plan.
- Mejoramiento y extensión del equipamiento de cementerios.
- Inversión en el fomento de la agricultura no tradicional derivada del uso del agua de las plantas de tratamiento de aguas servidas.
- Creación de vertederos controlados de residuos domiciliados e industriales.

6.3.4.9 **Potenciales Históricos - Turísticos**

La localidad de Baquedano recibe su nombre en honor al General Baquedano. Este pueblo y municipio de antigua gloria debe su fama al paso del ferrocarril longitudinal del norte ("longino"), construido por el Estado (actual FERRONOR), uniendo tramos de

³⁹ Op.Cit. Plan Regulador ECO Service Consultores, Juiúo 1999.

7. INTERRELACIÓN DE LOS PRODUCTOS DEL ESTUDIO

7.1 ANTECEDENTES

De acuerdo con lo expresado en los términos de referencia para el Diagnóstico y Propuesta de Fomento a la Agricultura Regada en la II Región, la Consultora efectuará un análisis con respecto al grado de interrelación e integración, por territorio local / comunal, entre los proyectos, actividades y servicios prestados por las distintas entidades de desarrollo (presentes en la Región) y el grado en que las distintas medidas se refuerzan mutuamente en una dirección consistente. Todo ello para elaborar las bases de un Plan Regional Priorizado de Gestión Intersectorial y, considerando las fortalezas y debilidades de la Unidad de Gestión de la SEREMI de Agricultura y la de los municipios rurales de la Región, identificar el Objetivo de Desarrollo Agrícola, la Estrategia y los Programas de Desarrollo de la Región de Antofagasta.

Lo anterior constituye la expresión de una intención válida en todas sus partes, pero que no es posible llegar a definir con precisión sin tomar en cuenta las especiales características que se dan en la Región y que determinan situaciones de claro desequilibrio intersectorial, frente al cual el sector agropecuario no resulta favorecido. Entre las particularidades más relevantes de la Región se encuentran las características geográficas y climáticas; la existencia o la ausencia de recursos naturales renovables y no renovables localizados, cuando existen, en zonas dispersas; el gran impacto que genera en la Región la utilización del recurso minero mediante actividades extractivas; la extraordinaria diferencia de aporte al Producto Interno Bruto que presentan los distintos sectores de la economía regional; la concentración poblacional en torno a grandes urbes vinculadas al sector extractivo o de servicios versus la dispersión de la escasa población rural en la cual se hace evidente la alta participación de etnias con culturas distintas.

Aún considerando dichas particularidades, con el fin que las acciones vayan en una dirección consistente, se requiere necesariamente de un marco global de referencia, marco establecido por el Gobierno Regional de la Región de Antofagasta, por medio de la Secretaría Ministerial (SEREMI) de Agricultura, mediante el diseño de una estrategia de desarrollo a corto o mediano plazo, denominada "Estrategia Regional de Desarrollo Agroproductivo - Segunda Región" que resume su oferta de acción en las siguientes propuestas:

- a) Mejorar la capacidad de acceso al mercado agropecuario de los pequeños productores, considerando sistemas asociativos con rubros de mayor rentabilidad e incorporando valor agregado.
- b) Mejorar la productividad y producción de los cultivos actuales y potenciales más rentables de los sectores agrícolas de la II Región, de acuerdo a las exigencias del mercado y criterios de sustentabilidad.
- c) Abastecer con insumos, maquinaria y servicios silvoagropecuarios prioritarios, eficientes y accesibles para todos los productores de la II Región.

- d) Mejorar, por parte de los productores, el manejo alimenticio reproductivo y sanitario del animal en las líneas ganaderas seleccionadas, conforme a exigencias de mercado, utilizando un manejo sostenible de las praderas.
- e) Mejorar la captación, almacenamiento, conducción y distribución y uso del agua de riego.
- f) Proteger las áreas naturales con presencia de nacientes de agua, las formaciones vegetales de interés, tales como tamarugales, vegas, bofedales y las áreas agrícolas y pecuarias.

De estas seis propuestas, dos (a y c) dicen relación con el proceso de comercialización, tanto para la venta como para adquisición de productos, insumos y bienes de producción. En este sentido el rol del Estado es más bien pasivo y asesor, y el éxito de muchas de las acciones dependerá de la capacidad que tengan los productores para organizarse eficientemente. Otras dos (b y d) son de neto corte tecnológico y están por lo tanto vinculadas al quehacer de los organismos de carácter técnico-asistencial-crediticio. Luego existe una propuesta (e) que está dirigida al regadío, desde la captación hasta el uso de este importante y limitado recurso. Y, finalmente, una propuesta (f) que engloba un concepto de protección de cuencas y de ecosistemas frágiles, incluidas las áreas de producción agrícola y pecuaria.

Ahora bien, en el contexto del Proyecto que está en proceso de concreción e implementación, la mayor fuerza de la acción, por no decir la única, está relacionada, por varias vías, con la propuesta e), aunque obviamente existe una interrelación entre el conjunto de medidas que se propone y, por lo tanto, no es posible aislar totalmente unas de otras. No obstante lo señalado, el tratamiento que se dé a las cinco propuestas periféricas, con respecto al proyecto, debe ser subsidiario respecto de la propuesta central.

Es fundamental considerar, para la comprensión de los lineamientos estratégicos de desarrollo que, como se ha dicho, la Región presenta particularidades que la hacen especial en su localización geográfica, en su clima, en la configuración de sus principales centros poblados, en las características de sus habitantes y grupos étnicos y en sus costumbres y manifestaciones culturales, en la existencia y localización de sus recursos naturales y en el dispar desarrollo de los distintos sectores de la economía y su participación en el producto regional.

7.2 MARCO DE REFERENCIA

7.2.1 Condiciones y Características Climáticas

El Altiplano chileno es el margen meridional-occidental del Gran Altiplano Sudamericano Peruano-Boliviano. Como tal, sus características generales tienen igual génesis y dinámica temporal. Sin embargo, su carácter marginal implica una especificidad y una diversidad marcadas. El conjunto de los elementos diferenciadores del Altiplano de la Región de Antofagasta, lo define como un sector transicional entre los dos grandes sistemas climáticos que afectan a gran parte del país.

¿Por qué resulta de interés, en el marco de una propuesta estratégica, referirse a condiciones geográficas que determinan características climáticas especiales en una Región? Porque, en el caso de la Región de Antofagasta, esta caracterización tiene extraordinaria importancia y gran relevancia en el destino de las propuestas que se hagan en torno a la utilización de recursos naturales para la producción agropecuaria, muy especialmente en el empleo de los escasos recursos hídricos disponibles, y por las grandes variaciones en los ciclos climáticos que se presentan entre períodos cercanos.

En la zona costera de clima desértico con nublado abundante y en la zona interior de clima desértico normal, la precipitación media anual es inferior a 5 mm con altísima dispersión interanual y con varios años consecutivos sin precipitación por lo que su aprovechamiento en los escurrimientos es despreciable y sólo permite mantener una vegetación marginal de jaral y tamarugos. En la zona del desierto marginal de altura, sobre la cota 2.500 m (área de Calama), las lluvias adquieren mayor importancia aumentando unos 6 mm en promedio anual por cada 100 m de altura. Estas precipitaciones ocurren en verano (diciembre a marzo). Las precipitaciones anuales tienen una gran variabilidad interanual con un coeficiente de variación cercano a 1, y no presenta tendencia, persistencia o periodicidad. La mayor parte de la precipitación mensual esta constituida por temporales relativamente intensos de uno a tres días de duración que rara vez sobrepasan los 50 mm en 24 horas.

Durante los años 1975, 1984 y 1987, ocurrieron fuertes lluvias seguidas de largos períodos de sequía y luego una serie de años (1983, 1992 y 1993) con inusuales nevazones en la cordillera. Se postula que en el Altiplano de Antofagasta, la presencia del fenómeno "El Niño" implica menores precipitaciones estivales de origen Norte y Este y mayores lluvias invernales, las que, cuando son de origen frontal occidental, pueden causar efectos catastróficos en la costa del Pacífico y grandes nevazones en la cordillera de los Andes. Este hecho pudo comprobarse en el año 1984, al año siguiente del período de mayor actividad del fenómeno El Niño (1982-1983).

Estas condiciones (lluvia invernal y nevazones en la alta cordillera) alimentan las cuencas andinas tanto en invierno como en verano, las que se caracterizan por ser del tipo endorreicas. Es decir, las aguas se desplazan desde sus orígenes hacia las planicies inferiores por cursos bajo la superficie y surgen en depresiones y salares dando origen a bofedales y vegas. Es necesario señalar que, de acuerdo con lo expuesto por varios autores, estas cuencas altoandinas presentan los mayores volúmenes potenciales de aprovechamiento de aguas; sin embargo, los montos de recarga están en función de grandes variaciones de los aportes hídricos, tanto desde un punto de vista temporal como espacial.¹

¹ Romero H., Rivera A. y Fernández P., 1993. Climatología de la Puna de Atacama y su relación con los recursos hídricos. Actas del II Simposio Internacional de Estudios Altiplánicos, Arica Chile 1993. Universidad de Chile, Vicerrectoría Académica y Estudiantil 1997.

7.2.2 Los Sectores Económicos

Las condiciones naturales de la Región, la distribución de sus recursos y la presencia de etnias prehispanas, determinan que en Antofagasta prevalezcan y cohabiten dos estilos de vida. Una, la de los sectores costeros cuya expresión más clara es la ciudad de Antofagasta y, en menor grado, los puertos de Tocopilla y Mejillones. Estas ciudades presentan un desarrollo urbano importante basado en la industria minera y los servicios anexos, y se encuentran en permanente expansión y en crecimiento. Otro centro urbano de importancia, aunque distante de la costa pero sin estar incluido en el altiplano andino, es la ciudad de Calama ligada estrechamente al desarrollo de la mina de Chuquicamata y futuro hogar de los mineros que aun habitan en este mineral y, posiblemente, los de otra mina cercana.

En contraste con este desarrollo originado, primordialmente, en la actividad minera cuprífera y en los servicios que ella demanda, se presenta la dinámica económica de los sectores altiplánicos, que se localiza en algunos centros poblados en torno al desarrollo de pequeños oasis, donde la actividad principal es la agrícola y pastoril. En el caso de la actividad pastoril, las características climáticas e hidrológicas de la Región, hacen que muchos de sus cultores hayan asumido la transhumancia como forma de vida. Entre aquellos centros poblados destaca San Pedro de Atacama, que constituye un asentamiento permanente y en el que sus habitantes desarrollan su actividad económica.

La situación de otros pueblos en el área del Salar, no incluidos en el presente estudio, como Toconao, Cámar, Socaire, Talabre y Peine no varía sustancialmente respecto del estado de la producción agrícola y pastoril señalada anteriormente, la que puede calificarse de subsistencia. En estas localidades viven unas 225 familias, que ocupan alrededor de 400 hectáreas destinadas a la producción agropecuaria.

La economía regional, como se ha señalado en capítulos anteriores, se basa principalmente en la generación de riqueza que se obtiene del sector primario (extractivo), y dentro de él, de la minería. En efecto, la actividad económica de mayor relevancia es la basada en la extracción de mineral y obtención de cobre, con el 60% del PIB Regional. Las actividades manufactureras y de servicios presentes en la Región, giran en torno a actividades extractivas, como son la minería y la pesca.

CUADRO 7.2.2-1
PRODUCTO INTERNO BRUTO POR CLASE DE ACTIVIDAD ECONÓMICA
(cada tres años) (millones de pesos de 1986)

ESPECIFICACIÓN	1985	1988	1991	1994	1996
Agropecuario-Silvícola	406	438	506	467	474
Pesca	1.872	3.213	1.942	4.603	2.798
Minería	131.794	132.547	201.434	214.451	294.705
Industria Manufacturera	13.290	16.520	18.273	24.164	25.529
Electricidad, Gas, y Agua	4.500	9.454	16.261	20.585	27.289
Construcción	6.408	11.257	7.063	20.099	30.685
Comercio, Restaurantes y Hoteles	8.747	10.767	12.557	16.313	19.832
Transporte y Comunicaciones	12.867	13.697	17.552	21.517	28.403
Servicios Financieros (1)	5.674	7.299	10.523	13.803	17.110
Propiedad de Vivienda	6.745	6.898	7.284	7.828	8.282
Servicios Personales (2)	12.460	13.987	16.247	17.791	19.920
Administración Pública	5.042	5.045	4.907	4.921	5.089
Menos: Imputaciones Bancarias	- 1.124	- 1.594	- 3.261	- 6.432	- 8.739
Producto Interno Bruto	208.681	229.528	311.288	360.110	471.377

(1) Incluye servicios financieros, seguros, arriendo de inmuebles y servicios prestados a empresas.

(2) Incluye educación y salud públicas y privadas y otros servicios.

Fuente: Banco Central de Chile

Como se aprecia en el cuadro anterior, la agricultura, como actividad productiva, tiene una importancia muy relativa y una baja participación en el PIB Regional (0,10%). El valor bruto de su producción, considerando 12 años de antecedentes (1985 - 1996), se mantiene casi invariable con un promedio de \$ 456 millones; sin embargo, como resultado del incremento sostenido de los otros sectores, su participación ha bajado del 0,19% en 1985 al 0,10 en 1996. Con la sola excepción del año 1987, en que por efecto de una caída del producto global y un incremento del 4,5% del valor de la producción agropecuaria el producto sube a un 0,20%, en el resto de la serie la declinación es continua y permanente.

Adicionalmente a lo anterior, el sector agropecuario y silvícola es pequeño, tanto en cuanto a la extensión destinada a dicha producción, como a la población vinculada a la actividad. En efecto, la superficie total que ocupa la producción agropecuaria llega sólo a unas 3.500 hectáreas, en las que se asientan alrededor de 1.200 familias. El 97% de esta superficie (3.400 hectáreas), está localizado principalmente en oasis, vegas y bofedales de la parte intermedia y altiplánica en la que viven y desarrollan la actividad productiva unas 1.070 familias. Las áreas con suelos destinados a la producción agrícola ubicados en el litoral o las partes más bajas de la Región, sólo representan un 3% de la superficie señalada e incluyen al 11% de las familias de productores agrícolas.

Si bien la actividad agrícola, en términos de impacto económico, participación en el Producto Regional, superficie ocupada y población involucrada en ella, no tiene una incidencia ni siquiera modesta, presenta características muy especiales en cuanto a una parte de la población que desarrolla esa tarea. Salvo por lo que ocurre en las vegas de Calama, los agricultores del sector intermedio y altiplánico forman parte de la porción poblacional tradicional, sobre todo en *el altiplano*, y está muy vinculada a grupos étnicos autóctonos, principalmente atacameños y algunos aymaras, entre los cuales, más que una actividad económica, la agricultura constituye

una forma de vida.

En este sentido, es importante establecer una estrategia de desarrollo del sector, pues su implementación a través de programas y proyectos afectará una actividad de características económicas relativas, pero de substancial impacto étnico-social. Si bien esta característica se presenta sólo en una de las cuatro comunas comprendidas en el estudio, su condición es común en varias otras localidades no incluidas en el Proyecto, por lo que a futuro pueden obtenerse experiencias válidas para aplicarlas a otros grupos que presentan condiciones similares.

7.2.3 La Competencia por Uso del Agua

Conforme con los antecedentes generales que se han señalado sobre la Región (clima, hidrología, historia y costumbres, etc.), la problemática actual en relación con el uso de los recursos hídricos radica en el conflicto (actual y potencial) entre la demanda generada y los demandantes de agua en permanente incremento, y la oferta, que sigue un patrón irregular lo que la hace muy variable y, en algunos años, escasa.

La demanda surge de la necesidad de uso y consumo de diversos sectores de la Región, ya sea para la estabilización o implantación de procesos productivos o para satisfacer las necesidades de los asentamientos poblados. Los sectores demandantes pueden resumirse en los siguientes:

- Demanda para procesos industriales mineros y no mineros.
- Demanda para consumo urbano.
- Demanda para uso agrícola
- Demanda para la bebida y para uso agrícola de las comunidades altiplánicas

La demanda, en litros/segundo, al año 1990, y su proyección al 2000, de acuerdo a lo señalado en un estudio especializado, es la siguiente:

CUADRO 7.2.3-1
DEMANDA DE AGUA AL AÑO 1990 Y PROYECCIÓN AL 2000
(lts/seg)

SECTOR	AÑO 1990	PROYECCIÓN AÑO 2000
Minero-industrial	2.833	6.065
Urbano (1)	1.003	1.055
Agricultura (2)	6.793	S/D
Comunidades altiplánicas	Satisfacción local	Satisfacción local

(1) Incluye Antofagasta, Mejillones, Calama, Tocopilla, María Elena, Pedro de Valdivia y Coya Sur.

(2) Incluye la hoyo del Río Loa y la hoyo del Salar de Atacama, junto a otras extracciones menores.

Fuente: Climatología de la Puna de Atacama y su relación con los recursos hídricos. Actas del II Simposio Internacional de Estudios Altiplánicos, (1993)

Ante esta demanda hay una oferta limitada que puede separarse en dos grandes áreas geográficas:

- a) la oferta del recurso hídrico que escurre hacia el Océano Pacífico y que proviene exclusivamente del río Loa y sus afluentes más importantes los ríos San Pedro Inacaliri², Salado y San Salvador; y
- b) la que corre hacia el Salar de Atacama, constituida por el río San Pedro, que recibe, principalmente, aguas de los ríos Putana³ y Vilama.

Adicionalmente existen sectores en el altiplano donde las comunidades atacameñas obtienen agua para la bebida de fuentes menores, constituidas por vegas, bofedales y pequeñas quebradas, pero que en general no constituyen aportantes de importancia en el conjunto.

Dentro de las limitantes distintivas de la Región, que cabe señalar por su incidencia en todos los aspectos de la vida de los pobladores y en el uso de sus recursos naturales, está la situación, casi única en el país, que genera la alta presencia de arsénico (y otros elementos) en distintas formas, tanto en el aire como en la tierra; pero principalmente en el agua, y como secuela, en muchas plantas naturales y cultivadas que lo concentran en distintas partes de su estructura, y en algunos animales domésticos.

Con respecto a las características químicas, las aguas de los ríos de la Región de Antofagasta, especialmente el Loa y el San Pedro, tienen un alto contenido de diversos componentes tóxicos, principalmente arsénico y boro, que provienen de las rocas volcánicas, fundamentalmente en áreas de volcanismo latente activo. Las aguas subterráneas presentan similares características, también con altos índices de arsénico, boro, cloruros, sulfatos y sólidos disueltos. En el caso de las aguas superficiales, la presencia de estos tres últimos compuestos se incrementa a medida que los cursos corren aguas abajo.

Por lo que se ha expresado en los párrafos anteriores, debe aceptarse que el elemento determinante del desarrollo, no sólo agrícola y pecuario, está constituido por el recurso hídrico, en torno al cual se presentan las siguientes situaciones:

- Alta competencia por la demanda.
- Oferta limitada.
- Mala calidad por presencia de químicos indeseables.
- Mal uso como agua de riego, en algunos sectores.⁴

² Este es el principal tributario cordillerano del río Loa y no debe confundirse con el río San Pedro que muere en el Salar de Atacama.

³ Es el mayor aportante de agua dulce del río San Pedro.

⁴ Uno de los componentes del proyecto trata específicamente sobre el ordenamiento y la gestión de riego. No obstante, es posible que por procesos de lavado de suelos para eliminar o reducir limitantes, se deba continuar con prácticas menos tecnificadas.

Son estas cuatro situaciones, vinculadas a las señaladas anteriormente, especialmente la competencia por la demanda intersectorial y por destino, las que en definitiva conducirán los aspectos fundamentales de la estrategia. Mientras en los últimos 100 años la población mundial se ha triplicado, su consumo de agua se ha sextuplicado. Ello significa que cada vez se está más cerca de, y en muchos aspectos se sobrepasan, los límites de cantidad de agua que se puede extraer del medio natural. De ahí entonces que cualquier acción estratégica de desarrollo de la región, en general, y de la agricultura en particular, debe necesariamente considerar la disponibilidad de este recurso, tanto en cantidad y calidad, como en oportunidad.

Parece importante, por lo tanto, que entre los lineamientos estratégicos que ha hecho el Secretario Ministerial de Agricultura se incluya como uno de los aspectos a considerar, el mejoramiento de la captación, almacenamiento, conducción y distribución y uso del agua de riego.

Ahora bien, relacionando lo señalado con las cuatro áreas del proyecto se puede afirmar que tanto la competencia como las limitantes relativas al recurso hídrico, afectan al componente "Ordenamiento de la agricultura regada en Calama" que utiliza, directa o indirectamente, aguas del río Loa, ya que en los otros casos la demanda hídrica para agricultura se suple con aguas tratadas servidas (Antofagasta y Baquedano) o bien con aguas superficiales que tienen un origen diferente y conforman una hoya distinta (San Pedro de Atacama). Sin embargo, en términos generales, en toda la Región existe una manifiesta competencia entre sectores económicos y poblacionales por el uso de la escasa agua disponible, competencia en la cual el sector agropecuario y silvícola no sale favorecido.

Por lo tanto es necesario reiterar que cualquier estrategia de desarrollo cruza necesariamente esta variable.

Como se plantea más adelante, cada uno de los componentes del proyecto tiene características especiales que le otorgan su propia fisonomía, tanto al problema y su origen, como a la solución propuesta.

7.3 LA SITUACIÓN EN CADA ÁREA DE PROYECTO

En los términos de referencia se señala que se debe establecer:

- el objetivo de desarrollo agrícola de la Región
- la estrategia de desarrollo mediante la cual se pretende alcanzar dicho objetivo, y
- los programas de desarrollo a través de los cuales se implementan las actividades, proyectos, procesos y servicios orientados a la consecución del objetivo.

Para ello es indispensable considerar la distinta magnitud de los componentes tanto en superficie como en personas involucradas, la dispersión geográfica y la distancia que los separa y, como resultado de ello, la inconexión que los caracteriza.

Por otra parte, previo a la formulación del Objetivo de Desarrollo de la Región y lo que de él se desprende, se hace necesario precisar los elementos que caracterizan, acercan y diferencian a cada uno de los componentes constitutivos del "Diagnóstico y Propuesta de Fomento a la Agricultura Regada en la II Región".

Al analizar el sentido y los objetivos que tienen cada uno de los cuatro componentes que constituyen el proyecto global que se propone para las comunas de Antofagasta, Sierra Gorda (Baquedano), Calama y San Pedro de Atacama, se aprecia que cada uno de ellos presenta características propias que lo diferencian de los demás. A su vez, también cada uno de ellos tiene fortalezas y debilidades que le son propias y, en su acción, se presentan dudas y certezas.

De ahí entonces la conveniencia de establecer el contenido que enmarca las acciones de cada uno y sus características más relevantes.

7.3.1 Regadío del Desierto Mediante el Uso Agrícola de las Aguas Recuperadas de Antofagasta

La propuesta para la comuna de Antofagasta constituye una acción "colonizadora" destinada a ocupar nuevos espacios, no utilizados en la actualidad, para la producción agrícola. En términos reales, se expande la frontera agrícola de la comuna, ya que los actuales productores radicados en Las Chimbas han modificado radicalmente su esquema productivo, como resultado de la presión sobre sus propiedades que ejerce el medio urbano, que los ha ido envolviendo, por lo que han reducido parte importante de la superficie destinada a la producción agrícola para destinarla a otros usos más elevados o de mayor retorno económico.

El espacio disponible en la nueva localización, propiedad del Estado de Chile ejercida a través del Ministerio de Bienes Nacionales, alcanza a unas 250 hectáreas de suelos salinos que serían regadas con las aguas servidas tratadas obtenidas de la Planta de Tratamiento de Aguas de Biwater de Antofagasta⁵.

La estrategia de desarrollo para enfrentar este componente se cruza con algunas dudas tales como: si el precio que pida el Ministerio de Bienes Nacionales por la concesión onerosa, permitirá desarrollar una actividad agrícola rentable; si la propiedad del terreno, que será transferida a los posibles productores en uso y usufructo, se hará a un plazo que permita asegurar que las inversiones de los productores puedan ser recuperadas; si el costo del agua permitirá efectuar los trabajos de "lavado" de suelos además de los de regadío tecnificado y que ellos generen una renta suficiente para el productor.

También existen dudas sobre la futura expansión de la ciudad, la que ya avanza en un eje norte-sur que alcanza a los 27 kilómetros, con la tendencia de proyectarse al norte, es decir hacia a los terrenos considerados para la expansión agrícola. El proyecto, que debe contener un

⁵ De acuerdo con la información disponible, la Planta de Biwater tiene una capacidad de producir 120 lt/seg de agua tratada; pero en la actualidad sólo produce 60 lt/seg.

análisis de factibilidad económica de la nueva localización, al norte de la ciudad camino hacia el aeropuerto frente a La Portada, enfrenta una dura competencia de alternativa de uso, lo que debilitaría enormemente su opción.

Aparentemente, no existe conflicto con la oferta, la cantidad ofertada, ni el destino del agua tratada, de manera que esta materia entra en el campo de las certezas que considera la propuesta

Las piezas fundamentales de este componente son:

- Incorporación de nueva superficie a la producción agrícola; y
- Uso de aguas servidas tratadas para el riego de los cultivos que se implanten en esa superficie.

Otras variables que se desee incorporar deben girar sobre lo mismo, pues son estos dos los factores básicos sobre los cuales se construye la propuesta.

Al considerar los elementos de duda que se presentan, se aprecia que los factores de costo, como la tierra y el agua, constituirán los ingredientes determinantes para definir la ejecución del proyecto. Supuesto un curso favorable a su ejecución, las acciones que se deberán ejercer desde el Gobierno Regional, a través de sus organismos técnicos, para apoyar a los nuevos productores agrícolas se enmarcan necesariamente, por lo menos, en cinco ámbitos generales de intervención:

- Asistencia técnica
- Capacitación
- Organización de productores
- Comercialización y mercadeo
- Apoyo crediticio

7.3.2 Ordenamiento de la Agricultura Regada en Calama

El proyecto que debe contener una propuesta para reordenar la producción agrícola del área cercana a la ciudad de Calama, presenta también dudas en muchos aspectos, por lo que no resulta fácil hacer una oferta sólida y consecuente que asuma todas las facetas que tiene la situación social y productiva de dicho enclave.

En esta localidad se riegan actualmente amplios sectores, si bien en algunos lugares lo hacen con aguas servidas y no tratadas, en general, se demuestra que existe una "cultura" productiva y un conocimiento apropiado de lo que es la producción agrícola, concentrada en tres o cuatro productos, y el manejo necesario de las técnicas elementales de riego.

Ahora bien, ante esta situación se opone la intención de mejorar el agua para el

regadío de los cultivos, desde el punto de vista cualitativo (orgánico) y cuantitativo, para lo cual se proyecta la construcción de una Planta de Tratamiento de Aguas Servidas, cuya responsabilidad está establecida para ESSAN. Sin embargo, hasta la fecha no se ha asignado el proyecto. La particularidad que caracteriza a este componente es que la Empresa promueve entre los regantes el trueque de los derechos que tienen sobre las aguas del río Loa, a cambio de aguas servidas tratadas, para lo cual se establecerá una relación de intercambio entre las de un origen y el otro, y en cuya negociación sólo deben intervenir las partes directamente involucradas.

Otro factor de distorsión sobre todo el sistema lo constituye la decisión, en apariencia ya tomada, de trasladar al personal de la mina de Chuquicamata a la ciudad de Calama, y una resolución similar adoptada por la mina El Abra. Estas posibilidades incorporan un nuevo elemento de competencia por la demanda de recursos escasos como son el agua y la tierra. En el caso del agua, los consumos personales que se hacen en estas minas se transfieren al sector urbano, trasladando, aparentemente, los montos consumidos hasta ahora por las poblaciones de los minerales. De no ser así, la actual pugna que existe por el recurso hídrico entre sectores productivos (minería / agricultura) se desplaza a una competencia entre la demanda de agua para consumo urbano versus la demanda para uso agrícola, liberándose un importante volumen para uso en la minería.

Este proyecto tiene un área potencial de unas 200 hectáreas distribuidas en los sectores de Linkantatay, Verdes Campiñas y Cerro Negro; pero la disponibilidad de 150 lt/seg de aguas servidas tratadas comprometida con ESSAN sólo permite cubrir una superficie de poco más de 100 hectáreas beneficiando a unas 90 familias. Cabe señalar que estas cifras determinan que la mayor parte de los productores es minifundista, lo que significa que difícilmente puede hacerse desarrollo agrícola con base en ellos. No obstante lo señalado su producción, constituida, en la actualidad principalmente por maíz, choclos y alfalfa, que es regada con aguas servidas sin tratar, se comercializa en la ciudad de Calama y en el mineral de Chuquicamata.

Siguiendo el mismo esquema del componente anterior se puede definir, de acuerdo con los propósitos y objetivos de este componente, que el apoyo a los productores agrícolas de Calama y los alrededores se circunscribe a los mismos cinco ámbitos generales de intervención, que se indicaron para la comuna de Antofagasta, es decir:

- Asistencia técnica
- Capacitación
- Organización de productores
- Comercialización y mercadeo
- Apoyo crediticio

7.3.3 Ordenamiento y Gestión de Riego en San Pedro de Atacama

En San Pedro de Atacama, la situación se aprecia más clara, pues el objetivo del proyecto es fomentar la capacidad de gestión de los regantes y producir un ordenamiento de los sistemas de riego predial. Es decir, se trabaja sobre una condición existente, en la cual la acción de los organismos técnicos del Gobierno Regional puede producir la transformación y el mejoramiento esperados. La competencia por el recurso hídrico se centra, principalmente, entre usuarios agricultores, por lo que los volúmenes existentes disponibles para esta actividad productiva no se alteran de manera importante, sino que más bien se propone un "reordenamiento" de su uso. En este sentido, en el caso de la Comuna de San Pedro de Atacama, la competencia que enfrentaría a la agricultura atacameña con otros sectores económicos y urbanos por el uso de un recurso productivo básico y escaso para todos, presenta una situación más favorable, o por lo menos, menos complicada que otras localidades que representan el mismo estrato étnico-social, ya que la oferta del recurso proviene de los cursos de agua que corren hacia el Salar de Atacama, que como se ha señalado, está constituida por el río San Pedro y sus afluentes, los ríos Putana y Vilama, conjunto que está más distante de los centros mineros y urbanos, fuertes competidores por el uso del recurso.

El tamaño de este proyecto, que involucra a una superficie de 1.731 hectáreas⁶ y afecta a 2.800 personas distribuidas en un radio relativamente pequeño, determina que no es esperable que se produzcan graves interferencias que afecten los resultados deseados.

La piedra angular sobre la que se construye el componente relativo a la Comuna de San Pedro es lograr:

- La intensificación de la frecuencia de riego sobre los canales de distribución.

Para el logro de este propósito se requiere un trabajo, esencialmente, de organización de los regantes. Esta tarea constituye el elemento básico sobre el cual se podrá desarrollar una serie de actividades productivas mejoradas que permitan a los agricultores intensificar e incrementar su producción agropecuaria.

Así las cosas, la actividad prioritaria que debe considerar el componente y a la cual debe volcarse la acción del Gobierno Regional es la:

- Organización de productores

Con posterioridad, para el desarrollo de la actividad productiva y como consecuencia de los cambios que deben producirse como resultado del ordenamiento de la gestión del riego se podrán incorporar cambios en los esquemas productivos a nivel predial y comunitario, para lo cual se hará necesario intervenir en el ámbito de:

- Asistencia técnica

⁶ Sólo se considera la superficie regada.

- Capacitación
- Comercialización y mercadeo
- Apoyo crediticio

7.3.4 Desarrollo Agroproductivo en Baquedano, Comuna de Sierra Gorda

En el caso de la localidad de Baquedano, Comuna de Sierra Gorda, el tamaño del proyecto es muy reducido dada, entre otros factores, la escasa disponibilidad de agua servida tratada, lo que conduce a una oferta extremadamente baja (1 lt/seg).

Conforme a lo anterior no parece posible el desarrollo de ninguna actividad agrícola en la comuna. Por lo tanto, en este caso, más que satisfacer una necesidad de consumo de agua para riego de vegetales frescos, sólo se requerirán ajustes a lo que se realiza en la actualidad, con tendencia a proporcionar servicios de agrado a la comunidad y actividades vinculadas a este servicio.

7.4 LA CALIDAD DEL AGUA

A pesar de las diferencias que presenta cada proyecto en sus objetivos, hay un marco que es común y que afecta por igual a las cuatro localidades. Las cuatro áreas o subcomponentes basan su estrategia de desarrollo en el mejoramiento de la disponibilidad de agua, sea incorporando nuevos caudales por tratamiento de aguas servidas, sea reordenando su uso, o una combinación de ambos.

El otro aspecto que es común a por lo menos dos de las áreas, es la calidad química del agua.

En efecto, los estudios realizados en este aspecto, concluyen que las aguas, tanto superficiales como las que escurren subterráneamente en la cuenca del río Loa, presentan altos contenidos de arsénico y boro y, en menor cantidad, cloruros y sulfatos y otros sólidos disueltos. Estos tres últimos se incrementan notoriamente a medida que el río escurre aguas abajo. En el caso del río San Pedro, la condición excesiva en el agua, sólo se presenta respecto del boro, lo que constituye un muy alto riesgo de salinización.

En orden decreciente, los efectos del agua corriente en el consumo humano son los más graves, especialmente entre las poblaciones atacameñas del altiplano; y luego el uso en agricultura y ganadería, especialmente por su presencia en algunos cultivos y, más grave aún, en las partes de dichos cultivos que se consumen. Por último no existen antecedentes de un efecto manifiesto y detectable del uso de estas aguas en los procesos mineros.

7.5 FORTALEZAS, OPORTUNIDADES, DEBILIDADES Y AMENAZAS (FODA) DE LOS COMPONENTES DEL ESTUDIO

Con el fin de establecer un cuadro general y uno particular para cada uno de los componentes, se han considerado los cuatro elementos de diagnóstico señalados, aplicándose ellos para la Región y cada una de las comunas en que se plantea la ejecución de acciones en el marco del Programa.

7.5.1 En la Región de Antofagasta

- a) Fortalezas: la principal fortaleza que presenta la Región para justificar las acciones que conforman el conjunto de subcomponentes del Programa, es la distancia que la separa, hacia el norte y hacia el sur, de centros, más cercanos, de producción agrícola de competencia.
- b) Oportunidades: en este aspecto es importante considerar la decisión de las instituciones regionales de desarrollar el sector agropecuario y la localización del Programa en la Región, que históricamente, ha sido la de más alto ingreso *per capita* del país y de la menor tasa de desempleo⁷, con una alta demanda de productos alimenticios, que proviene del incremento producido en otros sectores de la economía regional, principalmente minería y turismo, y el acelerado desarrollo urbano que genera una economía en crecimiento, lo que asegura un mercado estable y creciente para la reducida producción agropecuaria regional.
- c) Debilidades: respecto de este elemento, se destaca el hecho que el sector agrícola en la Región es de tamaño reducido y tiene escaso impacto en el conjunto de la economía y en el desarrollo regional, que dispone de escasa superficie de cultivo, la que se encuentra disgregada y dispersa por lo que no alcanza a configurar economías de escala. A su vez, esta misma dispersión geográfica dificulta o imposibilita establecer relaciones estratégicas entre los diferentes componentes del Proyecto. Por último, pero no por ello menos importante, los altos costos de producción reducen las ventajas competitivas de distancia. En otro orden de ideas las aguas de escurrimiento superficial y subsuperficial acusan la presencia de elementos químicos nocivos y peligrosos para la producción y la salud.
- d) Amenazas: algunas de las oportunidades que presenta la Región para establecer un Programa de Desarrollo Agrícola exitoso, se pueden transformar en amenazas, como es el caso de la situación económica de sus habitantes que pueden pagar precios altos por los productos de consumo de origen agrícola lo que favorece la permanente llegada de productos alimenticios de otros centros productores y la instalación en la región de cadenas de supermercados con facilidad de transporte de variados productos. Existe también una alta competencia por el uso del escaso recurso hídrico, donde otros sectores de la economía están en condiciones de pagar precios más altos por el uso y consumo del agua.

⁷ De acuerdo con informaciones recientes, por razones coyunturales, esta situación ha cambiado.

7.5.2 En la Comuna de Antofagasta

- a) Fortalezas: la Comuna de Antofagasta, lugar donde se localiza un subcomponente del Programa, ofrece un clima moderado favorable para producciones agrícolas específicas, lo que a su vez se traduce en una baja estacionalidad, relativa, de ella.
- b) Oportunidades: los predios productivos que se considera crear en la nueva localización establecida, están ubicados a escasa distancia de los consumidores, prácticamente insertos en la zona urbana de una comuna muy poblada con alta demanda de productos hortícolas. Además hay suficiente disponibilidad de aguas servidas tratadas, que tienen en el uso agropecuario su primera opción.
- c) Debilidades: la presencia de suelos altamente salinos, cuya habilitación para la agricultura demanda elevados costos, la alta inversión en pago de la tierra por concesión onerosa, que hace difícilmente rentable la producción agrícola y la ineludible necesidad de efectuar regularmente "lavado de suelos" para lixiviar las sales, establecen limitantes serias que deben ser debidamente consideradas al establecer las opciones o alternativas de inversión.
- d) Amenazas: el establecimiento de grandes supermercados, principalmente en la ciudad de Antofagasta, con abastecimiento de productos frescos, desde fuera de la comuna, provincia e incluso región constituye una seria amenaza para la producción agrícola local, la que debe superar una oferta abundante, y de relativa mejor calidad. El incuestionable desarrollo urbano de la ciudad puede encapsular y luego invadir el área del proyecto, lo que, en el mejor de los casos, establece oportunidades de un uso más elevado del suelo (urbano versus agrícola). También se repite la importante amenaza presente en la Región, cual es que la alta competencia por el uso del escaso recurso hídrico, opera en contra del sector agropecuario.

7.5.3 En la Comuna de Calama

- a) Fortalezas: existe una "cultura" agrícola entre los productores que facilita la incorporación de tecnologías.
- b) Oportunidades: la producción agrícola, parte de la cual no presenta problemas serios de estacionalidad, tiene un poder demandante permanente en el sector poblacional.
- c) Debilidades: el pequeño tamaño de las unidades productivas limita la posibilidad de efectuar inversiones importantes en los predios, lo que sumado a la presencia de considerables niveles de sales y boro en el suelo, limita las posibilidades de ampliar el espectro de opciones de cultivo hacia otros más rentables y de mayor demanda. El empleo, en la actualidad, de aguas servidas sin tratar impide el cultivo de rubros de mayor precio de venta.
- d) Amenazas: los principales vegetales de consumo humano y mayor de precio a la venta se producen, por razones sanitarias, en localidades fuera del área del componente.

7.5.4 En la Comuna de San Pedro de Atacama

- a) Fortalezas: aunque existe una “cultura” agrícola consolidada, la agricultura tiene características de forma de vida más que actividad económica.
- b) Oportunidades: el desarrollo del turismo favorece el incremento de los ingresos provenientes del sector agropecuario, y en adición a ello, la presencia frecuente de grupos de turistas, importantes en número, beneficia el desarrollo de otras actividades productivas en el seno de la familia agrícola. No existe competencia por el uso del agua con otros sectores de la economía, ya que ella es propiedad de los regantes y no puede destinarse a otro uso más que el agropecuario.
- c) Debilidades: el agua de riego es escasa, altamente salobre y contaminada con coliformes y los sistemas de distribución inadecuados o destruidos. Se presentan grandes oscilaciones térmicas diarias (-10° a 35°), lo que limita la posibilidad de incorporar nuevos y más rentables cultivos en el área. Presenta una alta radiación solar y evotranspiración, lo que refuerza la aseveración anterior. Los propietarios agrícolas son de avanzada edad y la juventud, en general ha emigrado a otros lugares de la Región o del país, lo que dificulta establecer generaciones de reemplazo con mentalidad más modernas y dispuestas a enfrentar el desafío de los cambios. No hay infraestructura ni sistemas establecidos para facilitar la comercialización.
- d) Amenazas: el crecimiento de la demanda de productos, originada por un sector turístico en pleno desarrollo, puede favorecer la instalación de mercados locales que adquieran dichos productos fuera del área del proyecto y de la región.

7.5.5 En la Comuna de Sierra Gorda (Baquedano)

- a) Fortalezas: el clima moderado favorable para producciones agrícolas específicas.
- b) Oportunidades: alta participación de la población afectada por el desarrollo de actividades de bien comunitario.
- c) Debilidades: es un proyecto de reducido tamaño y escaso impacto productivo, que requeriría de cierta infraestructura protectora para producir bajo plástico en el caso eventual que se superara la limitante de su tamaño y la escasa oferta de aguas servidas tratadas.
- d) Amenazas: por las características del proyecto, especialmente su tamaño y objetivos, no enfrenta e amenazas de importancia

7.5.6 Líneas de Acción Estratégica

Considerando lo antes señalado se puede concluir que la principal línea de acción estratégica de desarrollo de la Región de Antofagasta, básica y precursora de toda acción de desarrollo agropecuario, consiste en adoptar las medidas y ejercer las acciones necesarias para *"garantizar la existencia del recurso hídrico en sus fuentes y orígenes mediante un plan estricto de protección de cuencas"*.

Por otra parte, teniendo presente que el crecimiento económico de la Región pasa más bien por el nivel de progreso que alcance la minería, el turismo, los servicios (especialmente los portuarios), todo lo cual incide de, manera importante en el desarrollo urbano, y que considerando las características que presenta el sector agropecuario y silvícola, en la Región, su relativamente bajo impacto en la economía regional, su dispersión geográfica, su fragmentación y su tamaño, las acciones estratégicas de desarrollo de este sector económico deben estar dirigidas a *"acompañar el desarrollo de otros sectores de la economía, especialmente la minería, el desarrollo urbano y el turismo"*, y, en un aspecto social, cultural e histórico, a *"ayudar a conservar las costumbres de las culturas atacameñas y aymaras y a mejorar su calidad de vida"*.

Luego cada componente tiene su propia dinámica de desarrollo que toca, más bien, tareas, acciones y actividades puntuales, enmarcadas en tres grandes líneas de trabajo: (a) asistencia técnica; (b) capacitación y (c) apoyo a la organización de productores, todo lo cual de debe ser respaldado por líneas de crédito focalizado hacia los proyectos y programas prioritarios que sustenten el desarrollo de cada una de las tres áreas que constituyen los subcomponentes, vinculados al sector productivo agropecuario, del Programa.

7.6 ESTRATEGIA DE DESARROLLO AGROPECUARIO DE LA II REGIÓN ANTOFAGASTA

Previo al establecimiento de los lineamientos estratégicos propiamente concernientes al desarrollo agropecuario, se estima conveniente, a la luz de los antecedentes contenidos en éste y otros capítulos de la propuesta, situarse en un contexto más amplio cual es el de la protección de las fuentes y cursos de agua, por cuanto es este recurso el que limitará y determinará en el futuro, no sólo el desarrollo agropecuario, sino que el del conjunto de la economía regional.

Es por ello que uno de los propósitos básicos y precursor de toda acción debe estar dirigido a:

- *Garantizar la existencia del recurso hídrico en sus fuentes y orígenes mediante un plan estricto de protección de cuencas.*⁸

⁸ Lo señalado está planteado en el documento del Secretario Ministerial de Agricultura a que se hace referencia al inicio de este capítulo, estableciendo como una de las ofertas de acción *"Proteger las áreas naturales con presencia de nacientes de agua, las formaciones vegetales de interés, tales como tamarugales, vegas, bofedales y las áreas agrícolas y pecuarias"*.

7.6.1 **Objetivo de Desarrollo Agrícola de la Región**

Como el progreso del sector agropecuario en la Región tiene un impacto reducido en el conjunto de la economía regional, su desarrollo pasa necesariamente por:

- *Acompañar el crecimiento de otros sectores de la economía, tales como la minería, los desarrollos urbanos y el turismo.*

Dado que las etnias prehispanas constituyen parte importante del sector agropecuario de la Región y cuyas actividades son su forma de vida, otro de los objetivos de desarrollo del sector debe considerar esta situación y

- *Ayudar a consolidar las costumbres de las culturas atacameñas y aymaras y a mejorar su calidad de vida.*

7.6.2 **Lineamientos de Estrategia para el Sector Agropecuario**

Con el fin de proponer los lineamientos estratégicos para el sector agropecuario de la II Región Antofagasta, es necesario tomar en cuenta los antecedentes y características descritos en los puntos anteriores de este capítulo. Ello conduce a considerar los siguientes aspectos fundamentales:

- La Región se distingue de otras por sus especiales condiciones geográficas, climáticas y socioeconómicas, incluyendo los grupos étnicos que la habitan y que subsisten en ella con costumbres y manifestaciones culturales muy particulares.
 - Las aguas lluvias de alta variabilidad estacional e interanual y las nevazones de alta cordillera que se captan en el altiplano se desplazan hacia planicies inferiores por cursos superficiales y subsuperficiales que surgen en depresiones, salares, vegas y bofedales.
 - La fauna y, especialmente la flora, frágiles y vulnerables al impacto del desarrollo humano, son factores esenciales para la preservación del recurso hídrico y, por sobre todo, de la vivencia sostenida de los grupos étnicos que las respetan.
 - El desarrollo regional pasa principalmente por la minería, la consolidación de centros urbanos, los servicios y la pesca, y recientemente, de manera incipiente pero con proyecciones, el turismo. La escasa participación del sector agropecuario en el PIB regional, se mantiene, prácticamente sin variación, durante los últimos 12 años.
 - Cualquier crecimiento que se obtenga en el sector agropecuario, aun cuando sea duplicar o triplicar los volúmenes de producción y ampliar la diversidad actual, pasa a ser irrelevante frente al desarrollo potencial de los otros sectores económicos de la Región.
-

- La producción agropecuaria regional, salvo la sustentación de los grupos étnicos que la habitan, no tiene relevancia frente al nivel de consumo existente, donde gran parte es importado de otras regiones y países, situación que difícilmente se podrá revertir en el futuro.
- El sector agropecuario en la región, pequeño en superficie, está disperso formando una especie de archipiélago de áreas de producción agropecuaria, con escasa conexión entre las “islas” que lo conforman, y cada una con características que la distinguen notablemente de las otras.
- Sólo la disponibilidad de agua y su distribución (o asignación productiva y económica) unifica a estas diferentes áreas agropecuarias, bajo la decisión estratégica regional de cómo usar este escaso y vital elemento de dudosa calidad y, en casos, peligroso para la salud humana.
- Es prácticamente imposible establecer interrelaciones e integraciones estratégicas entre los proyectos, buscando propósitos sectoriales comunes, economías de escala o producciones de tipo masivo.

Las principales directrices estratégicas, entonces, debieran focalizarse en los siguientes puntos:

a) **En el nivel regional**

- Identificar, formular y poner en marcha programas intersectoriales de protección de las cuencas andinas, su flora y fauna, donde se captan las aguas lluvias y las nevazones invernales y se originan los cauces de agua superficiales, subsuperficiales y subterráneos, hasta los puntos principales de consumo.
- Asegurar con acciones específicas el apropiado abastecimiento de agua a las poblaciones indígenas altiplánicas, que contribuyen con sus costumbres a la protección de las cuencas, de la flora y fauna locales.
- Ubicar proyectos priorizados en el nivel regional que, frente a la disponibilidad de aguas de uso público, naturales o tratadas, destinen su uso de acuerdo al mayor impacto que sus resultados provoquen en los sectores económicos de mayor desarrollo y en los crecimientos urbanos actuales y potenciales.
- Reconocer y priorizar proyectos agropecuarios tomando en cuenta el aislamiento de cada una de las áreas estudiadas, relacionando este desarrollo con la contribución que puede aportar al progreso de otros sectores más pujantes de la economía regional, tales como la minería, los crecimientos urbanos, el turismo.
- Establecer, en las áreas definidas de desarrollo agropecuario, acciones que permitan asegurar

que el agua de riego utilizada, natural o recuperada, es de buena calidad, evitando daños a los consumidores tanto de los productos como de los subproductos que provengan de la agricultura y la ganadería.

b) **En el nivel local**⁹

i) **Regadío del desierto mediante el uso agrícola de las aguas recuperadas de Antofagasta**

- Precisar forma de transferencia de la propiedad de los terrenos o su usufructo (y plazo de éste) y precio de los suelos.
- Aclarar lo más posible la dirección y avance de la expansión urbana de Antofagasta.
- Llevar a cabo un estudio económico de rentabilidad agrícola de los suelos una vez conocidos los precios de los terrenos.
- Determinar, precisar y promover alternativas productivas agropecuarias, permitidas por las condicionantes de suelo, agua y clima, que estén sustentadas en una demanda permanente local y en un alto valor agregado.
- Establecer y desarrollar programas de servicios de apoyo a los productores agrícolas que ocuparán las tierras, de acuerdo a sus procedencias y nivel de conocimientos técnicos y organizacionales.

ii) **Ordenamiento de la agricultura regada en Calama**

- Estudiar y definir las futuras demandas de agua y sus alternativas de abastecimiento, considerando especialmente el traslado de las poblaciones de Chuquicamata y El Abra a Calama.
- Identificar, precisar y promover alternativas productivas agropecuarias, permitidas por las condicionantes de suelo, agua y clima, que estén sustentadas en una demanda permanente local y en un alto valor agregado.
- Establecer y desarrollar programas de servicios de apoyo a los productores agrícolas que ocuparán las tierras, de acuerdo a sus procedencias y nivel de conocimientos técnicos y organizacionales.
- Precisar formas y condiciones de trueque de las aguas de riego que hoy poseen los agricultores sobre el río Loa a cambio de las futuras aguas tratadas.

⁹ Se entiende por nivel local, el área que comprende o afecta cada componente

iii) Ordenamiento y gestión de riego en San Pedro de Atacama

- Determinar y desarrollar programas que promuevan y consoliden la organización de los productores, de manera de lograr una mayor intensificación en las frecuencias de los riegos sobre los canales de distribución.
- Identificar, precisar y promover alternativas productivas agropecuarias, permitidas por las condicionantes de suelo, agua y clima, que estén sustentadas en una demanda permanente local y regional, y con un alto valor agregado y que, adicionalmente, permitan al sector agrícola las nuevas oportunidades que se le presentan con el desarrollo turístico.

iv) Desarrollo agroproductivo en Baquedano

- Identificar, precisar y promover alternativas sustentadas en la disponibilidad de agua para la realización de actividades de bien comunitario.

7.6.3 Los Programas de Desarrollo

Considerando los propósitos que se plantean en cada componente es necesario establecer los programas de desarrollo a través de los cuales se implementarán las actividades, proyectos, procesos y servicios orientados a la consecución de dichos objetivos.

El análisis que se ha hecho para cada componente se sitúa en el marco de referencia para el diseño de los programas que será necesario realizar para alcanzar los resultados esperados.

De acuerdo a lo elaborado, las áreas fundamentales de intervención son: Asistencia Técnica, Capacitación, Apoyo a la Organización de los Productores, y Crédito. Los aspectos vinculados a la comercialización y el mercadeo, pueden ser tratados desde la vertiente de la asistencia técnica y capacitación y desde la de la organización. De hecho, el soporte que debe servir de base a toda acción es el de las organizaciones de productores las que deben no sólo ser partícipes de las actividades sino que los patrocinadores, organizadores y responsables de los eventos que se produzcan.

Para la ejecución de cada uno de los programas será necesario tener presente algunas variables que, en cierta medida, determinarán el éxito de ellos, y que dicen relación con la experiencia previa de los productores agrícolas.

No será lo mismo trabajar con los agricultores tradicionales que con los que constituyan una colonización nueva, sobre todo si ellos provienen de un estrato urbano o semiurbano, o los que están en una situación intermedia. Además de su distinto origen y su "cultura" agrícola, los trabajos que se deban realizar en un predio de un sector agrícola asentado a los que se realicen en uno de una "colonización" nueva, constituido por suelos de alto contenido salino que requieren de un manejo especial, difieren grandemente. Por otro lado los

cultivos que se implanten en estas localidades requerirán de una suerte de experimentación productiva, con los riesgos que ello conlleva, y una atención profesional casi permanente, lo que no necesariamente se da en localidades con más "historia" agropecuaria.

Sin embargo considerando que, por lo menos, dos áreas que constituyen componentes del proyecto (Calama y San Pedro de Atacama) están acotadas en su extensión¹⁰ y número de productores, y que de la relación de ambos valores se concluye que se trata de un área de minifundios la primera y de propiedades subfamiliares y familiares la segunda. En muchos casos estos grupos de beneficiarios no reúnen las condiciones mínimas para integrarse a un proceso de desarrollo agrícola, y por lo tanto un programa de apoyo técnico tradicional (asistencia técnica, capacitación y crédito) responde mal a sus necesidades, lo que implica que surjan ciertas ineficiencias en todo el proceso.

Por ello la forma de organizarse para recibir el apoyo de los organismos estatales mediante la aplicación de sus programas no podrá hacerse sino con base en comités de productores y en torno a líderes que ejerzan el proceso de alimentación y retroalimentación entre los beneficiarios y ofertantes del referido soporte. De esta forma se multiplicará el efecto de la actividad asistencial, y a su vez se irán consolidando los interlocutores más válidos a nivel de la comunidad de productores.

a) **Asistencia técnica**

Debido a que la asistencia técnica constituye un apoyo específico, generalmente solicitado, esta vía de acercamiento es una excelente oportunidad para generar los grupos de trabajo que se establezcan como unidades de gobernación que faciliten el vínculo entre las instituciones públicas de apoyo y los grupos de productores, a través de las cuales se produzca la inserción en la comunidad del resto de los programas a aplicar.

La asistencia técnica presentará distintos grados de intensidad y frecuencia según la localización del componente, el origen de los productores, la complejidad de los trabajos culturales que demande la producción agrícola según el tipo de cultivo que se practique o implante, la demanda de tecnología productiva, los trabajos anexos necesarios para la producción, etc. y por lo tanto no puede estar referida a un solo modelo.

De ahí entonces que la asistencia técnica, actividad de carácter puntual pero continua, debe estar destinada servir las necesidades específicas en los procesos productivos de los agricultores de las distintas áreas geográficas, independientemente de las características diferenciadoras que, como resultado de las condiciones climáticas locales, presenten los cultivos en cada una de ellas.

Por otra parte, como se ha señalado, la organización que se establezca para recibir y difundir la información técnica puntual podrá ser usada para propósitos distintos e

¹⁰ Extensión entendida desde el punto de vista del ecúmene productivo y no de superficie física, especialmente para el caso de la localidad de San Pedro de Atacama.

implementación de otros programas atinentes al proyecto.

b) Capacitación

La capacitación destinada a mejorar o a generar la habilidad de los productores en los procesos productivos, constituye una actividad programada que puede ser repetitiva, debe estar dirigida a satisfacer las necesidades de adquisición de nuevos conocimientos que contribuyan a mejorar su condición de productores agrícolas.

Los temas que no pueden estar ausentes de la actividad de capacitación son:

- Tecnología de la producción agrícola
- Riego tecnificado
- Manejo y conservación de recursos

En el cumplimiento de esta actividad podrán jugar un rol relevante la estructura establecida para la recepción de la asistencia técnica y las organizaciones de productores a las que se hace referencia en el punto siguiente.

c) Apoyo a la Organización

El concepto de "organización" involucra, por lo menos, dos niveles de acción, aparentemente independiente uno del otro, pero que se vinculan en un marco general y se complementan en sus resultados. La tendencia natural es hablar de "organización de productores" sin haber establecido un patrón de acción común a nivel individual, lo que conduce a que la "organización", tienda, cada vez más, a ser sustentada por unos pocos, quienes, al cabo de un tiempo y por vacío de poder, van posesionándose de ella y pasan a dominarla ante la actitud pasiva del resto, normalmente la mayoría. En estos casos se transforma en un organismo superestructural poco participativo.

En atención a ello es que el apoyo organizacional debe darse, primero, a grupos de individuos para tratar temas que afectan el manejo del proceso productivo a nivel de predio; y luego a nivel de conjunto de productores para abordar materias de incidencia en la marcha de la agrupación, que escapan del nivel individual. En ambos casos la línea que separa el proceso de capacitación técnica del apoyo organizacional es muy delgada y tenue y por lo tanto ambos procesos tienden a confundirse.

i) Nivel de productores individuales

Para el desarrollo de la actividad, en términos intraprediales, los conceptos de organización productiva, administración, manejo contable y costos, entre otros, son componentes necesarios de manejar para obtener un adecuado resultado en la gestión de la empresa agropecuaria. A su vez permiten detectar fallas en el proceso y aplicar los correctivos necesarios cuando ellas se descubren oportunamente.

Por otra parte, la adquisición de estos conocimientos y su dominio y manejo, nivela hacia

arriba a los productores y los capacita para ejercer una participación efectiva en la organización de primer grado que los agrupe. Por lo tanto esta enseñanza debe ser hecha con sentido distinto al aprendizaje de procesos productivos como se ha tratado en el punto anterior, y debe contener materias propias de la toma de decisiones en el desarrollo de las actividades de predios rurales.

Este nivel debe incluir materias tales como:

- Principios de Administración
- Elementos de costos
- Principios de contabilidad
- Bases de programación

ii) Nivel de conjunto de productores

En el caso de las organizaciones de productores, primero debe detectarse la existencia de líderes naturales¹¹, no sólo para erigirlos en conductores de la organización, sino que, para que en torno a ellos se construya la base de promoción e inicio (o consolidación) de ella.

Generalmente se espera que estos líderes, además de su deseo, inclinación y voluntad de servicio, cumplan con la mayoría de las siguientes características: ser jóvenes; tener una formación educacional al nivel más avanzado posible; provenir de familias antiguas del lugar; ser respetados por la comunidad por sus condiciones personales, laborales y comerciales; que la suma de lo anterior les de una capacidad de convocatoria importante.

Los objetivos prioritarios que tenga la organización serán diferentes según la localización del componente, el marco de referencia en torno al cual giren sus actividades, las fortalezas y debilidades que presenten sus negocios y las oportunidades y amenazas que enfrenten sus operaciones.

Está claro que para el caso de los productores de San Pedro de Atacama, por ejemplo, la prioridad gira en torno de la organización de la gestión de riego, y posteriormente en el empleo más eficiente y rentable de este recurso. Esta manifiesta vocación no es tan evidente para el resto de las localidades.

Considerando lo señalado en este punto, así como lo propuesto en cuanto a cursos de capacitación para productores individuales en el área de la administración, los temas o materias que, por lo menos, se debería cubrir en los programas de formación conjunta son:

- Relaciones humanas
- Bases de diagnóstico (autodiagnósticos)
- Elementos de proyectos

¹¹ La estructura establecida para activar el proceso de asistencia técnica puede constituir una base adecuada para detectar los líderes naturales que existan en el medio local.

- Institucionalidad sectorial
- Principios de comercialización y mercadeo
- Organización y conducción de asambleas

iii) Crédito

Todo lo sugerido y señalado debe estar apoyado por una dinámica acción crediticia conducente a lograr los propósitos específicos que se establezcan en cada programa, indicando las metas propuestas y articulando los instrumentos de manera que pueda efectuarse un permanente seguimiento y evaluación de los resultados obtenidos, ejerciendo las medidas correctivas que cada caso requiera con el fin de que el crédito esté efectivamente al servicio de la asistencia técnica y capacitación, y que éstas encajen dentro del programa integral que se establezca para cada componente del proyecto global.

Los montos y forma y condiciones de otorgamiento, para aquellos productores que sean sujetos de crédito, serán las establecidas en las líneas vigentes, con las posibles variantes que se estime conveniente aplicar en cada caso, en conjunto.

7.7 INSTITUCIONALIDAD

Como se ha planteado con anterioridad, el tamaño del sector agrícola en la Región, su impacto económico y su participación en la generación del ingreso, son pequeños. La superficie dispersa que se ocupa para la producción agrícola pecuaria y forestal es baja, ubicándose principalmente en la parte intermedia y altiplánica de la provincia del Loa (97%). El resto está ubicado en el litoral o las partes más bajas de la Región.

La institucionalidad disponible es, aparentemente, insuficiente para llevar a cabo un programa de desarrollo como el bosquejado anteriormente y en gran medida refleja la situación descrita en cuanto al tamaño y al peso que los organismos del sector presentan en la Región. Las instituciones del Estado directamente vinculadas al sector agrícola - Instituto de Desarrollo Agropecuario (INDAP), Servicio Agrícola Ganadero (SAG) y Corporación Nacional Forestal (CONAF) - si bien tienen presencia en la Región concentran, con la excepción del INDAP, sus niveles de decisión en la capital regional. Otras que eventualmente podrían tener alguna vinculación con el sector agropecuario, como son la Corporación de Fomento a la Producción (CORFO), su filial el Servicio de Cooperación Técnica (SERCOTEC) y el Fondo de Solidaridad e Inversión Social (FOSIS), también están ubicados en la capital regional.

De las instituciones públicas señaladas, el SAG, por definición y objetivos, carece de programas e instrumentos de apoyo directo a los productores agrícolas¹², en tanto que la CONAF sí los tiene respecto de la aplicación del Decreto Ley N° 701 para el fomento de la plantación de bosques, el que por situación geográfica y vocación productiva de la Región no se

¹² Para los agricultores y ganaderos altoandinos y de San Pedro de Atacama, los controles sanitarios y las vacunaciones que hace el Servicio para la prevención de enfermedades en el ganado, son consideradas "asistencia técnica".

aplica de manera intensiva localmente.¹³ La CORFO tiene instrumentos que en alguna forma podrían favorecer a los productores agropecuarios pero su acción no se aprecia en el sector agropecuario local. El SERCOTEC cuenta con algunos instrumentos de subsidio; pero no dirigidos a empresas agropecuarias sino que, en el caso que nos preocupa, beneficiaría sólo a las de turismo y artesanía. Por último, el Fondo de Solidaridad e Inversión Social (FOSIS) cumple una función de apoyo focalizado a los sectores poblacionales más desposeídos y grupos vulnerables de las comunas más pobres del país, de acuerdo a un listado aprobado por la Dirección Nacional. Por definición no es excluyente respecto de la población agropecuaria; sin embargo la necesaria concurrencia de las condiciones anteriores determina que no muchos productores agrícolas tengan acceso a los programas de esta institución.¹⁴

En resumen, para fomentar y favorecer el desarrollo agrícola y pecuario se cuenta sólo con la presencia activa del Instituto de Desarrollo Agropecuario (INDAP) como organismo de apoyo y crédito a los productores en la Región de Antofagasta, y él realiza su quehacer, prácticamente, en un solo espacio geográfico-administrativo. En efecto, reflejando la situación de distribución espacial de la producción agropecuaria, la acción de esta institución está altamente concentrada en la provincia del Loa, donde se encuentra la Dirección Regional, las jefaturas de operaciones y de finanzas, adquisiciones y encargado de presupuesto, los ejecutivos de cuentas y el personal de apoyo técnico y administrativo. Esto quiere decir que, conforme a la organización espacial de la institución, los 10 funcionarios del INDAP trabajan en una sola área en toda la Región. Sin embargo ello no significa que no existan casos de apoyo asistencial y crediticio a productores de otros lugares fuera de la provincia señalada.

Tres de las cuatro áreas que constituyen subcomponentes del proyecto¹⁵, pueden acceder, en teoría, a varios instrumentos de apoyo al campesino que tiene vigentes INDAP. Ellas son: Bono de Riego Campesino; Pequeñas Obras Asociativas de Riego y Drenaje; Financiamiento de Proyectos de Riego o Drenaje vía Ley 18.450, Crédito Individual de Corto y Largo Plazo; y Crédito de Corto y Largo Plazo a Organizaciones. En el área de San Pedro de Atacama podría incluirse en la lista anterior las líneas de Turismo Rural; Crédito de Enlace para Forestación Campesina y Recuperación de Suelos Degradados para Pequeños Productores. En tanto que en Antofagasta, eventualmente podría accederse al Crédito de Enlace para Forestación Campesina, en el contexto aprobado por la CONAF de establecimiento de cortinas corta vientos.

En otro orden de posibilidades, tal vez para una etapa más avanzada de desarrollo del proyecto podría incentivarse la postulación a los siguientes instrumentos: Bono de Articulación Financiera (BAF); Fondo de Desarrollo Empresarial. (FODEM); Servicio de Asesoría Especializada (SAE); Servicio de Asesoría a Proyectos (SAP); Servicio de Asesoría

¹³ A pesar de lo indicado, durante los últimos años con el apoyo de la CONAF o proyectos de CODELCO se han forestado unas 60 hectáreas anuales en Calama y San Pedro de Atacama, con tamarugo, algarrobo, chañar y/o atriplex, especialmente como cortinas corta vientos y bosquetes para producción de frutos como alimento para el ganado y leña.

¹⁴ El programa social del FOSIS que, si se dieran las condicionantes establecidas, podría aplicarse en las áreas de Calama y San Pedro de Atacama, es el de "Entre Todos" en sus modalidades de fortalecimiento de la organización y de generación de capacidades.

¹⁵ El área de Baquedano en la comuna de Sierra Gorda, aparentemente, no podría acceder al crédito de INDAP.

8. SUBPROYECTO DESARROLLO AGRÍCOLA EN ANTOFAGASTA

8.1 ANTECEDENTES

El Gobierno Regional de Antofagasta está interesado en ejecutar un proyecto de colonización agrícola en los terrenos fiscales que se encuentran administrados por el Ministerio de Bienes Nacionales, y localizados aproximadamente ocho kilómetros al norte de la ciudad de Antofagasta.

Para regar dichos terrenos se contempla la conducción entubada de aguas servidas de la ciudad de Antofagasta, la que será previamente tratada por la empresa privada Biwater. Los terrenos en cuestión serán entregados a agricultores provenientes de la localidad de La Chimba, o de otras zonas de la región o país.

La idea de instalar un polo de desarrollo agrícola en el borde costero de la Región no está exenta de “amenazas externas” que pueden poner en riesgo la consecución de los objetivos de mediano y largo plazo que se esperan alcanzar. Estas dicen relación con: el alto valor comercial que tienen los terrenos debido a su óptima ubicación para desarrollar proyectos inmobiliarios, la alta plusvalía que les asigna el mercado, que genera una alta demanda por ellos, la disminución constante de precios con que llegan a Antofagasta productos hortícolas producidos en la zona centro norte del país, afectando la rentabilidad de la actividad agrícola en la zona. Estos y otros elementos necesariamente deben ser considerados al momento de evaluar la conveniencia de ejecutar un proyecto agrícola, aunque éste resulte rentable en los estudios de prefactibilidad.

8.2 UBICACIÓN, LÍMITES Y ACCESO

El área en estudio se localiza en la Región de Antofagasta, y Comuna de Antofagasta, y se ubica aproximadamente ocho kilómetros al norte de la ciudad del mismo nombre, frente al camino de acceso al balneario La Portada.

Esta reserva agrícola corresponde a una franja, con forma poligonal, que corre entre la línea del ferrocarril que une a la cabecera regional con el puerto de Mejillones, y los cerros de la Cordillera de La Costa.

Geográficamente se encuentra en el paralelo 23°37' latitud sur y en el meridiano 70°24' longitud oeste. Su altitud con respecto al nivel del mar es de aproximadamente 150 m y está definida por las siguientes coordenadas:

CUADRO 8.2-1
RESERVA AGRÍCOLA - CUADRO DE COORDENADAS DEL POLÍGONO

PUNTO	ESTE	NORTE
A	356.279,220	7.401.045,540
B	357.516,036	7.401.324,485
C	358.171,514	7.399.618,501
D	359.000,305	7.397.765,645
E	358.206,350	7.397.355,090

El polígono definido tiene un perímetro de 10.640 m y una superficie de 406,2 há, con los siguientes límites:

- Límite norte: proyección eje Ruta B-446
- Límite sur: sin referencias espaciales
- Límite este: línea de ferrocarril a Mejillones
- Límite oeste: cota 200 msnm

Para acceder a la zona en estudio se debe transitar aproximadamente ocho kilómetros por el camino asfaltado que une la ciudad de Antofagasta con el aeropuerto de Cerro Moreno. Frente al acceso al balneario La Portada se debe tomar hacia el Este alguna huella vehicular que conduzca hacia los cerros de la cordillera, y que cruce la línea férrea que corre en forma paralela al camino asfaltado.

8.3 SUPERFICIE TOTAL Y SUPERFICIE AGRÍCOLA

La planimetría de la figura geométrica delineada por los límites antes señalados determina una superficie total de 357 hectáreas.

De acuerdo con estos datos, el polígono tiene una superficie total de 406.2 há, de las cuales sólo 347.3 há serían posibles de regar, ya que en las 59 há restantes existen una serie de actos administrativos, correspondientes a ventas, arriendos servidumbre y solicitudes en estudio que afectan parte de esos terrenos.

Sin embargo, la superficie agrícola está acotada por la disponibilidad de abastecimiento de agua que tenga la empresa Biwater, la tasa de riego de los cultivos que se establezcan, y las cargas de agua que se deban utilizar para lavar y mantener lixiviadas las sales en el perfil de suelo requerido por las plantas. De acuerdo a datos proporcionados por la empresa ESSAN y Biwater, no existirían problemas para satisfacer los requerimientos de agua para regar la totalidad de la superficie involucrada en el proyecto.

8.4 CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS

La zona se encuentra inserta en un área de desierto costero, con abundante nubosidad, una fuerte influencia del anticiclón del pacífico, con vientos predominantes que corren de oeste a este, y una gran estabilidad atmosférica.

El período de observación de la estación meteorológica de Antofagasta es de once años para las precipitaciones (1978-1999), diez años para las temperaturas y vientos (1978-1987), y tres años para la humedad relativa (1985-1987).

Las precipitaciones de aguas lluvias alcanzan a 3,8 mm anuales, concentrándose ellas en dos períodos: enero, con 0,3 mm; y mayo a septiembre con 3,5 mm. Los mayores volúmenes de precipitaciones se registran en junio y julio con el 53% del total de agua caída en un año. Septiembre es el último mes en que se registran precipitaciones, siendo el tercer mes en cuanto a cantidad de precipitaciones caídas (0,7 mm).

La cercanía del océano determina que en el área la humedad relativa sea alta y constante a lo largo de todo el año calendario. Como promedio anual alcanza a 71,6%, presentando un máximo de 75,0% en el mes de enero, y un mínimo de 70,0% en los meses de febrero, octubre y noviembre.

El recorrido promedio del viento es de 1.611 km en el año, siendo los meses más ventosos los comprendidos entre septiembre y enero, con registros de más de 2.000 km mensuales. La velocidad promedio mensual del viento oscila entre 0,3 y 0,9 metros por segundo, sin embargo se han registrado velocidades extremas mucho mayores, aunque ellas no son registradas en la estación meteorológica.

La influencia marítima impide una marcada oscilación térmica entre los meses estivales e invernales, y entre el día y la noche. Los meses más fríos son julio y agosto, con valores de aproximadamente 15 °C, mientras que los más cálidos son enero a marzo, con temperaturas que oscilan entre 20°C y 21°C como promedio mensual. Las temperaturas mínimas promedio mensual se presentan en julio, con 9,8°C, ello está indicando que en el área costera no se presentan descensos de temperaturas que lleguen a provocar heladas. Tampoco existe un período de receso vegetativo de las plantas, independientemente si este parámetro agroclimático se calcula en base a un umbral de 10°C o 7°C.

No existen datos sobre las temperaturas mínimas medias, sin embargo se estima que ellas son de magnitud tal que la acumulación de horas de frío es escasa. Por otra parte, la acumulación de días grado llega a 4.624 días grado en el año, con un umbral de 5°C, y 2.799 días grado con un umbral de 10°C. La acumulación de días grado ocurre a lo largo de todo el año, aunque los mayores valores se concentran entre los meses de diciembre y abril.

La evapotranspiración potencial es de 1.248 mm anuales, donde un 63% de ella ocurre en los seis meses comprendidos entre octubre y marzo. El déficit hídrico presenta valores muy similares a los de evapotranspiración, fenómeno que se explica por las escasas precipitaciones.

En términos generales se puede concluir que el área en estudio no presenta variables climáticas y agroclimáticas que limiten el desarrollo de una actividad agrícola de riego, salvo lo que dice relación con la acumulación de horas de frío y la eventual ocurrencia de fuertes vientos del oeste.

8.5 CARACTERÍSTICAS DE LOS SUELOS

Si bien es cierto el estudio de suelo permitió corroborar que sus orígenes son terrazas marinas, también se encontró una fuerte influencia de material coluvial proveniente de aluviones generados en la cadena de cerros que bordea el área por el oriente, además de material arenoso depositado por el viento. La condición de terraza marina, la influencia coluvial, y la posición topográfica de los terrenos determinan la existencia de diferencias importantes en los suelos, en especial para su uso y rehabilitación con fines agrícola.

Los resultados del análisis de los suelos permitieron distinguir tres sectores, cuyas características se resumen a continuación.

Sector A

Abarca una superficie de 78,1 ha que se ubican en el extremo Norte de la franja de terrenos que conforma el área en estudio, y con una posición geográfica más alta. Gran parte de la terraza marina aparece cubierta por material coluvial. El suelo superficial presenta una textura arenosa a franco arenosa gruesa; en profundidad (hasta 1,5 m) se alternan capas de distinta granulometría, desde arena hasta gravilla.

La topografía es de pendiente suave (2-3%) de Este a Oeste. En superficie se observan algunas piedras de origen coluvial de hasta 50 cm de diámetro, y en algunas áreas se presentan compactaciones subsuperficiales del tipo fragipanes arenosos.

El pH de los suelos varía entre 7,9 y 8,0; la salinidad entre 3,1 y 5,6 dS/m; el contenido de Boro en el extracto es de entre 0,9 y 1,9 mg/l, en tanto que el de arsénico es inferior a 0,5 ppm.

Estos suelos pueden ser usados con cultivos que presenten cierto grado de adaptación a la presencia de Boro en el suelo.

Sector B

Se ubican inmediatamente al sur del Sector A, llegan hasta la proyección del inicio del recinto de Carabineros, y reúne una superficie de 74,2 ha. Estos suelos mantienen las características generales ya descritas, aunque con una pendiente más suave (1-2%). En superficie la textura es franco arenosa fina a arenosa, en tanto que en profundidad se alternan capas de textura franco arenosa con arena gruesa y gravilla, en distintos grados de compactación. A los 30 cm se aprecia un fragipan arenoso de poco espesor, y otro a los 60 cm. A partir de esta última profundidad el suelo es arenoso y presentan compactación moderada a fuerte.

El pH es relativamente neutro (7,7-7,8). La salinidad, boro y arsénico presentan valores superiores a los existentes en el Sector A, con valores de 7,0-9,1 dS/m, 3,2-4,5 mg/l, y 0,6 mg/l, respectivamente.

El suelo en su estado actual presenta limitaciones para el establecimiento y desarrollo de la mayoría de los cultivos agrícolas. Sin embargo, previa rehabilitación puede ser usado con cultivos que presenten resistencia a sales y boro.

Sector C

Este sector abarca 204,7 ha que se localizan en el extremo sur de la franja de terrenos que conforma el área en estudio, a continuación del Sector B. Si bien los suelos mantienen las características superficiales descritas para el Sector B, su textura va desde franco arenosa fina a franco limoso, con presencia de pequeñas áreas de suelos polvillentos, indicativo de exceso de sales.

El perfil presenta cambios considerables. El suelo fuertemente calcáreo con un fragipan a 30 cm, y una tosca dura (duripan calcáreo) de considerable espesor (20 a 30 cm) a los 60 cm de profundidad. A mayor profundidad es suelo está compuesto por arenas de distintas granulometría, con compactación moderada.

El nivel de salinidad presenta oscilaciones que van desde 110 dS/m en el sector de suelos polvillentos, hasta 32,8 dS/m en el área colindante con el Sector B, aunque esta última sigue siendo muy alta. El contenido de boro es extremadamente alto, con valores que van desde 6,8 mg/l en el área de más al norte, hasta 58,1 mg/l en el extremo sur del sector. La presencia de arsénico en el estrato es de 6 mg/l.

De acuerdo a estas características, el suelo del Sector C es inapto para el establecimiento de cultivos en las condiciones existentes actualmente. Para su utilización agrícola es fundamental efectuar un proceso de acondicionamiento que demanda un alto costo e implica un período relativamente largo de lavado de suelos. Además, en el área del extremo sur, se requiere de nivelación y terraceo.

8.6 DISPONIBILIDAD DE AGUA PARA RIEGO

Actualmente el riego con aguas servidas en Antofagasta se está realizando con las aguas tratadas de la Planta de Tratamiento de la empresa Biwater, ubicada en la parte norte de la ciudad, lugar donde se concentran la mayor parte de los colectores de aguas servidas de la zona urbana de Antofagasta.

La ciudad de Antofagasta produce, en promedio, unos 500 a 550 l/s de aguas servidas, con un mínimo de 200 a 250 l/s en la noche y un máximo de 600 a 700 l/s. El caudal de aguas servidas llegaría a 1070 l/s en el año 2005. La empresa Biwater tiene una concesión para el saneamiento del litoral costero hasta el año 2025.

La planta de tratamiento actualmente existente, construida por CORFO en 1970, tiene considerado un tratamiento primario de las aguas servidas, las que luego son descargadas al mar. Sólo unos 20 l/s, provenientes de un colector que capta aguas servidas netamente domésticas (de mejor calidad), son derivados hacia las unidades de tratamiento secundario convencional, con lodos activados y cloración final. La capacidad de las dos unidades de tratamiento es de 120 l/s en total, pero nunca se ha tratado más de 45 l/s en la planta. El agua tratada es elevada 60 m hasta un estanque distante dos Km de la planta, hacia el oriente; desde ese punto es nuevamente elevada unos 80 m y conducida por una tubería matriz hacia el norte, por los faldeos de los cerros, hacia la zona de riego, desde la cual se derivan las tuberías de riego que entregan el agua a los regantes del sector la Chimba.

Para el proyecto que se evalúa en este estudio se dispondrán los caudales de aguas servidas que se indican a en el Cuadro 8.6-1.

CUADRO 8.6-1
CAUDALES DE AGUAS SERVIDAS PLANTA DE TRATAMIENTO DE ANTOFAGASTA
(l/s)

AÑO	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	Q medio anual tratado (l/s)
2000	415	412	390	379	408	403	433	432	446	484	426	450	423
2001	425	423	399	388	418	413	444	442	457	497	437	461	434
2002	436	433	409	398	428	424	455	453	469	509	448	472	444
2003	447	444	419	408	439	434	466	464	480	521	459	484	455
2004	457	454	430	417	449	444	477	476	492	534	470	496	466
2005	468	465	440	427	460	455	489	487	504	547	481	508	478
2006	481	478	451	439	472	467	502	500	517	561	494	521	490
2007	493	490	463	450	484	479	514	512	530	575	506	534	503
2008	505	502	475	461	496	491	527	525	543	590	519	548	515
2009	518	515	487	473	509	504	541	539	557	605	532	562	528
2010	531	528	499	485	522	516	555	553	571	620	546	576	542
2011	545	542	512	498	536	530	569	567	587	637	560	591	556
2012	560	556	526	511	550	544	584	582	602	654	575	607	571
2013	575	571	540	524	564	558	600	597	618	671	590	623	586
2014	590	586	554	538	579	573	616	613	634	689	606	639	601
2015	605	602	569	553	595	588	632	629	651	707	622	656	617
2016	621	617	583	567	610	604	648	646	668	725	638	673	634
2017	621	617	583	567	610	604	648	646	668	725	638	673	634
2018	621	617	583	567	610	604	648	646	668	725	638	673	634
2019	621	617	583	567	610	604	648	646	668	725	638	673	634
2020	621	617	583	567	610	604	648	646	668	725	638	673	634
2021	621	617	583	567	610	604	648	646	668	725	638	673	634
2022	621	617	583	567	610	604	648	646	668	725	638	673	634
2023	621	617	583	567	610	604	648	646	668	725	638	673	634
2024	622	618	584	567	611	604	649	646	669	726	639	674	634
2025	622	618	584	567	611	604	649	646	669	726	639	674	634
2026	622	618	584	567	611	604	649	646	669	726	639	674	634
2027	622	618	584	567	611	604	649	646	669	726	639	674	634
2028	622	618	584	567	611	604	649	646	669	726	639	674	634
2029	622	618	584	567	611	604	649	646	669	726	639	674	634
2030	622	618	584	567	611	604	649	646	669	726	639	674	634
2031	622	618	584	567	611	604	649	646	669	726	639	674	634
2032	622	618	584	567	611	604	649	646	669	726	639	674	634
2033	622	618	584	567	611	604	649	646	669	726	639	674	634
2034	622	618	584	567	611	604	649	646	669	726	639	674	634
2035	622	618	584	567	611	604	649	646	669	726	639	674	634
Promedio	569	565	534	519	559	553	594	592	612	664	585	617	580

8.7 CARACTERÍSTICAS Y PRECIO DE LAS AGUAS DE RIEGO

8.7.1 Calidad del Agua de Riego

De acuerdo con los análisis de calidad de las aguas servidas tratadas y de la información proporcionada por la firma Biwater, se ha confeccionado el Cuadro 8.7.1-1, que contiene un resumen con los valores de los principales parámetros de calidad de las aguas y los límites recomendados por la FAO y por la Norma chilena NCh. 1333 que fija los estándares de calidad de aguas para riego.

CUADRO 8.7.1-1
CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DE LAS AGUAS

PARÁMETRO	VALORES NORMALES AGUA DE RIEGO (a)	VALORES NORMA NCh 1333	ANTOFAGASTA	
			CONSULTORA	Biwater
Reacción (pH)	6.0 – 8.5	5.5 – 9.0	6.89	7.70
Conductividad (Salinidad)	0 – 3 Ds/m	0.75	4.05	2.80
RAS(Relación adsorción Na)	0 – 15	-	9.25	n/d
Calcio (meq/l)	0 – 20	-	5.81	4.80
Magnesio (meq/l)	0 – 5	-	7.08	2.60
Sodio (meq/l)	0 – 40	35%	23.5	n/d
Carbonato (meq/l)	0 – 0.1	-	0.00	n/d
Bicarbonato (meq/l)	0 – 10	-	4.72	n/d
Cloruros (meq/l)	0 – 30	5.6 *	27.5	20.2
Sulfato (meq/l)	0 – 20	5.2 **	9.37	8.20
Boro (mg/l)	0 – 2	0.75	6.00	6.00
Arsénico (mg/l)	0.10	0.10	0.01	0.04
Cobre (mg/l)	0.20	0.20	0.00	0.00

a : FAO 29 Rev.1

* La Norma indica 200 mg/l

** La Norma indica 250 mg/l

- Parámetro no normado

n/d: Dato no disponible

A partir de estos antecedentes expuestos, la aptitud de estas aguas es muy limitada, debido a su alta salinidad y contenido de Boro, situación que condiciona fuertemente la elección de los cultivos que pueden ser considerados en este proyecto de riego. El resto de los parámetros no presentarían mayores dificultades, según se aprecia en el cuadro anterior.

8.7.2 Costo del Agua de Riego

De acuerdo a lo informado por la Empresa Biwater, actualmente en Antofagasta el costo del agua tratada era de UF 18 más IVA para los regantes de La Chimba y de UF 25 más IVA para los industriales por cada 1000 m³. Lo anterior ha sido recientemente modificado, de tal modo que el precio que deben pagar los agricultores de La Chimba es de UF 22 más IVA, lo que equivale a \$ 403/m³ en pesos de junio de 2000, es decir US\$ 0,75/m³.

El precio que ha fijado Biwater es concordante con su esquema de costos, entre los cuales está el pago de un "Royalty" a ESSAN correspondiente a 8,5 UF/1000 m³ de agua tratada vendida, con un valor mínimo correspondiente a 30 l/s (2,6 millones de m³ por mes); es decir si se vende menos de ese valor se paga el mínimo. Por otra parte, si se vende más agua tratada que el mínimo, se paga proporcional al volumen vendido.

Con el propósito conocer el valor del precio del agua tratada se consultó con ESSAN este tema. La empresa informó oficialmente, mediante Carta G.I. N°250/00 del 6/04/2000, que al respecto no se había realizado un estudio tarifario para determinar el precio del agua tratada; sin embargo dio un valor de referencia de 23 UF por cada 1.000 m³, el que puede variar según las condiciones de ubicación del punto de entrega, duración del contrato de suministro y volumen de agua tratada a suministrar.

Comparando el valor dado por ESSAN con el de Biwater, queda claro que son cifras muy similares y del mismo orden de magnitud. En efecto, el valor de ESSAN se sitúa justo en el medio del precio antiguo y del nuevo fijado por Biwater.

Sobre la base de lo anterior, para los fines de evaluar el proyecto de riego en Antofagasta se debe considerar un precio del agua tratada de 23 UF por cada 1.000 m³, es decir \$ 360/m³ en pesos de junio de 2000, lo que equivale a \$346 en moneda de diciembre de 1999.

8.8 SITUACIÓN JURÍDICA Y USO ACTUAL DE LOS SUELOS

Los terrenos son propiedad del Estado de Chile, y se encuentran bajo la tuición del Ministerio de Bienes Nacionales. En estos momentos se encuentran sin ningún tipo de uso, ya sea agrícola, industrial, residencial, u otro. Para describir de alguna manera el uso actual que se les da a ellos, se puede decir que son terrenos totalmente abandonados, que no cuentan con deslindes de propiedad, y que son parte integrante del desierto que rodea a la capital de la II Región.

Por lo antes señalado, para efectos de la evaluación de la propuesta de desarrollo agrícola se consideró que en la situación actual no se percibe ningún tipo de ingreso por la explotación de estos terrenos, situación que no varía para una supuesta situación actual mejorada. De esta manera el proyecto de desarrollo corresponde a un proyecto de colonización agrícola.

8.9 FORMA DE TRANSFERENCIA DE LOS TERRENOS

El Ministerio de Bienes Nacionales cuenta con la facultad de entregar a personas jurídicas chilenas concesiones de largo plazo sobre terrenos fiscales, para el desarrollo de proyectos específicos. Para optar a este beneficio los interesados deben presentar un anteproyecto en la Secretaría Regional Ministerial de Bienes Nacionales, la que los somete a la consideración del Comité Concesional Regional, y del Gobierno Regional.

Por ser esta una concesión onerosa, donde se deben efectuar pagos anuales reajustables en Unidades de Fomento, la Secretaría Regional Ministerial de Bienes Nacionales debe tasar comercialmente los terrenos solicitados en concesión, distinguiendo entre las categorías de uso asignadas a cada zona. Posteriormente, la Comisión Especial de Enajenaciones del nivel central del Ministerio de Bienes Nacionales determina el derecho concesional, aplicando una tasa anual de renta, expresada como porcentaje del valor comercial del inmueble en cuestión. Para estos efectos el Ministerio cuenta con tasas referenciales por tipo de uso, que son las siguientes: recursos no renovables, 12%; recursos renovables, 9%; industriales y comerciales, 6%; ecoturismo, espacios públicos y desarrollo local, 3%, y; conservación, investigación y educación, 2%.

Es de interés hacer notar también que el derecho de concesión adjudicado a una persona jurídica chilena, o los flujos futuros de la misma, pueden ser dados en prenda con el objeto de garantizar cualquier obligación que se derive directamente o indirectamente de la ejecución del proyecto o de la concesión (Anexo 8.9-1 Procedimiento de concesiones directas del Ministerio de Bienes Nacionales).

En reunión sostenida con el Secretario Regional Ministerial de Bienes Nacionales y el Secretario Regional Ministerial de Agricultura se informó que en una tasación reciente efectuada en el área en cuestión se determinó un valor comercial de los terrenos de entre UF 1,0 a UF 1,5 el metro cuadrado. Ello significa que el valor de mercado de una hectárea es de no menos de UF 10.000, lo que al mes de abril del año 2000 equivale a \$ 152,5 millones de pesos.

Si al valor comercial antes señalado se le aplica la tasa de referencia establecida para las concesiones de recursos naturales, del 9% anual, se determina que los agricultores que participen en la sociedad que eventualmente se adjudique la concesión deberán cancelar anualmente la suma de \$ 13,77 millones por hectárea, cifra que resulta extremadamente alta considerando los niveles de rentabilidad factibles de ser alcanzado en la actividad agrícola nacional y, que dicho monto alcanza para adquirir, en propiedad, varias hectáreas plantadas con frutales en la zona central del país.

8.10 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO EN LA SITUACIÓN PROYECTADA

8.10.1 Identificación de Predios Tipo

De ejecutarse el proyecto, la autoridad deberá definir la forma como se lotearán los terrenos de nuevo riego, y el tamaño que tendrán en definitiva las propiedades agrícolas. Esto último a su vez está relacionado, entre otras cosas con: características de los suelos, tipo de agricultor y agricultura que se pretende propiciar, plazo con el que el Ministerio de Bienes Nacionales otorgue la Concesión Onerosa, facilidades que se entreguen al agricultor para cancelar las cuotas anuales fijadas por dicha repartición pública, nivel de subsidio que eventualmente conceda el Gobierno Regional sobre el valor de la cuota anual de Concesión Onerosa y, economías de escala que se alcancen frente a distintos tamaños de propiedad.

Con el fin de tener una visión lo más amplia posible sobre el rango de tamaño de explotación factible de ser trabajada comercialmente en forma rentable se optó por identificar seis Predios Tipo, que se distinguen entre sí por la calidad de los suelos cultivados, el tamaño total de propiedad, la superficie cultivada con que cuenta cada una de ellas, y la estructura de cultivo utilizada. Para estos efectos se consideró que no es aconsejable hacer propiedades de carácter de minifundio, ya que ello a la larga se puede constituir en un foco de pobreza, afectando el desarrollo urbanístico de la ciudad de Antofagasta y los posibles proyectos turísticos que pueden desarrollarse aledaños a este sector costero.

Para establecer la superficie cultivada que existirá en cada uno de los Predios Tipo se asumió que el agricultor destinará a terrenos indirectamente productivos parte de la superficie entregada, entendiéndose por tal la casa habitación, bodegas de productos e insumos, senderos interiores, y otras instalaciones necesarias para una adecuada operación, administración y gestión. La proporción de terrenos utilizados con estos fines es inversamente proporcional al tamaño de la propiedad, con oscilaciones que van desde un 12% en los predios de menor tamaño, hasta un 8% para los de mayor superficie.

A su vez, para calcular la cabida de predios en los terrenos cedidos por el Ministerio de Bienes Nacionales, y que a su vez son factibles de ser regados con aguas servidas tratadas por la empresa Biwater, se supuso que un 15% de los suelos será destinado a caminos interiores e infraestructura requerida en todo tipo de loteo. De esta manera, de las 357 hectáreas que conforman el área del proyecto, 54 serán ocupadas por infraestructura extrapredial, y 303 hectáreas serán asignadas para su usufructo a título personal. Cabe señalar que cada propietario deberá asumir en el pago de la Concesión Onerosa a parte proporcional de los espacios comunes que le corresponden.

Se trabajó con tres alternativas de tamaño, tres, cinco y diez hectáreas, las que fueron aplicadas a la superficie disponible en los sectores identificados en el estudio de suelos: A, B y C. Para estos efectos se asumió que existirá un número similar de cada uno de los Predios Tipo identificados

CUADRO 8.10.1-1
PREDIOS TIPO IDENTIFICADOS Y CABIDA DE CADA UNO DE ELLOS
(hectáreas)

PREDIO TIPO	SUPERFICIE TOTAL a/	SUPERFICIE COMUNES b/	SUPERFICIE INDIVIDUAL	SUPERFICIE NO PRODUCT.	SUPERFICIE REGADA	NUMERO DE PREDIOS
AB3	3.5	0.5	3.0	0.4	2.6	8
AB5	5.9	0.9	5.0	0.5	4.5	7
AB10	11.8	1.8	10.0	0.8	9.2	7
C3	3.5	0.5	3.0	0.4	2.6	11
C5	5.9	0.9	5.0	0.5	4.5	10
C10	11.8	1.8	10.0	0.8	9.2	9

a/ Considera la superficie total que es asignada al agricultor. Incluye superficie del predio y espacios comunes proporcionales.

b/ Corresponde a la parte proporcional de los terrenos comunes que debe asumir cada agricultor.

8.10.2 Estructura de Cultivo

Como respuesta a las inversiones programadas en riego extrapredial, a la disposición de la empresa Biwater de abastecer las necesidades de agua para regar el área involucrada con una seguridad de riego del orden del 100%, a la garantía que dichas aguas cumplirán con las normas de calidad dispuestas por la autoridad, al apoyo que brindará la autoridad regional para difundir en la población que es inocuo consumir productos agrícolas regados con aguas servidas tratadas y, a la seguridad de que los terrenos serán entregados por el Ministerio de Bienes Nacionales en Concesión Onerosa bajo las condiciones enunciadas en el punto anterior, se espera que agricultores del sector, y de otras zonas agrícolas del país participen de las acciones del proyecto y asuman el desafío de crear un nuevo polo de desarrollo agrícola en terrenos actualmente ocupados por el desierto que rodea a la ciudad de Antofagasta.

Las características edafológicas de los suelos, las condiciones climáticas imperantes en el área, el tipo y calidad del agua que se utilizará para regar, el costo y el plazo de la Concesión Onerosa otorgada por el Ministerios de Bienes Nacionales, el precio que se deberá cancelar por el agua de regadío, los canales de comercialización agrícola existentes en la zona, las ventajas comparativas y competitivas existentes en la actividad agrícola de la zona, y el tamaño de las explotaciones agrícolas, son algunos de los factores que se deben tener en consideración al momento de seleccionar las posibles especies que pueden llegar a conformar la estructura de cultivo promedio del área. Con relación a alguno de estos factores cabe señalar que:

- De acuerdo a los estudios efectuados, el nivel de salinidad que presentan los suelos es catalogado como alto, al presentar una conductibilidad eléctrica que va desde los 3,1 dS/m en el Sector identificado como "A", hasta 65,4 y 109,9 dS/m en el Sector "C".
- La presencia de boro en el suelo constituye una seria limitante para el desarrollo de algunos cultivos. Las estructuras de cultivos sólo se deben contemplar especies vegetales que presenten cierto grado de adaptabilidad a este elemento químico.
- El tratamiento de las aguas por parte de ESSAN afectará la composición orgánica de las mismas, sin modificar mayormente su composición química. De esta manera, el agua para riego tendrá una composición similar a la que actualmente se genera, vale decir, un alto contenido de boro (6.5 mg/l), que sobrepasa con creces la norma 1333 (0.75 mg/l). Este nivel de boro en el agua de riego, sumado a la presencia de este elemento en el suelo (sector A y B entre 0.9 y 4.5 mg/l, sector C entre 6.8 y 58.1 mg/l) se constituye en una limitante para el desarrollo de los cultivos¹.
- Los agricultores deberán cancelar por concepto de Concesión Onerosa \$ 13,77 millones anuales por hectárea. Ello determina que los cultivos que se establezcan deben presentar un margen de utilidad, o una velocidad de recuperación y rotación que permita solventar éste y otros gastos indirectos.

¹ No existen antecedentes bibliográficos que permitan conocer con certeza los daños que provocan en la planta concentraciones mayores a 4 mg/l de boro. Las especies catalogadas como tolerantes presentan síntomas de toxicidad con esta concentración.

- Según estimaciones efectuadas por las Empresa Biwater y ESSAN, el agua tratada tendrá un valor similar al que actualmente cancelan los agricultores de La Chimba, vale decir alrededor de \$ 346 por metro cúbico, sin incluir el costo de amortización y operación del tramo existente entre el lugar en que entrega el agua Biwater y el predio donde se utilizará el recurso².
- La demanda de agua de los cultivos está determinada por la interacción de una serie de factores, tales como tipo de cultivo, época de siembra, nivel de evapotranspiración, período de desarrollo, forma de riego, y carga requerida para lixiviar sales. De acuerdo a los cálculos efectuados la tasa de riego promedio en hortalizas es de 26.000 m³/ha mes. Ello significa que los agricultores deberán cancelar por concepto de agua de riego alrededor de \$ 9,0 millones hectárea año³. A lo que se debe agregar la carga de agua que se empleará para efectuar un fuerte lavado inicial de las sales presentes en los suelos, que dependiendo del sector de suelo del que se trate, implicará un costo de entre 1,4 y 2,8 millones de pesos por hectárea.
- La cercanía de la ciudad de Antofagasta, la densidad poblacional que ella tiene, el alto ingreso per cápita de su población, la distancia que existe entre ésta ciudad y los principales centros de producción agrícola del país y, la existencia de canales de comercialización para la producción local de hortalizas regadas con aguas servidas tratadas, son elementos que constituyen ventajas competitivas para la producción de especies vegetales de rápida perecibilidad, como son las hortalizas.

La estructura de cultivo que en definitiva exista en el futuro en el área de nuevo riego dependerá, además de los factores antes enunciados, de una serie de otros elementos, tales como: tipo de agricultor que participe en el proyecto de desarrollo, experiencia productiva que tenga, canales de comercialización en los que él haya participado, grado de dedicación y riesgo financiero que esté dispuesto a asumir, expectativas de rentabilidad que el agricultor tenga para el corto y largo plazo, y relación de intercambio comercial que se presente a lo largo del período de evaluación del proyecto, entre otras.

Para definir una estructura de cultivo realista, que se acerque lo más posible a la que puede llegar a existir una vez que se establezcan las acciones del proyecto, se consideró la experiencia de la Estación Experimental de Canchones⁴, dependiente del Departamento de Agricultura del Desierto de la Universidad Arturo Prat de Iquique, las investigaciones efectuadas en la zona por el Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias, y los conocimientos de los agricultores de la localidad de La Chimba.

Se optó por una estructura de cultivo con un claro predominio de hortalizas. Se descartó la plantación de palma datilera y maracuyá por los motivos ya expuestos en el capítulo referente Recopilación y Análisis de Antecedentes y Experiencias. El olivo, si bien presenta

² El precio actual es de UF 25 por 1000 m³, menos descuento de UF 0,5, resulta un valor de UF 20 por 1000 m³.

³ Considerando una ocupación del 90% del tiempo

⁴ Si bien es cierto los parámetros climáticos en la Estación Experimental son diferentes a los de Antofagasta, las características químicas de suelo y agua, en cuanto pH, concentración de boro y sales, presenta algún grado de similitud.

cierto grado de tolerancia a la presencia de sales (4 mmhos/cm) y boro (2 mg/l), requiere de un receso invernal para asegurar una buena fructificación (200 a 300 hr. bajo 7 °C), y así lograr rendimientos que permitan solventar los altos costos que implica el agua de riego, y la Concesión Onerosa que se deberá pagar al Ministerio de Bienes Nacionales

Para los Predios Tipo de menor tamaño (3 ha) se optó por una estructura de cultivo compuesta por hortalizas de ciclo vegetativo corto, de manera de tener varias cosechas al año en un mismo paño de terreno, lograr una alta velocidad de circulación del capital, y emplear una fuerza de trabajo estable en el tiempo. En los Predios Tipo de mayor tamaño (10 ha) se cultivarán hortalizas con período de desarrollo más largo, que su crecimiento vegetativo determine menor densidad de siembra, y con requerimientos menos intensivo de mano de obra, pero que por la superficie involucrada permiten la contratación de fuerza de trabajo estable a lo largo del año. Los Predios Tipo de cinco hectáreas dispondrán de una estructura de cultivo intermedia entre las antes señaladas.

Es necesario hacer notar que las estructuras de cultivo consideradas solo pretenden reflejar una situación futura promedio, por lo que los cultivos individualizados representan el abanico de posibilidades que tienen los agricultores, motivo por el que no deben descartarse a priori otras alternativas.

CUADRO 8.10.2-1
ESTRUCTURA DE CULTIVO PROYECTADA AL AÑO DE MÁXIMO DESARROLLO
(ha)

CULTIVOS	AB3	AB5	AB10	C3	C5	C10
Acelga	1.5	0.6		1.5	0.6	
Apio		1.5	5.3		1.5	5.3
Cebolla		1.1	4.6		1.1	4.6
Choclo		0.8	7.0		0.8	7.0
Cilantro	2.5	1.9		2.5	1.9	
Espinaca	2.3	1.1		2.3	1.1	
Lechuga	2.1	1.9		2.1	1.9	
Melón		1.1	4.0		1.1	4.0
Rabanito	1.5	1.1		1.5	1.1	
Repollo		1.1	3.0		1.1	3.0
Zanahoria	1.7	1.5		1.7	1.5	
Zapallito		1.5	4.8		1.5	4.8

Con relación al cuadro cabe señalar que el hecho de que la superficie cultivada sea superior a la superficie física regada existente al interior de cada predio se debe a que las características climáticas imperantes en la zona, junto con el período vegetativo que tienen algunas hortalizas, permiten la obtención de varias cosechas al año en un mismo paño de terreno, pudiendo en algunos casos obtenerse hasta más de cuatro cosechas al año.

Cabe recalcar que la incorporación de terrenos al riego será acorde al programa de producción y entrega de aguas servidas tratadas establecido por la empresa Biwater y, al programa inicial de habilitación y lavado de los suelos para lixiviar sales. Las unidades de producción se irán conformando de acuerdo a estos programas, de tal manera que a partir del

segundo año de ejecución se podrá trabajar agrícolamente la totalidad de los terrenos involucrados en el proyecto.

8.10.3 Nivel Tecnológico

Para definir el nivel tecnológico promedio a los que se puede aspirar en los distintos cultivos que conforman el modelo especificado en el numeral anterior, se consideraron aspectos técnicos y financieros. Los aspectos financieros juegan un rol determinante debido a que cualquier incorporación de tecnología requiere contar con financiamiento para efectuar las inversiones iniciales, solventar los costos directos de producción de los cultivos y los costos indirectos de la empresa, además de los eventuales flujos de caja negativos que puedan presentarse en el período de maduración de las inversiones.

Los aspectos técnicos se han señalado con anterioridad, y dicen relación con las condiciones climáticas y edafológicas, con la disponibilidad y calidad del agua de riego, con la facilidad de transporte y comercialización de la producción, entre otras. Con relación a este punto es necesario detenerse un poco para analizar la dificultad que provoca en la actividad agrícola la presencia de boro en el suelo y en el agua de riego.

La literatura nacional e internacional indican que con los niveles de boro que presentan las aguas de riego (6 mg/l) y los suelos del área en estudio (sector AB, 0.9 a 4.5 mg/l; sector C, 6,8 a 58,1 mg/l) se dificulta el desarrollo vegetativo de las plantas⁵. Por otro lado, existen publicaciones donde se catalogan algunos vegetales en función del grado de tolerancia que ellos tienen a la presencia de boro, y donde no todas ellas coinciden con la clasificación que de ellos hacen. No se ha podido disponer de una función de producción científicamente diseñada, que permita proyectar disminuciones de rendimientos por toxicidad de boro.

No existen métodos económicamente rentables para extraer el boro de las aguas de riego. Tampoco existen métodos químicos o enmiendas de suelo que permitan que un suelo deje de ser tóxico por boro. Sin embargo, en algunas partes se han adaptado a estas restricciones manteniendo niveles de fertilización adecuados y aumentando la frecuencia del riego. La incorporación de guano en forma permanente permite fijar parte del boro, y evitar así el daño que este elemento químico provoca a las plantas. Ejemplo de esto puede encontrarse en el sector de La Chimba, donde los agricultores han regado por años con el agua proporcionada por Biwater, que contiene más de 6 mg/l de boro, logrando buenos rendimientos, y el caso del valle del río Yuta, donde se cultivan aproximadamente 1.800 ha regadas con aguas cuyo contenido de boro es de entre 13 y 20 mg/l.

Los niveles de utilización de insumos y factores de producción propuestos en los estándares técnicos empleados para evaluar la factibilidad técnica del presente subproyecto responden a las necesidades de un cultivo promedio y son concordantes con los volúmenes de producción esperados por unidad de superficie. Mediante controles fitosanitarios oportunos y

⁵ De acuerdo a lo señalado por Robert Ayers en la publicación Quality of Water for Irrigation, concentraciones de entre 0,5 y 2,0 mg/l de boro en el agua de riego generan problemas crecientes a los vegetales, en tanto que, con concentraciones de entre 2,0 y 10,0 los daños se tornan cada vez más severos

adecuados se espera cosechar productos aptos para ser comercializados en el mercado local, y competir, en precio y calidad, con productos cosechados en otras zonas del país. La ejecución de las labores culturales en la época y forma adecuada evitará inconvenientes, y permitirá salir a mercado en el momento oportuno. La incorporación permanente de guano es una práctica que reviste especial importancia en la zona en estudio, a través de ella se mejorarán paulatinamente las condiciones químicas y físicas que presentan los suelos del desierto.

Con relación a lo anterior, cabe señalar que es fundamental generar productos de primera calidad, ya que de lo contrario es muy difícil competir con éxito bajo las condiciones en las que se encontrarán los agricultores, y más aún si se considera que deberán conquistar nuevos mercados y lograr que los consumidores no discriminen los productos regados con aguas servidas tratadas, aunque ellos presentan la ventaja de ser regados con aguas de bajo contenido de arsénico, muy por debajo de la norma 1333, y de la que usualmente se utiliza en otras zonas agrícolas de la Región. Para conquistar nuevos mercados regionales y locales se espera contar con el apoyo técnico y financiero del Gobierno Regional.

Los niveles de producción factibles de ser alcanzados por unidad de superficie se estimaron teniendo en consideración los niveles existentes de sales y boro, tanto en el suelo como en el agua con que se regará, resultados alcanzados por agricultores tecnificados de otras áreas de producción agrícola, investigaciones desarrolladas por el Instituto de Investigaciones Agropecuarias, coeficientes técnicos presentados en otros estudios, y opiniones de agricultores y profesionales de agro. Cabe hacer notar que los volúmenes de cosecha proyectados son sumamente optimistas, y por ende constituyen el principal factor de sensibilización de los resultados financieros del proyecto en estudio.

8.10.4 Estándares de Cultivo

Los estándares técnicos proyectados se presentan en el Anexo 8.10-1. En ellos se establecen los niveles de insumos y factores de producción que, como promedio, se emplearán por unidad de superficie, y los rendimientos máximos factibles de ser alcanzados en condiciones óptimas, y en caso de no existir restricciones para satisfacer los requerimientos de agua de los cultivos y cumplirse con todas las labores tendientes a minimizar los efectos de toxicidad del boro en los cultivos. Cabe hacer notar que se trabajó un nivel tecnológico que refleja una situación promedio alta, lo que no descarta que existan casos excepcionales de agricultores que empleen estándares superiores a los proyectados, y otros que, por problemas de diversa índole, estén por debajo de los mismos.

Los rendimientos que se presentan a continuación corresponden a rendimientos potenciales optimistas, que se pueden lograr en óptimas condiciones de manejo, y en los que se consideran las mermas que se producen a nivel de potrero. El porcentaje de merma en hortalizas depende de una serie de factores, dentro de los cuales se destacan: grado de éxito que se logre para minimizar los efectos tóxicos del boro, forma de manejo del cultivo, velocidad de perecibilidad del producto, época de cosecha, canal de comercialización utilizado, agilidad en el proceso de comercialización, capacidad de gestión del agricultor, entre otros.

CUADRO 8.10.4-1
POSIBLES CULTIVOS, RENDIMIENTOS QUE SE PODRÍAN ALCANZAR

CULTIVO	ÉPOCA SIEMBRA	OCUPACIÓN SUELO (días) a/	RENDIMIENTOS MÁXIMOS	
Acelga	Todo el año	100	10.710	Atado
Apio	Todo el año	90	21.300	Unidad
Cebolla Temprana	Todo el año	130	19.200	Kilo
Choclo	Todo el año	100	27.300	Unidad
Cilantro (perejil)	Todo el año	80	7.500	Kilo
Espinaca	Todo el año	80	7.100	Kilo
Lechuga	Todo el año	70	57.600	Unidad
Melón	Salida invierno	130	22.400	Unidad
Rabanito	Todo el año	60	560.000	Unidad
Repollo	Otoño	90	15.700	Unidad
Zanahoria	Todo el año	130	214.000	Unidad
Zapallito	Todo el año	140	90.700	Unidad

a/ Incluye período de cosecha

8.10.5 Necesidades de Agua de Riego

Los requerimientos hídricos de los terrenos que se pondrán en riego están relacionados con tres aspectos: requerimiento de agua para la habilitación inicial de los terrenos, requerimientos hídricos para el riego de los cultivos, y para mantener controlado el nivel de salinidad de los suelos a través del tiempo.

De acuerdo a los cálculos efectuados, y que se adjuntan en el Anexo 8.10-2, las necesidades de agua para la habilitación de los primeros 40 cm terrenos, mediante el lavado inicial de ellos, es de 4.000 m³/ha en el sector A y B, y de 8.000 m³/ha en el sector C, o más salino. A través de este mecanismo se logrará bajar la conductibilidad eléctrica a aproximadamente 3.3 dS/m. La aplicación del agua se efectuará mediante riego por borde, o eras, que resulta ser más eficiente y económico para este tipo de práctica de manejo.

La demanda de agua de riego de los cultivos está dada por la necesidad hídrica de cada especie vegetal, el estado de desarrollo que ella tenga en las diferentes épocas del año, las eventuales precipitaciones de aguas lluvias que pudieran suplir parte de estas necesidades, la estructura de cultivo que exista en un momento determinado, el nivel de ocupación que tengan los suelos, y los sistemas de riego utilizados. De acuerdo a los cálculos efectuadas, y que se adjuntan en anexo indicado anteriormente, las demanda bruta de agua en los predios tipo de 9.2 ha, 4.5 ha y 2.6 ha regadas, considerando una fracción de lavado de 0.5, un coeficiente de uniformidad de riego de 85%, y un lavado anual de mantención de 2.520 m³/ha, es de 23.505 m³/ha/año, 25.344 m³/ha/año, y 27.184 m³/ha/año, respectivamente.

Al aplicar estos valores al total del área involucrada en el proyecto, de acuerdo a la proporción de superficie ocupada por cada predio tipo, se determina una tasa de riego promedio ponderada de 26.035 m³/ha en el sector AB, y de 25.981 m³/ha en el sector C.

8.10.6 Superficie Posible de Ser Regada

De acuerdo a las tasas de riego calculadas, y a los caudales potenciales que proyecta generar la planta de tratamiento de las aguas servidas de la ciudad de Antofagasta en el período 2000 - 2035, no existirían problemas para satisfacer, a partir del segundo año de puesta en marcha del proyecto, las necesidades de riego de 117 hectáreas en el sector de suelos A y B, y 157 hectáreas en el sector de suelos C

8.10.7 Período de Transición para Lograr el Cambio Proyectado

Se entiende por período de transición el tiempo que demandará a un determinado agricultor llegar a la situación de máximo desarrollo, o equilibrio. Cabe señalar que este plazo no se refiere al proceso de incorporación de los agricultores a las acciones del proyecto, como tampoco al período de evaluación de rentabilidad del mismo.

Para estos efectos se asumió como hipótesis que: a) todos los terrenos que vayan siendo puestos en riego por Biwater serán de inmediato trabajados por los agricultores, b) desde un inicio se utilizará la tecnología establecida en los estándares técnicos, c) los terrenos serán subsolados y lavados con el fin de lixiviar sales, d) se aplicarán enmiendas destinadas a mejorar las características físicas y químicas de los suelos, e) existirán líneas de crédito destinadas a financiar las inversiones extraprediales e intraprediales, y f) los agricultores contarán durante los primeros años con un servicio de asistencia técnica y de transferencia tecnológica que los apoye y guíe en su gestión técnica y empresarial.

Se estima que los agricultores tardarán cinco años en alcanzar los niveles de plena producción proyectados para cada uno de los Predios Tipo identificados. Durante el primer año de ejecución del proyecto se realizarán las inversiones de puesta en riego y adecuación de los terrenos para ser cultivados. En los años posteriores se ejecutarán todas las labores culturales contempladas en los estándares técnicos. Los rendimientos se irán incrementando paulatinamente hasta el año sexto del proyecto, momento en el que se estabilizarán.

Para efectos de los cálculos de rentabilidad se asumió un escenario lo más optimista posible. Es así como se consideró que todos los agricultores alcanzarán los máximos niveles de producción proyectados, independientemente del sector de suelos en el cual se encuentren ubicados.

8.10.8 Costos Indirectos a Nivel Predial

En toda explotación agrícola es necesario considerar gastos que no son imputables a ningún cultivo en particular, pero que deben ser cubiertos para desarrollar la actividad. Es así como los agricultores enfrentan gastos de inversión y mantención de infraestructura cercos y sistemas de riego; conservación y operación de equipos y otros elementos existentes al interior de las fincas; administración del predio; servicios contables y de comunicación, y; cancelación de derechos o valor del agua de regadío. Todas estas partidas de gasto necesariamente deben ser

consideradas al momento de calcular la rentabilidad de la explotación agrícola a la que pueden aspirar los distintos tipos de productores agrícolas que eventualmente se instalen en la zona estudiada.

A su vez, es de interés conocer los márgenes netos que pueden existir en los diferentes Predios Tipo identificados para el presente estudio. Para ello se consideran los subsidios que eventualmente podrían recibir los agricultores y, en caso de resultar rentable el proyecto para los agricultores, impuesto territorial, impuesto a la renta y global complementario, y gastos financieros, entre otros.

8.10.8.1 Inversiones en Riego

Los costos de inversión en sistemas de riego extrapredial y en la red de distribución principal al interior del predio, hasta su llegada al medidor que instalará la Compañía abastecedora del agua de riego, serán financiados por los propios agricultores, en forma proporcional a la superficie que cada uno de ellos riegue. Para estos efectos contarán con una línea de crédito de largo plazo.

De acuerdo a los estudios de ingeniería desarrollados, y que son parte del presente documento, los costos de inversión que se deberán solventar para financiar las obras civiles de conducción de las aguas servidas tratadas desde el punto de entrega de Biwater hasta cada uno de los predios agrícolas es de 2.900 millones de pesos, los que se deberán desembolsar en el transcurso del primer año de ejecución del proyecto. En el décimo quinto año se deberán efectuar algunas sustituciones y reparaciones mayores de infraestructura y equipos, lo que demandará una inversión de 220 millones de pesos.

Si el costo de inversión inicial se divide por el número total de hectáreas involucradas en el área del proyecto se determina que el costo de puesta en riego, por concepto de obras extraprediales, asciende a la suma de 8,15 millones de pesos por hectárea, lo que resulta sumamente alto. Si para este cálculo se considera solamente aquella superficie que efectivamente será regada, el costo de inversión en obras de riego extrapredial sube a 10,6 millones de pesos por hectárea, cifra que supera con creces el precio que tiene la tierra agrícola en la zona central del país.

De justificarse económicamente el proyecto, los agricultores procederán a incorporar de inmediato los sistemas de riego intraprediales que permitan, por un lado, responder a las condiciones agroclimáticas y edafológicas existentes en la zona y, por el otro, solventar altos costos de inversión y operación en sistemas de riego extrapredial y el alto valor del metro cúbico que tendrá el agua tratada expendida por Biwater.

Un sistema tecnificado de riego presurizado por lo general se compone de estanque de acumulación de agua, sala de máquinas, equipo de bombeo, tuberías PVC, y cintas o líneas de goteo. Sin embargo, para el caso específico de este proyecto, los primeros elementos mencionados no serán necesarios ya que la empresa Biwater suministrará agua entubada en

forma constante, y con la presión suficiente como para operar eficientemente los sistemas tecnificados de riego.

El costo promedio por hectárea de uno de estos sistemas depende de una serie de variables, tales como: forma y tamaño del predio, cultivos que se regarán, volúmenes de agua a aplicar, distancia a la que se encuentra la red de agua, entre otros. De acuerdo a antecedentes entregados por especialistas, el costo de inversión promedio en riego es de US\$ 3.285 por hectárea, donde aproximadamente un 63% corresponde a las líneas de riego (ver Anexo 8.10-3).

La duración de los sistemas de riego depende del trato que reciban, la existencia de riesgo de rupturas y colapsos, y de la calidad de los elementos y materiales que componen el sistema. Para efectos de cálculo se asumió que la red matriz y submatriz, y los equipos tendrán una vida útil de 15 años, en tanto que las líneas de riego durarán 7,5 años. Para la adquisición e instalación del sistema los agricultores se acogerán a los beneficios de la Ley de Fomento al Riego, y obtendrán, como promedio, un subsidio equivalente al 70% de los costos. El 30% restante será financiado a través de un crédito a largo plazo.

8.10.8.2 Inversiones en Habilitación de los Terrenos

Las características físicas y químicas de los suelos, descrita con anterioridad, determinan la necesidad de efectuar algunas labores iniciales tendientes a habilitar los terrenos para poder iniciar en ellos una actividad agrícola. Dentro de las principales labores contempladas se destaca el subsolado, a una profundidad de al menos de un metro, la incorporación de guano a razón de 150 metros cúbicos por hectárea, el lavado de suelos mediante la utilización de 4.000 y 8.000 metros cúbicos por hectárea, dependiendo ello del nivel de sales que tienen los suelos en la actualidad.

8.10.8.3 Otras Inversiones

En esta partida de gastos solo se consideran aquellas inversiones que están directamente relacionadas con la actividad agrícola, y que son imprescindibles para poder desarrollarla. Dentro de ellas se considera la construcción paulatina de infraestructuras productivas de bajo costo, la instalación de deslindes en base a postes de madera y alambre de púas, la compra o reemplazo de herramientas de trabajo, entre otras. No se contempla la adquisición de maquinaria, se asume que terceros constituirán una empresa que prestará servicio de maquinaria, logrando economías de escala y ofreciendo precios convenientes a los productores agrícolas.

8.10.8.4 Mantenciones y Operaciones

De acuerdo a lo antes señalado, los costos de operación y mantención del sistema de abastecimiento de agua servida tratada, desde el actual punto de entrega de Biwater hasta los medidores en las propiedades, será cargo de los propios agricultores, los que cancelarán estos

gastos en forma proporcional a la superficie que cada uno de ellos riegue. Según los estudios efectuados estos costos ascienden a la suma de 193 millones de pesos anuales.

Por otro lado, los gastos de mantención y operación del sistema de riego tecnificado al interior de los predios agrícolas dependen de un sin número de variables, dentro de las cuales se puede mencionar: mano de obra para el tendido y retiro de las líneas de riego, reparaciones, y adquisición de químicos para conservar los sistemas en óptimas condiciones de funcionamiento. Estos costos se han estimado, como promedio, en \$ 69.836 anuales por hectárea.

Para efectuar los trabajos de preparación de suelos, y otras labores que requieran de maquinaria agrícola, se contratarán los servicios de empresas especializadas que se instalarán en la zona. Ellas serán las responsables de incluir en sus precios todas las partidas de gastos correspondientes, tales como depreciación, combustibles, lubricantes, reparaciones, salarios de los trabajadores. Los agricultores se limitarán a cancelar el precio de mercado por estos servicios, los que ya fueron considerados en los estándares técnicos.

En toda propiedad agrícola existe infraestructura, y otros equipos e implementos que deben ser mantenidos y reparados con el fin de poder desarrollar una actividad económica eficiente y generar así beneficios monetarios. En este tipo de gastos existen claras economías de escala, motivo por el que, para efectos de cálculo, se estimó que ellos son equivalentes a un 3% de los costos directos de producción en los predios de mayor tamaño; 4% en los de tamaño intermedio; y 6% en los más pequeños.

8.10.8.5 Servicios Administrativos y Contables

Este ítem pretende reflejar los gastos en que se debe incurrir para organizar, gestionar y controlar que las labores agrícolas se ejecuten en forma oportuna, que los recursos financieros e insumos estén disponibles cuando se les necesita y, que la producción sea comercializada de la mejor forma posible. Dentro de esta partida se engloban gastos tales como movilización, comunicaciones y remuneración de la persona responsable de esta función, la que puede corresponder al propietario, u otra persona que sea contratada especialmente para cumplirla.

La remuneración del administrador está directamente relacionada con el nivel de responsabilidad que tenga, número de trabajadores a cargo, y tamaño de la propiedad administrada. Por lo general, al administrador se le asigna un sueldo fijo mensual y una participación sobre las utilidades de la empresa, sin embargo, para efectos de este estudio, se asume como costo de administración un valor fijo mensual.

Los criterios utilizados para cuantificar estos gastos fueron:

- Las explotaciones tres hectáreas son administradas por el propio dueño, el que a su vez ejecuta parte importante de las labores agrícolas requeridas. Esta persona destina aproximadamente el 40% de su tiempo a gestiones de dirección y administración. Si se considera un ingreso promedio mensual de \$ 300.000 mensuales, y a este valor se le

aplica el porcentaje de tiempo que ocupará el agricultor en su función de administrador, se determina un gasto anual por este concepto de 1,4 millones de pesos.

- En las fincas de cinco hectáreas se estima que el agricultor ocupa el 50% de su tiempo en gestiones de administración. Si se considera un nivel de remuneración equivalente a \$ 300.000 mensuales, y se aplica la misma operación antes señalada, se determina un costo anual asciende a la suma de \$ 1,8 millones anuales.
- Los predios con superficie de diez hectáreas son administrados por el propietario a tiempo completo, o por una persona especialmente contratado para estos fines. El costo anual que se debe asumir por este concepto es de \$ 2,4 millones.

Los agricultores contratarán los servicios de un Contador para llevar los libros de contabilidad, efectuar las declaraciones de impuestos, y realizar las gestiones de timbraje de documentos ante el Servicio de Impuestos Internos y la Inspección del Trabajo. A esta persona se le deberán cancelar honorarios de treinta mil pesos mensuales, independientemente del tamaño que tenga la propiedad.

8.10.8.6 Derechos o Valor del Agua para Riego

Los agricultores deberán cancelar mensualmente el agua servida tratada utilizada en el riego de los distintos cultivos existentes en sus propiedades. De acuerdo a estimaciones efectuadas por la empresa de agua potable ESSAN, el precio del metro cúbico del agua servida tratada, puesto el producto en el lugar de entrega de Biwater, es de \$ 346 por metro cúbico, lo que es equivalente aproximadamente al 50% del valor del agua potable que se cancela en la ciudad de Antofagasta (ver Anexo 8.10-4).

El consumo de agua por parte de los agricultores está dado por la tasa de riego calculada para un cultivo de hortalizas promedio, al que se le ha sumado un volumen adicional destinado a mantener controlado el nivel de sales presente en los suelos. Las tazas de riego calculadas son de 26.032 metros cúbicos anuales para los sectores de suelos A y B, en tanto que para el sector de suelos C esta cifra es de 25.982 metros cúbicos anuales.

8.10.8.7 Servicios Básicos

Además de los ya mencionados, existe una serie de otros gastos que deben ser cancelados por el agricultor, dentro de ellos se puede señalar movilización, comunicaciones, alumbrado y papelería. Los gastos en estas partidas dependen de una serie de variables tales como tamaño de propiedad, forma de administración, localización geográfica, y grado de concentración de la producción.

8.10.8.8 Costos Financieros

Los requerimientos de capital para solventar los costos directos e indirectos de producción están relacionados con un sin número de factores, dentro de los cuales se destacan: tamaño de la propiedad, rubros que en ella se explotan, época en que se efectúan los gastos y se realizan las cosechas y, superficie que ocupa cada cultivo.

Debido a que el proyecto presenta indicadores de rentabilidad financiera negativos, entre otras cosas por el alto precio que se debe cancelar por el agua de riego y por concesión onerosa, los agricultores no están en condiciones de contraer deudas con entidades financieras, y menos aún cumplir con las amortizaciones de las mismas. A su vez, lo más probable es que la Banca e INDAP se muestren reticentes a asumir el alto riesgo financiero que conlleva participar en este negocio agrícola.

Por lo antes expuestos el criterio de costo financiero no fue utilizado en este estudio, ya que resultó innecesario determinar los requerimientos de financiamiento y la capacidad de los agricultores para cumplir con los compromisos financieros contraído.

8.10.8.9 Impuestos

El sector agrícola está sujeto a dos sistemas distintos de tributación a la renta: presunta y efectiva. En el primero se deben incluir aquellos agricultores que cumplan con, a lo menos una de las siguientes condiciones: que la personalidad jurídica de la empresa corresponda a la de una sociedad anónima, tener ventas netas anuales por cantidades superiores a 8.000 Unidades Tributarias Mensuales (UTM), desarrollar o participar en actividades por las cuales se deba declarar impuestos sobre renta efectiva, y otras disposiciones que no son de interés detallar para el alcance de este estudio.

Para efectos de cálculo se asume que la totalidad de los agricultores tributan bajo el régimen de renta efectiva, por lo que se aplica un 15% de impuesto sobre la utilidad de la empresa.

El impuesto territorial, que se tributa a través del pago de Contribuciones de Bienes Raíces, no constituye un gravamen cuando la empresa percibe utilidades normales; sin embargo, cuando las utilidades son bajas o cuando el balance arroja pérdida, el agricultor se ve impedido de recuperar el valor total o parcial cancelado por este concepto. En el Congreso Nacional se está estudiando la modificación de esta norma, que de ser aprobada, las Contribuciones pasarán a ser un gravamen más, por lo que no podrán ser descontadas en la declaración de Impuestos a la Renta. Por tal motivo, para efectos de cálculo se asumió esta última alternativa.

Con relación a este aspecto del análisis, cabe señalar dos hechos: debido a que el Ministerio de Bienes Nacionales no traspasará en propiedad los terrenos involucrados en el proyecto, no existirá recaudación de impuestos por concepto de Contribuciones de Bienes Raíces; y, que debido a que el proyecto no generará utilidades en ninguno de los predios tipo

identificados, como tampoco en el proyecto en su conjunto, el Estado se vería imposibilitado de recaudar este tipo de gravámenes.

Por los motivos antes señalados, en el análisis de rentabilidad financiera no se consideró la partida de gasto de impuesto dentro de los flujos de fondo de las propiedades agrícolas.

8.10.9 Resultados Financieros Esperados a Nivel de Predios Tipo y Área Total del Proyecto

Los impactos de las acciones contempladas en el presente proyecto de inversión alcanzarán su estabilización, a nivel de las unidades de producción agrícolas identificadas (Predios Tipo), a partir del sexto año de ejecución del proyecto, una vez que se hayan construido las obras civiles de riego extrapredial e intrapredial, y alcanzado los niveles de estabilización de producción agrícola de los rubros involucrados en las estructuras de cultivo de cada Predio Tipo. Con posterioridad, estos resultados experimentarán cierto grado de variación como consecuencia de nuevas inversiones que se deben efectuar en los sistemas de riego, tanto extrapredial como intrapredial.

La rentabilidad posible esperar en las diferentes unidades de producción se calculó con base en flujos de costos e ingresos incrementales de la situación "con proyecto", con relación a la situación "sin proyecto. Para estos efectos, y teniendo presente que el área en la que se localizará el proyecto actualmente es parte del desierto que rodea la ciudad de Antofagasta, se consideró que la "situación sin proyecto", o actual, es igual a cero, vale decir, el país y los empresarios privados no perciben ningún tipo de beneficio económico de dichos terrenos.

Los ingresos de la "situación con proyecto" se generan por la valoración de la producción agrícola obtenida de los terrenos cultivados en los diferentes Predios Tipos con que se trabajó. Los costos se originan, entre otras cosas por: adquisición de insumos agrícolas, cancelación de factores de producción demandados al interior de las unidades de producción, inversiones extraprediales de obras civiles de riego (\$ 2.900 millones), inversiones en obras civiles y equipos para disponer de sistemas de riego tecnificado al interior de los predios agrícolas, cancelación de la cuota de Concesión Onerosa que cobrará anualmente el Ministerio de Bienes Nacionales por el derecho a uso y usufructo de los terrenos (\$ 13,77 millones hectárea año), y pago a la empresa Biwater por el agua servida tratada que proveerá para regar los cultivos (\$346/m³).

Cabe señalar que para efectos de cálculo se estimó que los agricultores serán liberados de cancelar cualquier tipo de cobros por concepto de nuevas acciones, o incremento de las que actualmente están a su disposición, en lo referente a servicios de apoyo a la producción agrícola, sea en el ámbito de la asistencia técnica, transferencia tecnológica, capacitación y asesoría en comercialización y gestión empresarial. Este tipo de servicios lo recibirían los agricultores en forma gratuita, y serían entregados a través de los diferentes organismos del Estado que operan en estas áreas.

El proyecto fue evaluado en un horizonte de 30 años, sin considerar ningún tipo de subsidio e impuesto. De acuerdo a los cálculos efectuados, considerando en ellos los valores antes señalados de Concesión Onerosa, precio del agua de regadío, e inversiones en obras civiles extraprediales, el proyecto no es rentable para los agricultores representados en los diferentes Predios Tipos identificados, tampoco lo es para el proyecto en su conjunto.

CUADRO 8.10.9-1
RENTABILIDAD FINANCIERA DEL PROYECTO, A NIVEL DE PREDIO TIPO Y ÁREA
TOTAL DEL PROYECTO (millones de pesos)

ÍTEM	TIR	VAN (12%)
Predio Tipo AB3	< 1	-586
Predio Tipo AB5	< 1	-998
Predio Tipo AB10	< 1	-2.005
Predio Tipo C3	< 1	-589
Predio Tipo C5	< 1	-1.003
Predio tipo C10	< 1	-2.016
TOTAL ÁREA a/	< 1	-60.368

a/ El VAN no es sumable, se encuentra ponderado de acuerdo al número de Predio Tipo que existen en el área del proyecto.

Es de interés analizar los efectos que pueden tener en la rentabilidad financiera eventuales cambios de algunos parámetros de análisis. Para tal efecto el proyecto se sensibilizó considerando aquellas variables que inciden en mayor medida en los niveles de rentabilidad de las unidades de producción, de tal manera de conocer bajo que condiciones el proyecto puede llegar a ser rentable. Para tal efecto, se establecieron diez supuestos, y donde todos ellos buscan mejorar los resultados de rentabilidad obtenidos. La autoridad deberá analizar la factibilidad real de que alguno de estos supuestos pueda efectivamente ponerse en práctica.

- a) El Ministerio de Bienes Nacionales no cobre por entregar a los agricultores el derecho a usos y usufructo de los terrenos por 30 años, vale decir, el valor de la Concesión Onerosa es igual a cero.
- b) El Estado subsidia el 70% del valor inicial en obras civiles extraprediales de riego, y de las inversiones en riego intrapredial.
- c) El Estado subsidia el 70% del valor inicial en obras civiles extraprediales e intraprediales de riego, además del 70% de las inversiones en mejoramiento de los suelos.
- d) El precio del agua tratada por la empresa Biwater es de \$ 173 el metro cúbico, en vez de los \$ 346 establecido para el estudio.
- e) El Ministerio de Bienes Nacionales considera que el valor comercial de los terrenos es equivalente a UF 0,2 el metro cuadrado, y el Estado entrega subsidio equivalente al 70% de las inversiones iniciales en riego, y 70% de los costos de mejoramiento de los suelos.

- f) El Ministerio de Bienes Nacionales no cobra por Concesión Onerosa, y el Estado entrega subsidio equivalente al 70% de las inversiones iniciales en riego, y 70% de los costos de mejoramiento de los suelos.
- g) El Ministerio de Bienes Nacionales no cobra por Concesión Onerosa, la empresa Biwater baja el precio del metro cúbico de agua a \$ 173, y el Estado entrega un subsidio equivalente al 70% de las inversiones iniciales en riego y 70% de los costos de mejoramiento de suelos.
- h) El Ministerio de Bienes Nacionales no cobra por Concesión Onerosa, la empresa Biwater baja el precio del metro cúbico de agua a \$ 40, y el Estado entrega un subsidio equivalente al 100% de las inversiones iniciales en riego y 100% de los costos de mejoramiento de suelos.
- i) El Ministerio de Bienes Nacionales no cobra por Concesión Onerosa, y la empresa Biwater proporciona el agua en forma gratuita
- j) El Ministerio de Bienes Nacionales no cobra por Concesión Onerosa, la empresa Biwater proporciona el agua en forma gratuita, y el Estado subsidia el 70% de las inversiones iniciales en riego y mejoramiento de suelos.

Los resultados alcanzados al sensibilizar el proyecto bajo los supuestos antes señalados son los siguientes.

CUADRO 8.10.9-2
TASA INTERNA DE RETORNO A NIVEL DE PREDIO TIPO Y ÁREA TOTAL DEL
PROYECTO BAJO DISTINTOS SUPUESTOS DE SENSIBILIDAD (%)

SUPUESTOS	AB3	AB5	AB10	C3	C5	C10	ÁREA
Concesión Onerosa \$ 0	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Subsidio riego 70%	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Subsidio riego 70%, suelos 70%	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Precio agua \$ 173/ m ³	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Precio tierra UF 0,2, Subsidio riego y suelo 70%	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Concesión \$0, Subsidio riego y suelo 70%	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Concesión \$0, agua \$173, Subsidio Riego y Suelos 70%	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Concesión \$0, agua \$40, Subsidio Riego y suelos 100%	3,2	<1	<1	3,1	<1	<1	<1
Concesión \$ 0, Agua \$ 0	4,2	2,1	2,5	4,2	2,1	2,5	3,7
Concesión \$0, agua \$0, Subsidio Riego y suelo 70%	13,1	10,6	11,6	13,1	10,6	11,6	11,6

CUADRO 8.10.9-3
VALOR ACTUAL NETO A NIVEL DE PREDIO TIPO Y ÁREA TOTAL DEL PROYECTO
BAJO DISTINTOS SUPUESTOS DE SENSIBILIDAD
 (millones de pesos)

SUPUESTOS	AB3	AB5	AB10	C3	C5	C10	ÁREA
Concesión Onerosa \$ 0	-198	-343	-697	-201	-349	-708	-20.925
Subsidio riego 70%	-564	-960	-1.929	-567	-966	-1.940	-58.109
Subsidio riego 70%, suelos 70%	- 560	- 954	- 1.916	- 563	- 959	- 1.927	- 57.706
Precio agua \$ 173/ m ³	-499	-850	-1.703	-501	-852	-1.708	-51.265
Precio tierra UF 0,2, Subsidio riego y suelo 70%	-249	-430	-869	-253	-436	-880	-26.152
Concesión \$0, Subsidio riego y suelo 70%	- 172	- 300	- 607	- 175	- 305	- 618	- 18.263
Concesión \$0, agua \$173, Subsidio Riego y Suelos 70%	- 85	- 151	- 304	- 86	- 154	- 310	- 9.159
Concesión \$0, agua \$40, Subsidio Riego y suelos 100%	- 7	- 19	- 34	- 8	- 20	- 35	- 1.020
Concesión \$ 0, Agua \$ 0	- 24	- 47	- 91	- 23	- 47	- 91	- 2.718
Concesión \$0, agua \$0, Subsidio Riego y suelo 70%	+ 2	- 3	- 2	+2	-3	-2	-57

a/ VAN al 12%

Del análisis de los cuadros anteriores se desprende que el proyecto no es rentable para los agricultores bajo ninguno de los supuestos asumidos en el ejercicio de sensibilización, debido a que sí bien es cierto en la última alternativa la Tasa Interna de Retorno es del 11,6%, ésta no alcanza a cubrir el 12% con que se calculó el Valor Actual Neto.

Sin embargo, cabe hacer notar que en la eventualidad que el Estado opte por ceder en forma gratuita el uso y usufructo de los terrenos, que subsidie, considerando para ello que dichas inversiones se efectuarán en terrenos fiscales, el equivalente al 70% de los costos de inversión iniciales en sistemas de riego, extrapredial e intrapredial, y el 70% de los costos de mejoramiento de suelos y, que además, la empresa Biwater proporcione el agua en forma gratuita, el proyecto pasa a ser rentable para los agricultores al presentar Tasas Internas de Retorno (TIR) por sobre el 10%, aunque levemente inferiores al 12% de interés con que se calculó el Valor Actual Neto (VAN).

Por último es necesario reiterar que el análisis de rentabilidad de hizo considerando un escenario sumamente optimista desde el punto de vista agrícola, entendiéndose por tal: velocidad de incorporación de las acciones del proyecto, nivel tecnológico empleado y plazos de incorporación del mismo, volúmenes de producción por unidad de superficie, porcentaje de productos que llegan a comercializarse, entre otros.

8.11 PROYECTO DE LAS OBRAS CIVILES CON AGUAS SERVIDAS

8.11.1 Introducción

El objetivo principal de este estudio es analizar la factibilidad técnico – económica de regar, con aguas servidas tratadas, unos terrenos ubicados al norte de la ciudad de Antofagasta, al costado oriente de la carretera que va a Tocopilla, a unos 17 km al norte del centro de Antofagasta, los que terminan justo frente al camino que va hacia la Portada, a unos 21 km. del centro de la ciudad.

Actualmente en Antofagasta se riega con aguas servidas tratadas en la Planta de Tratamiento de la empresa Biwater, ubicada en la parte norte de la ciudad, a unos 5 km del centro de la ciudad, lugar donde se concentran la mayor parte de los colectores de aguas servidas de la zona urbana de Antofagasta.

Este riego con aguas servidas tratadas se realiza en el sector La Chimba, ubicado a unos 5 a 6 km al norte de la planta de tratamiento. Se trata de unas 30 a 35 há de pequeños parceleros que cultivan principalmente hortalizas. El método de riego más frecuente es manual, utilizando mangueras provistas de regadores, conectadas a las tuberías que entregan las aguas tratadas por Biwater. Conjuntamente con lo anterior, también el agua tratada es usada por las industrias del sector y para riego de jardines, aseo, etc. Actualmente el caudal máximo de aguas depuradas no supera los 40 l/s.

En este proyecto se estudia la utilización agrícola de un volumen mayor de aguas servidas de Antofagasta, lo que haría necesario ampliar las instalaciones de Biwater en los recintos de la actual Planta de Tratamiento de la ciudad, ubicada a un costado de la Avenida Pérez Zujovic.

8.11.2 Reserva Agrícola

Para lograr el objetivo ya indicado, la Secretaría Regional Ministerial de Agricultura de la II Región solicitó al Ministerio de Bienes Nacionales un terreno que pudiera ser destinado al riego agrícola en Antofagasta. El Ministerio de Bienes Nacionales, a través de la Secretaría Regional Ministerial definió una Reserva Agrícola para los fines de este proyecto, en una zona ubicada al norte de la ciudad. El área seleccionada se inicia a unos 11.5 Km, medidos desde el centro de la ciudad, para terminar frente al camino que va hacia La Portada de Antofagasta.

Esta Reserva Agrícola tiene la forma de un polígono, y fue definido por la Secretaría Regional Ministerial de Bienes Nacionales a partir de las coordenadas de los vértices del polígono. Las coordenadas de los vértices son las que se consignan en el Cuadro 8.11.2-1.

CUADRO 8.11.2-1
RESERVA AGRÍCOLA - CUADRO DE COORDENADAS DEL POLÍGONO

PUNTO	ESTE	NORTE
A	356.279,220	7.401.045,540
B	357.516,036	7.401.324,485
C	358.171,514	7.399.618,501
D	359.000,305	7.397.765,645
E	358.206,350	7.397.355,090

El polígono definido tiene un perímetro de 10.640 m y una superficie de 406,2 há, con los siguientes límites:

- Límite norte: proyección eje Ruta B-446
- Límite sur: sin referencias espaciales
- Límite este: línea de ferrocarril a Mejillones
- Límite oeste: cota 200 msnm

Según esta información, de las 406,2 há que tiene la reserva agrícola, sólo 347,3 há serían posibles de regar, ya que en las 59 há restantes existen una serie de actos administrativos, correspondientes a ventas, arriendos servidumbre y solicitudes en estudio que afectan parte de esos terrenos.

De acuerdo con la información proporcionada por la Secretaría Regional Ministerial de Bienes Nacionales de la II Región, el detalle de lo anterior se resume en el Cuadro 8.11.2-2.

CUADRO 8.11.2-2
RESERVA AGRÍCOLA
VENTAS, ARRIENDOS SERVIDUMBRE Y SOLICITUDES EN ESTUDIO

ACTO ADMINISTRATIVO	UBICACIÓN	EXPEDIENTE	BENEFICIARIO
ARRIENDO	Plano NºII-2-5176-C-R	Carpeta Nº 1187	PRODALMAR
ARRIENDO	Plano NºII-2-4641-C-R	Carpeta Nº 1067	FERNANDO MUNIZAGA SORENSEN
ARRIENDO	Plano NºII-2-4494-C-R	Carpeta Nº 1015	CLUB AEROMODELISMO
ARRIENDO	Plano NºII-2-5545-C-R	Carpeta Nº 1287	Derogado Res - exenta 301 06/10/99
ARRIENDO	Plano NºII-2-5545-C-R	Carpeta Nº1288	COMERCIAL TRES LOMAS
ARRIENDO	Plano NºII-2-4184-C-R	Carpeta Nº 929	COMERCIAL TRES LOMAS
VENTA DIRECTA	Plano NºII-2-235-C-R	Carpeta Nº 119	JOSÉ CONCHA VICENCIO
SOLICITUD	Plano NºII-2-4653-C-R	s/l	SOCIEDAD ABASTECEDORA DE LA MINERIA POLVORÍN SADEMÍ
SOLICITUD	Plano NºII-2-4695-C-R	s/l	SETRAMIN
SOLICITUD	EXP. 21ARAA000201	s/l	SETRAMIN
SERVIDUMBRE	Plano NºII-2-2319-C-R	Decreto Nº456 26/12/85	MINGECO
			EDELNOR

De acuerdo con este cuadro, existe superposición entre los sitios citados y el área destinada a reserva agrícola. Esta es la razón por la cual no se puede regar la totalidad del área, realidad que deberán tomarse en cuenta al momento de regularizar la situación de esta zona con miras al proyecto agrícola.

En lo anterior es importante considerar además la posible existencia de otras servidumbres (ESSAN, ELECDA) y eventuales concesiones mineras, de las cuales al momento de obtener la información no se encontraron los datos y registros correspondientes en la Secretaría Regional Ministerial de Bienes Nacionales de la II Región.

Esta nueva área, potencialmente regable, situada al costado oriente de la Avenida Edmundo Pérez Zujovic, tiene su centro de gravedad frente al predio fiscal de Carabineros de Chile, que esta ubicado al costado poniente de esa ruta caminera. En la Figura 8.11.2-1 se observa la ubicación de la Reserva Agrícola, con indicación de los terrenos potencialmente regables con las aguas servidas tratadas y las áreas donde se presentan los actos administrativos ya señalados.

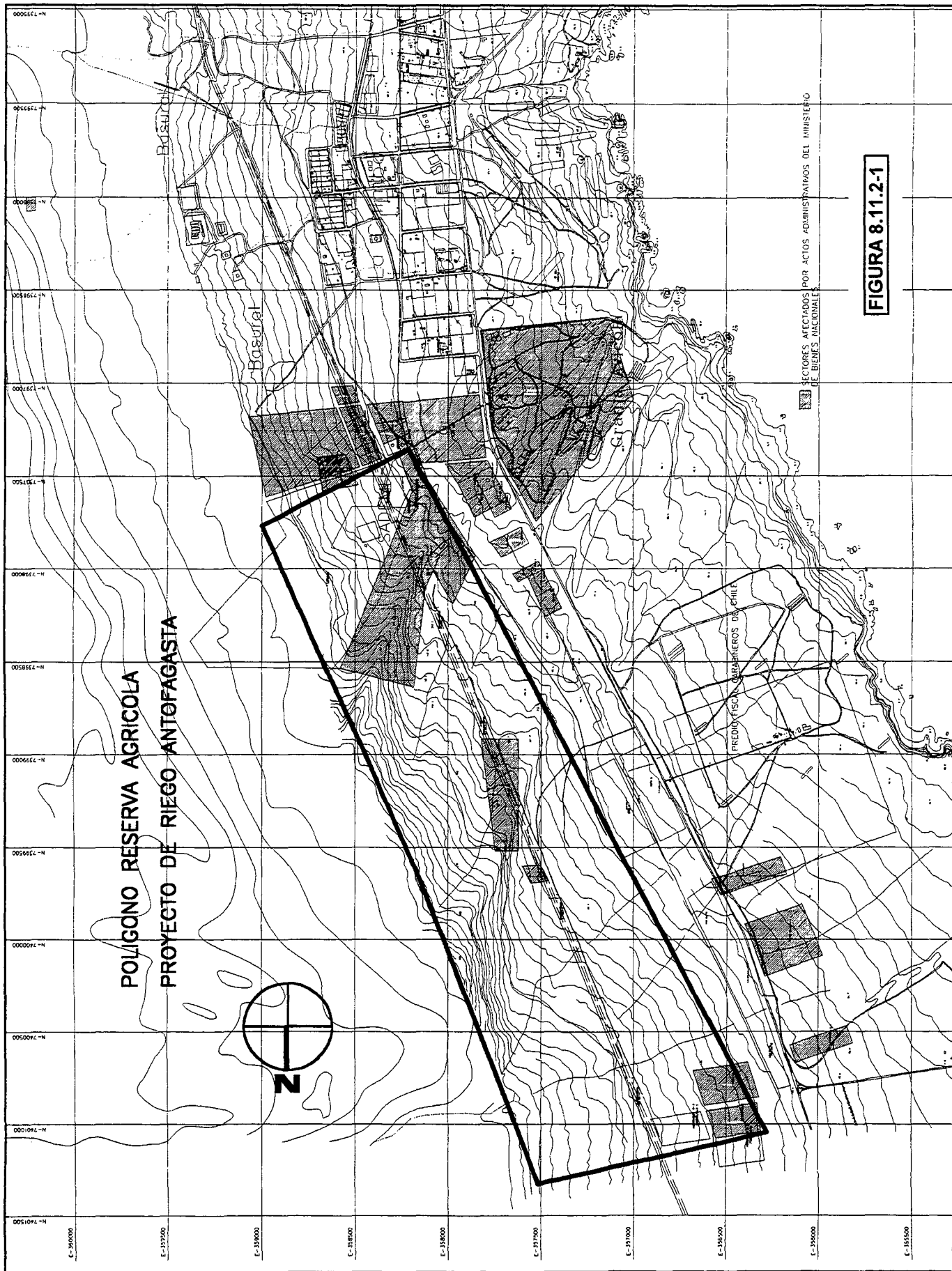
8.11.3 Planta de Tratamiento de Biwater

La planta de tratamiento actualmente existente, construida por CORFO en 1970, dispone de instalaciones para realizar un tratamiento primario y secundario de las aguas servidas. La mayor parte de ellas son sometidas a un tratamiento primario, las que luego son descargadas al mar mediante un emisario submarino; sólo unos 20 l/s, provenientes de un colector que capta aguas servidas netamente domésticas (de mejor calidad), son derivados hacia las unidades de tratamiento secundario convencional, con lodos activados y cloración final. La capacidad de las dos unidades de tratamiento es de 120 l/s en total, pero nunca se ha tratado más de 45 l/s en la planta.

En la actualidad, para el riego de la Chimba el agua tratada es elevada 60 m hasta el estanque Grandón, distante 2 Km de la planta, hacia el oriente; desde ese punto es nuevamente elevada para ser conducida hacia la Chimba, mediante un acueducto, cuyo trazado que originalmente estaba en los faldeos de los cerros, hoy está en medio de la ciudad.

Antofagasta produce, en promedio, unos 430 l/s de aguas servidas, con un mínimo de 200 a 250 l/s en la noche y un máximo diario de unos 600 a 700 l/s. La empresa Biwater tiene una concesión para el saneamiento del litoral costero hasta el año 2025.

El riego con aguas servidas en Antofagasta está regulado por la resolución del Servicio Nacional de Salud de la II Región N° 095 del 14 de Enero de 1993, la que especifica cero coliformes fecales para las aguas tratadas a ser usadas en riego. Para esto indica que esas aguas deben tener 0.8 mg/l de cloro residual en el punto de entrega al riego.



8.11.4 Descripción de las Obras Proyectadas

8.11.4.1 Generalidades

En este Capítulo, se entrega una descripción de los prediseños correspondientes a las obras hidráulicas necesarias para el abastecimiento de recursos hídricos de las zonas de riego del proyecto.

De acuerdo a un análisis preliminar realizado por el consultor, se decidió que en este caso se tendría que diseñar a nivel de factibilidad una impulsión que se inicia en la planta de tratamiento de la ciudad, para conducir las aguas tratadas hacia la reserva agrícola, hasta seis estanques reguladores dispuestos en ladera de cerro. Tres de estos estanques se ubican inmediatamente bajo la cota 150 m y los otros tres a la cota 225 m. A partir de estos se derivan las matrices de riego que llegan hasta los predios, conformando una red gravitacional, que capta directamente desde los estanques de regulación y que cubre totalmente esa área.

El dimensionamiento hidráulico de las obras, considera las demandas hídricas totales de las posibles zonas regadas, las características generales del terreno y las condiciones de operación de las obras nuevas.

Como se ha indicado, los recursos hídricos se obtienen de la Planta Biwater, en pleno sector urbano de Antofagasta, los que mediante una impulsión serían conducidas hasta el sector de nuevo riego agrícola mediante una impulsión 16 kilómetros que se inicia en una planta de bombeo que consta de un sistema de 6 bombas de 70 l/s cada una.

Al igual que la planta de bombeo, la tubería de impulsión se inician en la misma Planta Biwater, para desarrollar sus primeros 3,9 Km por la ciudad de Antofagasta y luego continuar por ladera de cerro hasta el Km 16 de su trazado.

En el prediseño de obras, se incluye su dimensionamiento económico, la cubicación de las partidas de obras y su costeo globalizado, a precios privados y sociales, lo que permite determinar el programa de inversiones en obras civiles, información fundamental para la evaluación económica del proyecto de riego.

8.11.4.2 Caudal de Diseño

Sobre la base de los estudios agronómicos realizados en la zona de riego, se determinaron las demandas de riego de las áreas regables en la Reserva Agrícola definida, considerando riego tecnificado, por sistema de goteo.

Las demandas unitarias se presentan en el siguiente cuadro.

CUADRO 8.11.4.2-1
DEMANDAS UNITARIAS

SECTORES A Y B

Sectores AyB	DEMANDAS UNITARIAS												TOTAL
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	
m ³ /ha	2.375,35	2.444,33	2.649,91	1.937,17	1.503,41	1.338,79	1.488,49	1.668,05	2.233,17	2.577,89	2.899,48	2.915,42	26.031,46
l/s/has	0,89	1,01	0,99	0,75	0,56	0,52	0,56	0,62	0,86	0,96	1,12	1,09	0,83

SECTOR C

Sector C	DEMANDAS UNITARIAS												TOTAL
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	
m ³ /ha	2.375,70	2.436,55	2.640,29	1.933,89	1.502,00	1.336,35	1.483,94	1.666,22	2.228,56	2.566,93	2.890,91	2.920,29	25.981,60
l/s/has	0,89	1,01	0,99	0,75	0,56	0,52	0,55	0,62	0,86	0,96	1,12	1,09	0,83

Según lo indicado, la reserva agrícola tiene 347,3 há potencialmente regables. Si se descuentan las áreas indirectamente productivas, destinadas a caminos, casas, etc, se llega a una superficie regable de 273 há, lo que equivale al 78,6% de la superficie potencialmente regable en la reserva agrícola.

Conforme a los estudios agronómicos, la Reserva Agrícola fue dividida en los Sectores A, B y C. Los dos primeros, ubicados más al norte, tienen 117 há regables y el Sector C, situado más al sur tiene las restantes 156 há, sumando las 273 há. Así el caudal máximo demandado, con riego continuo sería de 306 l/s.

Considerando un período de riego de 18 horas, en lugar de 24 horas, se tiene un caudal máximo de 408 l/s, razón por la cual se adoptó un caudal de diseño de 420 l/s, lo que se puede modular en un sistema de bombeo compuesto de 6 unidades con una capacidad de 70 l/s para cada una de las bombas.

8.11.4.3 Criterios de Dimensionamiento

a) Diseño de la Tubería y Plantas de Bombeo

En el diseño de las tuberías y de las plantas de bombeo, se tuvieron en cuenta los aspectos que a continuación se enuncian:

i) Consideraciones generales

Sobre la base de lo indicado, las obras proyectadas se inician en una planta de bombeo de 420 l/s de capacidad, que permite impulsar la totalidad de la demanda de riego hacia la reserva agrícola.

A partir de esta planta de bombeo se desarrolla la impulsión. En esta obra se definió un primer tramo en cañería de acero, que va desde la planta Biwater aproximadamente a

la cota 9, hasta la cota 150, siguiendo un trazado netamente urbano a través de las calles de la ciudad. Este tramo debe ser lo más corto posible, ya que la tubería soporta una alta presión hidráulica y es de acero de alto costo por unidad de longitud. Se descartaron otras alternativas que tuvieran un trazado por la costa a baja cota, ya que este primer tramo de altas presiones y mayor costo, resultaría más largo y produciría muchas interferencias con el flujo vehicular en el camino que va a Tocopilla.

El segundo tramo de la tubería en material de PECC (polietileno de alta densidad), sigue un trazado por la cota 150, hasta la zona agrícola. En esta etapa del estudio se decidió considerar esa cota dado que el límite urbano de la ciudad está razonablemente mas abajo y también por que en cotas superiores el trazado se hace más complejo debido al aumento de la pendiente transversal de los terrenos. A modo de referencia, las torres de alta tensión existentes en ese lugar, y que figuran en los planos del proyecto, siguen aproximadamente esa cota en una parte importante del trazado propuesto para la tubería.

En lo que respecta a la Reserva Agrícola, sobre la cota 150 se regarían unas 188 hectáreas (~ 69% del total), y bajo esa cota una superficie menor que corresponde a 85 hectáreas (~ 31% del total).

Por lo anterior, en este caso se optó por impulsar la totalidad del agua a una cota menor a la máxima, que es de 200 m aproximadamente, y reelevar sólo la fracción que se requiere en el paño de mayor altura, sobre la cota 150 m. Lo anterior resulta ventajoso desde el punto de vista del ahorro en costos de operación, especialmente por concepto de consumo de energía.

ii) Cálculo de pérdidas de carga

En el cálculo de las pérdidas de carga friccionales que es necesario estimar en el diseño de la tubería se pueden utilizar una serie de fórmulas, las que se clasifican según el tipo de tuberías. En este caso se ha usada la de Hazen-Williams, comúnmente recomendada en el diseño de tuberías de aguas potable.

La fórmula de Hazen-Williams tiene la siguiente expresión:

$$V = 0.355 \cdot C_H \cdot D^{0.63} \cdot J^{0.54} \quad ; \quad J = \frac{\Delta h_f}{L}$$

Esto equivale a:

$$J = 10.65 \cdot \frac{Q^{1.852}}{C_H^{1.852} \cdot D^{4.869}} \quad \text{con} \quad V = \frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot D^2}$$

donde se tiene:

Δh_f :	Pérdida de carga friccional (m)	g:	Aceleración de gravedad (9.8 m/s)
f:	factor de fricción	L:	Longitud de la tubería (m)
V:	Velocidad en la tubería (m/s)	Q:	Caudal (m ³ /s)
D:	Diámetro de la tubería (m)	C _H :	Constante de la fórmula

Los valores de la constante C_H dependen del tipo de tubería.

Para la impulsión considerada en este proyecto, las pérdidas de carga friccionales se han calculado mediante esta fórmula, con coeficientes $C_H=130$ para la tubería PECC y $C_H=100$ para el acero. Las pérdidas friccionales y las pérdidas singulares figuran en las planillas de cálculo que se acompañan en Anexo 8.11-1.

iii) **Consideraciones constructivas**

En cuanto a los aspectos constructivos de la impulsión, se optó por una zanja de sección trapezoidal, con un ancho de excavación basal mínimo de 0,80 m, que permite un adecuado montaje de la tubería; y taludes de excavación $(H/V) = 1/7$, que ofrece seguridad a la estabilidad del talud de la excavación. Para la profundidad de la zanja se adoptó un valor mínimo de 1.5 m bajo la cota de terreno.

b) **Criterios Generales del Diseño de los Estanques Reguladores**

Como se ha indicado, el sistema considerado ha sido proyectado con riego tecnificado mediante el uso de goteo. Por lo anterior y dadas las características topográficas de la zona de riego se decidió utilizar estanques de regulación que permitan dar una cota estable al sistema de riego, el cual sería gravitacional a partir de estos.

Para los fines de dimensionar estas estructuras hidráulicas, se decidió en primer lugar estimar su capacidad total de forma que pudieran satisfacer la demanda del sistema de riego en momentos que por diversos motivos la planta elevadora quedara fuera de servicio. Para estos efectos se ha supuesto que dichos estanque permitan suplir 8 horas de riego continuo, lo que equivale al 45% del periodo de 18 horas que funcionan las bombas. Como la demanda total de las 273 há es de 26.000 m³/día, el volumen de los estanques debe ser 0,45 x 26.000, es decir 11.700 m³/día. Se adoptó un valor de 12.000 m³ como la capacidad de los estanques.

En función de las características de la zona, una franja angosta y larga, y de la sectorización realizada, se proyectaron 6 estanque de 2.000 m³, con el propósito de cubrir totalmente el área de riego.

c) **Criterios Generales del Diseño Estructural de las Obras**

i) **Introducción**

A continuación se entregan las bases de cálculo y criterios estructurales utilizados para definir en su etapa de prediseño, las obras de arte contenidas en el proyecto. Las obras se han tipificado y prediseñado con cálculos conservadores, cuyos factores de seguridad son acordes con este nivel de estudios.

Las siguientes bases definen los parámetros generales utilizados. En ellas se incluyen las estimaciones para las solicitaciones permanentes, las sobrecargas y los valores admisibles para los elementos.

ii) Estructuración

Las obras se han estructurado de acuerdo al grado de importancia de las solicitudes y a las condiciones de servicio que deben cumplir en su vida útil. Lo anterior, permite asegurar una estabilidad, durabilidad, seguridad y servicio de las estructuras, acorde con la etapa de prediseño.

En el dimensionamiento y verificación estructural de las obras civiles involucradas, se consideró que los diferentes componentes de la estructura trabajan en sus rangos de comportamiento elástico. Para el caso del hormigón armado y, dado que se trata de obras hidráulicas, es particularmente importante evitar toda fisuración para salvaguardar las armaduras de la oxidación. En virtud de esta condición y una vez determinados los esfuerzos generados por las diferentes solicitudes, tanto estáticas como dinámicas, se obtienen las tensiones que se comparan con los valores límites admisibles correspondientes al material en cuestión.

iii) Materiales y Normas**▪ Hormigón Armado**

El hormigón a usar en las diferentes obras del proyecto, será del tipo H-15 y/o H-20 según las exigencias y necesidades estructurales que se definirán en una etapa posterior de los estudios. Se usarán las normas Nch 429.Eof57 y Nch.Eof61.

Para los diferentes elementos, muros y fundaciones, se considerará un recubrimiento mínimo de 5 cm en caras interiores en contacto con agua y 5 cm en caras exteriores.

▪ Acero

El acero en obras de hormigón armado será de una calidad A44-28H, de acuerdo con la Norma Nch 204 of. 78 y, tendrán resaltes para diámetros mayores o iguales a 8 mm.

El acero de las planchas y perfiles estructurales será de calidad A37-24ES según la Norma Nch 203 of. 77.

▪ Madera

En caso de considerar elementos de madera, estos se diseñan bajo las condiciones establecidas en la Norma Nch 1198 of.91.

iv) Solicitaciones y método de cálculo**▪ Solicitaciones**

En el diseño de los elementos resistentes se consideran las recomendaciones de las Normas INN, para obtener las tensiones admisibles y evaluar las solicitudes.

La componente de peso propio, incluye la sollicitación propia que genera cada elemento de la estructura. En esta etapa, aún cuando no se tienen detallados todos los elementos, los pesos no considerados son, en general, un porcentaje bajo del total, por lo tanto, no influye mayormente en los resultados obtenidos y en las conclusiones que de ellos puedan derivarse.

Se evalúan también las sollicitaciones debido a empujes de tierra sobre muros de estructuras. Estos empujes pueden ser activos ó pasivos, dependiendo de la posibilidad ó no de giro de la estructura.

Las sobrecargas corresponden en su mayoría al peso de rellenos compactados sobre las estructuras, a peatones, a vehículos y a otras distribuidas, que deben considerarse conforme a las recomendaciones de experiencia.

Para el caso de las sollicitaciones sísmicas, éstas se evalúan como un porcentaje del peso de la estructura según Nch 433. En el peso sísmico no se incluyen las sobrecargas, debido a que la simultaneidad de los eventos, sismo y sobrecarga, es de baja probabilidad. El peso sísmico, así calculado, se aplica en el punto más desfavorable de la estructura, de modo de obtener el mínimo factor de seguridad para la estabilidad general, que debe ser mayor ó igual a la que por recomendaciones se señala. Este punto es de gran importancia, ya que la zona de Antofagasta tiene una importante actividad sísmica.

A continuación se indican las principales resistencias básicas de cálculo:

- Hormigón:

Compresión fcd	=	60 kg/cm ²
Corte T	=	6 kg/cm ²
Adherencia	=	6 kg/cm ²

- Acero:

Flexión (H.A)	=	1.600 kg/cm ²
Compresión	=	1.400 kg/cm ²
Corte	=	920 kg/cm ²

▪ Método de cálculo

Todas las obras se han calculado estructuralmente, aplicando el método de las tensiones admisibles. Es decir, los esfuerzos generados por las sollicitaciones permanentes, eventuales ó dinámicas siempre deben ser menores a las máximas establecidas para cada material en cuestión.

Se considera que los elementos resistentes de la estructura, están trabajando en su rango de comportamiento elástico. Por lo tanto, las deformaciones experimentadas debido a las cargas eventuales y/o dinámicas, se anulan una vez que estas dejan de actuar.

Tratándose de estructuras menores, éstas se verifican para la estabilidad general, es decir, evitando el volcamiento, deslizamiento y/o flotamiento. Los factores de seguridad obtenidos siempre son mayores al valor 1,1; por lo tanto, las estructuras se consideran estables.

Las cargas permanentes y eventuales producen deformaciones importantes en los elementos de gran luz libre entre apoyos. Estas deformaciones se calculan para compararlas con las máximas admisibles que recomienda la literatura técnica, las que entrega la práctica y el buen diseño.

Los esfuerzos de tracción en muros de hormigón, cuando son mayores a los aceptados para este material, hacen necesario la inclusión de armaduras. El cálculo de la cuantía geométrica se hace necesaria en la etapa de diseño; sin embargo, se deja establecido que para un hormigón de calidad H-15 se debe disponer una armadura de calidad A44-28H.

Es importante destacar que las obras, en su mayoría, estarán en contacto permanente con agua, por lo tanto, se debe asegurar en la etapa de diseño que la estructura trabaje en Fase I. Esto implica limitar las deformaciones en muros y losas, evitándose la generación de fisuras por las que el agua penetre dañando las armaduras.

▪ **Parámetros de los suelos**

Con el fin de realizar un cálculo conservador pero ajustado a la realidad, se han adoptado conservadoramente los parámetros de suelos, sobre la base de otros estudios para la DOH con características de suelo similares a éste y además conforme a la literatura especializada, destacándose los textos "Mecánica de Suelos en la Ingeniería Práctica" de Terzaghi-Peck, y "Mecánica de Suelos" de Lambe-Whitman.

Los parámetros adoptados son los siguientes:

- Parámetros geotécnicos:

Gravas arenosas:

Coefficiente de fricción = 40° .

Cohesión: $C = 0$

Peso unitario natural: $G = 2,2 \text{ t/m}^2$

Peso unitario boyante: $G_t = 1,2 \text{ t/m}^2$

Los empujes del suelo adoptados son los siguientes:

Empuje activo: $K_a = 0,22$.

Empuje pasivo: $K_p = 4,60$.

Empuje en reposo: $K_0 = 0,36$.

La capacidad de soporte admisible adoptada es la siguiente:

- Gravas arenosas:
 $p_a = 2,0 \text{ kg/cm}^2$ (condiciones normales).
 $p_{a'} = 3,0 \text{ kg/cm}^2$ (condiciones eventuales).

8.11.5 Dimensionamiento de las Obras

8.11.5.1 Introducción

Dentro del marco de referencia de este proyecto, se han realizado los estudios técnicos necesarios para obtener los prediseños de las obras principales que conforman el sistema de riego propuesto. Así se han planteado soluciones técnicas en el ámbito del prediseño preliminar, para cuantificar las inversiones en obras civiles que se requieren para materializar el proyecto de riego en estudio.

El antecedente principal de trabajo lo constituye el plano de restitución del levantamiento aerofotogramétrico de la zona urbana de Antofagasta que se presenta a escala 1:12.500 realizado y puesto a disposición del estudio por SECOPLAC 1999-Municipalidad de Antofagasta. Además se contó con el plano del Ministerio de Bienes Nacionales IIª Región ya citado anteriormente. Estos antecedentes fueron complementados con el apoyo de la Plancheta IGM de Antofagasta escala 1:50.000 (2330-7015). El sistema de cotas utilizado en este estudio es referencial, aunque de suficiente aproximación al sistema absoluto, lo que es adecuado para los fines del proyecto, ya que permite definir las obras a partir de las características topográficas del terreno de una forma acorde con el nivel de prediseño.

8.11.5.2 Optimización del Diámetro de la Tubería de Impulsión

Dado que la tubería matriz del sistema de riego propuesto es uno de los ítems más relevante, se ha utilizado una metodología que permite determinar las dimensiones de la tubería que minimiza conjuntamente los costos de inversión en obras civiles y los costos de operación del sistema de bombeo que impulsa las aguas de riego. Los costos de inversión están relacionados con el tamaño de la tubería, los que aumentan con el diámetro de esta y con el tamaño de las bombas que es necesario utilizar; este costo disminuye con el diámetro de la tubería de impulsión. Los costos de operación son los correspondientes a la energía necesaria para operar las bombas, el que es mayor en la medida que disminuye el diámetro de la tubería matriz como consecuencia del aumento de la pérdida de carga friccional en la impulsión.

Por tal motivo en el proceso de diseño es necesario utilizar una metodología de optimización, que permita determinar el diámetro que minimice los costos antes indicados, lo cual se hace a partir de una serie de supuestos y valores de referencia para la tubería, las bombas y el precio de la energía en la zona del proyecto.

Para efecto de los costos de inversión se consultaron a proveedores precios actualizados de motobombas eléctricas, resultando de \$34.526 /kw. Igualmente se obtuvieron costos de la tubería de acero a razón de US\$ 3 /Kg. Las instalaciones eléctricas de transformadores y alimentación a la planta se cotizaron a \$24.861/kw. El tubo de PECC tiene un costo promedio de \$636 /Kg. Los costos de potencia y energía los proporcionó EDELNOR, válidos a partir de abril de 2000, que ascienden a \$/kw/h 13,27 y \$/kw 657,35 ambos IVA incluido. Todos estos antecedentes se presentan en el Anexo 8.11-2 de Cotizaciones de Partidas.

El estudio del dimensionamiento de la impulsión analiza el costo global de inversión en: tubería, motobombas, alimentación eléctrica de transformadores y costos de operación por energía eléctrica, de modo de obtener un mínimo costo equivalente anual total; esto es sumada la inversión "anualizada" con el costo de operación. Se analizaron 3 diámetros comerciales diferentes para la impulsión: 500 mm, 550 mm y 630 mm, resultando el diámetro de 550 mm el de menor costo equivalente anual, de acuerdo a los valores del cuadro siguiente.

CUADRO 8.11.5.2-1
CALCULO DE DIÁMETRO TUBERÍA

DIÁMETRO NOMINAL (mm)	COSTO EQUIVALENTE ANUAL (millones de \$/año)
500	347
550	306
630	344

El caudal de diseño adoptado fue de 420 l/s, conforme ya se ha indicado, con 6.480 horas de operación al año en 12 meses. Sobre la base de lo señalado por la especialidad de agronomía, las motobombas impulsan hasta los estanques de regulación, los cuales están ubicados de tal forma de garantizar un mínimo de 25 m de presión estática por sobre la cota de los predios, de modo de tener la presión suficiente para alimentar gravitacionalmente el riego predial proyectado con sistema tecnificado.

8.11.5.3 Descripción Detallada de las Obras Proyectadas

Se proyectó un trazado para la tubería de impulsión de 16,2 Km de longitud. El trazado de la tubería corresponde a la impulsión de los recursos de la planta Biwater, que se ubica en pleno sector urbano de la ciudad de Antofagasta, hasta el Km 16,2 al lado norte de la ciudad. La tubería es enterrada en suelo y al final de su trazado descarga sus aguas a 3 estanques acumuladores; parte del agua es derivada directamente al riego de las zonas ubicadas bajo la cota 150 m y el resto es reelevada hacia los otros 3 estanques, para servir los predios a cotas más altas, ubicados entre los 150 y los 200 msnm. El sector de emplazamientos de los estanques acumuladores se definió según corresponde a la ubicación de los predios a servir con riego.

Debido a la gran longitud del trazado de la tubería, se estima que para la construcción se deberá contar con varios frentes de obra.

El material predominante en el trazado de la tubería, corresponde a suelo, con presencia por tramos de roca. Se considera que la excavación del material común se realizará con máquina, mientras que la excavación de los tramos rocosos se realizará mediante tronaduras, transportando todo el material esponjado a botadero.

A continuación, se entrega una descripción detallada de las obras proyectadas, siguiendo el mismo orden que el kilometraje de las obras proyectadas:

- Km 0: Planta de bombeo en recinto Biwater:

Esta obra consiste en una sala de máquinas de 55 m², en que se disponen 6 Motobombas de 1.990 kw, que son alimentadas mediante una subestación eléctrica que se conecta al sistema de A.T. con una extensión de 10 metros de longitud. La sentina se encuentra excavada en suelo y tiene una profundidad de 2,5 metros. Los muros de la sentina están contruidos en hormigón armado.

- Impulsión tubería de acero 550 mm:

Desde la planta de Biwater, se desarrolla una tubería enterrada de acero de 550 mm de diámetro en una longitud de unos 3.940 metros. El trazado de la tubería en este tramo, se emplaza en plena área urbana, por lo que se contempla realizar una reposición de los pavimentos de las calles en que sea trazado. Los materiales de la demolición de los pavimentos y de la excavación, serán íntegramente transportados a botadero. Se estima que un 10% de la excavación de la zanja para la tubería corresponde a roca. A lo largo de la tubería de acero, se disponen machones de hormigón armado, que reforzarán el tubo de acero ante cambios de dirección de la tubería.

- Impulsión tubería PECC:

Una vez que la tubería sale del sector urbano, se inicia el trazado de una tubería PECC de 560 mm de diámetro por ladera de cerro, aproximadamente desde el km. 3,9 hasta el km. 16,2, totalizando unos 12,3 kilómetros de longitud. Asimismo, se adopta que un 10% de la excavación de la zanja de la tubería, corresponde a roca.

- Estanques acumuladores de agua:

Al final de la tubería PECC, se consultan seis estanques acumuladores de agua, que serán contruidos en tierra y revestidos en su fondo y talud interior con una membrana de protección. El volumen de cada estanque acumulador corresponde a unos 2.000 m³. Desde los estanques acumuladores se realiza la descarga para que los recursos sean nuevamente re-elevados hasta el punto desde el que se realiza el riego de los predios. La descarga desde los tranques se realiza mediante una tubería de acero de 10" de diámetro, con machones cortafuga contruidos en hormigón armado.

Los estanques acumuladores están constituidos por un muro de suelo fino del tipo arena arcillosa, con 2,5 m de altura y 2 m de ancho de coronamiento. Los taludes recomendados por la literatura técnica son de $H/V=2,5/1$ por aguas arriba y $H/V=2/1$, por aguas abajo. Cada tranque cuenta con una obra de descarga mediante una tubería de acero.

Los seis estanques acumuladores totalizan unos 12.000 m³ de capacidad.

- Plantas Re-elevadoras:

Con el objeto de servir los suelos agrícolas que se ubican sobre los estanques acumuladores, se consultan tres diferentes plantas reelevadoras, todas equipadas con bombas eléctricas moduladas a una capacidad de 30 l/s, y cuyas características principales son las siguientes:

Planta Re-elevadora N°1: Esta obra consiste en una sala de máquinas de 15 m², con 1 motobomba de 44 KW de potencia absorbida, alimentada mediante una subestación eléctrica y 1.390m de extensión eléctrica hasta la alimentación de A.T. ubicada en la planta reelevadora N°2.

Planta Reelevadora N°2: Esta obra consiste en una sala de máquinas de 30 m², con 3 motobombas totalizando 140 KW de potencia absorbida, alimentadas mediante una subestación eléctrica, y una extensión eléctrica hasta el suministro de A.T. de una longitud de 970 m.

Planta Reelevadora N°3: Esta obra consiste en una sala de máquinas de 55 m², en que se disponen seis Motobombas de 250 kw, que son alimentadas mediante una subestación eléctrica, que cuenta con una extensión eléctrica hasta el suministro de A.T. de una longitud de 960 m.

- Distribución del riego hasta la entrada de predios:

La distribución del agua de riego hasta los predios agrícolas y la las reelevaciones se realizarán en cañerías PECC de diámetro 400 mm y de PVC Clase 4, en los siguientes diámetros: 140, 160 y 250 mm. Todas las tuberías se disponen enterradas. Adicionalmente, para el riego de los predios, se consultan medidores de agua, con las siguientes dimensiones y cantidades: 3" (19 unidades), 4" (17 unidades), 6" (16 unidades). Todos los medidores se dispondrán en cámaras de registro. En consideración a que el agua que se entrega es de alto valor, se ha consultado medidores de agua, a razón de 1 por cada predio tipo. Los predios menores hasta 3 ha. consultan medidor de 3"; los predios hasta 5 ha. consultan un tamaño de medidor de 4" y los predios de hasta 10 ha. consultan medidores de 6". El resumen de esta distribución se presenta en el siguiente cuadro.

CUADRO 8.11.5.3-1
DISTRIBUCIÓN DE MEDIDORES DE FLUJO POR SECTOR DE RIEGO

TAMAÑO DEL PREDIO	TAMAÑO DEL MEDIDOR	NÚMERO DE PREDIOS		NÚMERO DE MEDIDORES
		Sector A+B	Sector C	
3 há	3"	8	11	19
5 há	4"	7	10	17
10 há	6"	7	9	16
	Totales	22	30	52

Todo lo anterior se presenta en 7 planos, de acuerdo al siguiente detalle:

- PLANO N° 7 PLANO DE UBICACIÓN GENERAL DEL PROYECTO, LÁMINA OP-4 PLANO 1
- PLANO N° 8 UBICACIÓN GENERAL PLANTA DE BOMBEO PROYECTADA EN RECINTO DE BIWATER, LÁMINA OP-2 PLANO 2
- PLANO N° 9 PLANTA DE BOMBEO PROYECTADA EN RECINTO BIWATER Y PLANTA REELEVADORA N°1, LÁMINA OP-1 PLANO 3
- PLANO N° 10 PLANTA REELEVADORA N°2 Y REELEVADORA N°3, LÁMINA OP-3 PLANO 4
- PLANO N° 11 PREDISEÑO ESQUEMÁTICO DE ESTANQUES ACUMULADORES Y OBRAS ANEXAS, LÁMINA OP-5 PLANO 5
- PLANO N° 12 PERFIL LONGITUDINAL TRAZADO TUBERÍA DE IMPULSIÓN DESDE LA PLANTA BIWATER HASTA EL KM 16,2 , LÁMINA LP-1 PLANO 6
- PLANO N° 13 PERFILES TRANSVERSALES DEL TRAZADO DE LA TUBERÍA DE IMPULSIÓN DESDE LA PLANTA BIWATER HASTA EL KM 16,2 , LÁMINA TP-1 PLANO 7

Estos planos se presentan adjuntos al Informe y las respectivas Memorias de Cálculo se han incluido en el Anexo 8.11-1 ya citado.

8.11.6 Presupuesto de Obras

8.11.6.1 Cubicaciones

Las excavaciones de la zanja para la tubería, se cubicaron a partir de las secciones transversales en el trazado; considerando los esponjamientos en los traslados a botaderos de todo el material excavado. El esponjamiento adoptado para el material común excavado es de un 25%, mientras que para la roca se considera un 50%.

Las obras de arte son cubicadas, dejando las holguras necesarias para considerar pérdidas, despuntes, reusos de algunos materiales, etc.

El resultado resumido de las cubicaciones, se contiene en el mismo Presupuesto detallado de obras, el que se acompaña en el Anexos 8.11-3.

8.11.6.2 Precios Unitarios

Se realizó un análisis de precios unitarios con los rendimientos posibles de conseguir en la zona, considerando además la experiencia de otros estudios de proyecto similares ya aprobados por el MOP y la CNR. En especial se han considerado los precios de la mano de obra local.

Se presentan a continuación los factores sociales que corrigen los precios privados, que fueron informados por la especialidad agroeconómica de este estudio.

- Mano de obra: El factor se aplica sobre el costo unitario de la jornada/hombre.

Mano de obra calificada: 1,0

Mano de obra semi calificada: 0,65

Mano de obra no calificada: 0,85

- Insumos:

Insumo nacional: 1,0

Divisa: 1,06

Insumos transables: equivalente al factor divisa: 1,06

- Maquinaria importada: 0,99.

El listado detallado de precios unitarios se acompaña en el Anexo 8.11-3.

8.11.6.3 Presupuesto Detallado de las Obras

Se ha planteado un programa de inversiones de las obras, considerando una secuencia que incorpore aspectos financieros, tal que tienda a minimizar dichos costos. Su precisión tiene relación con la del resto del presupuesto, es decir, sólo considera los aspectos más relevantes del problema, tomando en consideración las incertidumbres técnicas y económicas correspondientes. Esta información es relevante para definir el programa de implementación de las obras propuestas.

A partir de las cubicaciones y de los precios unitarios de actividades, se calculó el presupuesto neto por partidas (sin IVA) de todas las obras del estudio.

Los montos correspondientes a gastos generales y utilidades del contratista, por el nivel de este estudio, se han considerado iguales al 55% del monto de los costos directos de cada

alternativa, relación que corresponde a un valor típico en los estudios que frecuentemente hace la Dirección de Obras Hidráulicas del MOP.

A continuación, se presenta un resumen de los costos totales netos del presupuesto de obras. El detalle de los mismos se presenta en el Anexo 8.11-5.

CUADRO 8.11.6.3-1
PRESUPUESTO TOTAL NETO

PRESUPUESTO	TOTAL NETO (millones \$)
PRECIOS PRIVADOS	2.900
PRECIOS SOCIALES	2.900

Los costos totales netos entregados en el cuadro anterior, incluyen: costos directos de obras, gastos generales del contratista, imprevistos y utilidades.

Mediante una secuencia lógica de construcción por actividades que componen cada ítem del proyecto, se propone la ejecución de las obras en un período de cuatro a cinco meses, en el primer año del horizonte de la evaluación económica.

Los trabajos pueden ser ejecutados de forma tal, de producir las menores interferencias con las obras existentes, que principalmente corresponden a los cruces de calles en la ciudad y en general en todo el trazado del sector urbano.

El detalle de las cubicaciones se presenta en el Anexo 8.11-2 ya citado.

Finalmente, en el Anexo 8.11-6 se presenta la cantidad de mano de obra calculada para el presupuesto de obras civiles del proyecto de Antofagasta, la cual indica una cantidad de 39.000 jornadas –hombres referido al año cero del horizonte de evaluación. En este mismo anexo se incluye también, el análisis detallado de mano de obra por actividades de obras civiles.

8.11.6.4 Operación y Mantenimiento

Para efecto de estimar el costo de operación y mantenimiento de los equipos de elevación mecánica, esta especialidad ha tomado en cuenta el costo referente a la energía eléctrica y la potencia, que es el costo de mayor gravitación. La administración y mantenimiento de estas plantas está ya considerada en los costos generales de operación de los predios, por tanto no se consideran en el presente capítulo a este nivel de estudio preliminar. Se considera una reposición de las bombas por desgaste y obsolescencia al año 15 de servicio.

8.11.6.5 Costos Anuales de Operación y Mantenimiento

Los costos anuales de operación están basados en las tarifas eléctricas proporcionadas por la Empresa de distribución Eléctrica EDELNOR de Antofagasta, que señala un costo de \$13,27 \$/KWH y \$/KW 657,35, con el IVA incluido. Para efecto del costeo se toman los precios netos sin IVA. Tal como se señala en el subcapítulo anterior los costos de mantenimiento forman parte de los gastos generales de operación del predio que funciona entorno a una comunidad organizada de regantes.

8.12 IMPACTO DEL PROYECTO EN LA DEMANDA DE MANO DE OBRA

La ejecución de las acciones programadas y el logro de las metas de producción agrícola propuestas implicará cambios importantes en los niveles de demanda de mano de obra agrícola local. A ello se suma el incremento esperado en la demanda de mano de obra indirecta, vale decir, aquella que será contratada por otros agentes de la economía que actúan en los canales de comercialización de insumos y productos agrícolas.

La demanda de mano de obra agrícola en el área del proyecto pasará de cero jornadas, a 53.500 jornadas anuales a partir del sexto año de ejecución, momento en el que se estabilizan las acciones del proyecto. Con relación a ello cabe recordar que en la actualidad en el área del proyecto no se desarrolla ningún tipo de actividad económica, y los terrenos en cuestión son parte del desierto que rodea a la ciudad de Antofagasta.

El incremento será paulatino a medida que se vayan incrementando los niveles de producción agrícola, sin embargo, en el transcurso del primer año, como consecuencia de la construcción de las obras civiles extraprediales de riego, se crearán aproximadamente 39.000 nuevos puestos laborales.

Parte importante de los trabajadores contratados en el proyecto se catalogan dentro de los que se define como mano de obra no especializada. La proporción de mano de obra especializada es de poca significación, en tanto que la mano de obra semiespecializada es requerida en algunas faenas agrícolas tales como preparación de almácigos, siembra de precisión, riego tecnificado, y otras de similares características.

8.13 SERVICIOS DE APOYO AL PRODUCTOR

Con miras a lograr el cambio tecnológico propuesto y obtener los niveles de rentabilidad esperados a nivel de las unidades de producción, representadas en los Predios Tipo identificados, se hace necesario establecer mecanismos que permitan, faciliten y promuevan: la utilización de las estructuras de cultivo propuestas, u otra con similar de rentabilidad; la aplicación de las prácticas tendientes a minimizar los efectos perniciosos que generan a los cultivos la presencia de sales y boro, en suelos y agua; la incorporación de tecnologías modernas de producción que permitan alcanzar los rendimientos y niveles de productividad esperados. Para

ello, se estima fundamental operativizar cuatro servicios de apoyo al agricultor: financiamiento agrícola, transferencia tecnológica y capacitación, comercialización, e investigación.

Cabe señalar que las iniciativas que se presentan a continuación sólo son de carácter informativo ya que, de acuerdo a los cálculos efectuados, el proyecto no es rentable para los agricultores, y por ende a ellos no les es conveniente acogerse a las acciones planteadas. De hacerlo, no generarán los recursos suficientes para cancelar los compromisos financieros contraídos, o para lograr una rentabilidad adecuada sobre el capital propio invertido, y menos aún para financiar parte, o todos los costos de estos programas de apoyo al productor.

8.13.1 Financiamiento Agrícola

Algunas de las razones que justificarían el establecimiento, o ampliación de las actuales líneas de crédito disponibles para el sector son: la necesidad de los agricultores de incorporar nuevas tecnologías, la rentabilidad que eventualmente pudieran alcanzar los cultivos en la zona, el alto interés cobrado en préstamos otorgados por casas comerciales agrícolas, la conveniencia de evitar que el agricultor se vea obligado a comprometer su producción antes de ser cosechada, y la necesidad de apoyar al productor para lograr las metas de producción proyectadas en el estudio.

La estructura de tenencia de la tierra que se proyecta en el área de nuevo riego determina que una parte de los propietarios agrícolas cumplan con los requisitos para ser atendidos por el Instituto de Desarrollo Agropecuario (INDAP). Esta institución cuenta con experiencia y líneas de crédito necesarias para apoyar el cambio tecnológico proyectado a nivel predial, por lo que sólo se requiere una decisión política para incrementar el nivel de operación que tiene la institución en la zona, y abrir líneas especiales de financiamiento con tasas de interés preferencial, o de desarrollo.

Por otro lado, y con el fin de apoyar la incorporación de riego tecnificado a nivel de las unidades de producción, el Estado, a través de la Dirección Nacional de Riego, puede efectuar llamados especiales a concursos a la Ley de Fomento del Riego (Ley 18.450), dirigidos única y exclusivamente a los agricultores beneficiarios de las acciones del proyecto. Mediante este mecanismo se puede subsidiar parte importante de los costos de inversión en riego agrícola.

8.13.2 Servicio de Transferencia Tecnológica

Para alcanzar las metas de producción se propone establecer un programa de asistencia técnica agrícola cuyo objetivo principal sea transferir tecnología adecuada a las necesidades del agricultor, y a las condiciones particulares de la zona.

Se propone establecer un programa de transferencia tecnológica agrícola para los principales cultivos que se desarrollan en la zona y, en aquellos que en el futuro demuestren tener alta rentabilidad. Este servicio deberá adaptarse a las necesidades de los agricultores y a las condiciones particulares de la zona.

Se plantea constituir un equipo técnico que se preocupe de organizar charlas técnicas, giras de conocimiento, y otros tipos de eventos de capacitación y transferencia tecnológica. A estos encuentros se invitará, como exponentes, a profesionales nacionales e internacionales del más alto nivel, en temas tales como: riego tecnificado; fertigración; controles fitosanitarios; sistemas de manejo de hortalizas; post-cosecha; etc.

El equipo central de transferencia tecnológica puede operar bajo el alero de INDAP, y estar conformado por un Ingeniero Agrónomo, con capacidad de convocatoria y contactos, y una secretaria. El encargado del programa tendrá por misión coordinar y organizar la visita a la zona de especialistas del Instituto de Investigaciones Agropecuaria (INIA), universidades estatales y privadas, Fundación Chile, casas comerciales (de semillas, agroquímicos, materiales para riego tecnificado, etc), y empresas privadas que actúan o se proveen en la zona. También se preocupará de gestionar y coordinar la visita de consultores, asesores y expertos que trabajen en proyectos que cuentan con financiamiento del Fondo de Investigación Agropecuaria (FIA), y Comisión Nacional de Riego, ambas dependientes del Ministerio de Agricultura.

Además deberá contactar periódicamente a los distintos organismos multilaterales y bilaterales que tengan representación en nuestro país (FAO, OEA, PNUD, Unión Europea, Embajadas) para solicitarles sus buenos oficios y auspicio para traer al país expertos en determinadas materias.

Los costos del equipo central de transferencia pueden ser solventados con recursos públicos (INDAP, FIA, CORFO) y privados (agricultores, casas comerciales). El aporte de los agricultores puede ser prorrateado de acuerdo al número de hectáreas que tenga cada propietario agrícola.

Los costos del programa están constituidos, básicamente, por la adquisición, mantención y operación de vehículos, honorarios de los profesionales, contratación de radios, materiales de oficina, y otros ítem varios.

Se estima que el programa debe tener una duración de siete años, contados a partir del segundo año de ejecución del proyecto, período el que se espera lograr la incorporación de tecnologías de punta y alcanzar las metas de producción y productividad proyectadas.

CUADRO 8.13.2-1
COSTOS DEL PROGRAMA TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA
(miles de pesos)

ÍTEM	AÑOS EJECUCIÓN PROYECTO		
	2	3	4 al 8
Adquisición vehículos	7.000		
Honorarios Ing. Agrónomo	7.200	7.200	7.200
Mantenición y Operación Vehículos	960	1.200	1.200
Gastos Varios	500	1.200	1.600
Imprevistos (15%)	2.300	1.440	1.500
TOTAL	17.960	11.040	11.500

8.13.3 Servicio de Apoyo a la Comercialización

Según la información recopilada en terreno mediante entrevistas y conversaciones con profesionales del agro y agricultores, se pudo constatar que en la zona no existe ningún tipo de organización, como tampoco ninguna infraestructura adecuada que permita a los agricultores contar con algún sistema que les facilite y haga más transparente el proceso de mercadeo de sus productos, de manera de poder negociar de mejor forma con los comerciantes que actúan en los canales, y así acceder a un mayor margen. Con relación a ello, cabe señalar que la Intendencia Regional y el Secretario Regional Ministerial de Agricultura tienen como proyecto prioritario la instalación de un terminal agrícola a las afueras de la ciudad de Antofagasta.

Con respecto a la comercialización de insumos se puede señalar que no existen mecanismos establecidos para que los productores alcancen economías de escala en la compra de equipos de riego, fertilizantes, plaguicidas, y otros insumos de futura alta demanda. Es en este aspecto donde el agricultor tiene espacios para reducir en forma significativa sus costos directos de producción, y con ello incrementar la productividad de su campo.

En ningún momento se piensa eliminar o reducir la participación de las casas comerciales que expenden este tipo de artículos, al contrario, es de esperar que parte importante de ellas se instale en la zona. Lo ideal sería establecer convenios con los distribuidores de manera de lograr algunas economías de escala. Se estima conveniente establecer estrategias para lograr que los agricultores paulatinamente se organicen con el fin de constituir paquetes de compras, cuyos volúmenes permitan negociar adecuadamente los precios.

Estas organizaciones pueden ser formales, donde se debe contar con personalidad jurídica, o informales, en cuyo caso el proveedor deberá respetar el precio acordado a todos los agricultores integrantes del grupo, pero facturar en forma individual. Esta experiencia ya existe en el país y ha demostrado ser exitosa.

Para lograr lo anterior, en una primera etapa se deberá designar, o contratar a una persona para que se responsabilice de preparar un proyecto, gestionarlo y tramitarlo ante distintas fuentes de financiamiento que apoyan el desarrollo (FDR, PROFOS), establecer y mecanismos de coordinación con las autoridades comunales y provinciales, reunir a los agricultores para explicarles los objetivos que se persiguen y bondades del programa, contactar

casas comerciales, fabricantes o importadores, a la agroindustria, mayoristas o transportistas demandante de productos que se cosechan en el área, y actuar como coordinador entre los agricultores, y entre éstos y los proveedores y compradores.

La ejecución de las acciones antes enunciadas no implica que deban cargarse costos al flujo de fondos del proyecto de riego, ya que en el país existen instrumentos de apoyo a la agricultura cuyos objetivos son incentivar la asociatividad de los productores para enfrentar el desarrollo tecnológico, productivo y comercial. Es así como la CORFO, a través del programa PROFOS, aporta UF 1.000 para la puesta en marcha de un grupo de cinco productores, y para el desarrollo del proyecto entrega hasta UF 3.000 durante los tres primeros años.

8.13.4 Programa de Investigación

Si bien es cierto que el proceso de investigación escapa a los alcances del presente estudio, se estima conveniente que el equipo que asuma la responsabilidad de transferencia tecnológica efectúe algunas acciones tendientes a utilizar otros instrumentos de fomento que pueden generar beneficios mutuos para agricultores e instituciones que realizan investigación.

Para ello se debe tomar contacto con universidades, especialmente Universidad Arturo Prat, Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Sociedad Nacional de Agricultura, y algunas empresas privadas vinculadas al agro, con el fin de identificar, formular, gestionar y ejecutar algunos proyectos de desarrollo tecnológico financiado con fondos concursables, ya sea de FONDEF, FIA o FONTEC.

8.14 RESULTADOS ECONÓMICOS ESPERADOS A NIVEL DE ÁREA TOTAL DEL PROYECTO

Si bien es cierto que por el tamaño del proyecto no se esperan diferencias significativas entre los niveles de rentabilidad financiera y económica, se estimó conveniente imputar precios cuenta a aquellos bienes y factores de producción donde las diferencias entre el precio de mercado nacional (precio financiero) y precios de cuenta son evidentes. De igual forma se procedió en la eventualidad de que existieran productos o insumos cuyo incremento de demanda u oferta, como consecuencia de la ejecución del proyecto, sea catalogado como significativa para el contexto regional o nacional, según sea el caso.

Para establecer los precios sombra se adoptaron las directrices entregadas por el Ministerio de Planificación y Cooperación Nacional (MIDEPLAN). Es así como en el caso de la mano de obra al precio de mercado existente se le aplicó un factor de corrección de 1.0, 0.65 y 0.85, para las categorías de mano de obra calificada, semicalificada y no calificada, respectivamente.

Se imputaron precios sombra a aquellos bienes transables internacionalmente que presentan una significativa diferencia entre su valor privado y social, y cuyos volúmenes incrementales de comercialización son apreciables. Con este fin se consideraron precios

económicos mediante la aplicación de factores de corrección extraídos de información secundaria.

Se clasificaron como bienes no transables a aquellos productos e insumos que presentan algunas de las siguientes características: generados localmente en cantidad adecuada, y calidad suficiente; comercio internacional poco significativo, o inexistente, y nivel de demanda agregada por efecto del proyecto, insuficiente para alterar el equilibrio existente en el mercado nacional. En esta clasificación fueron catalogados productos tales como materiales de construcción (cemento, fierro, asfalto, maderas, moldajes), energía eléctrica, hortalizas y semillas de producción local. Los bienes no transables fueron cotizados al precio existente en el mercado regional.

Para el cálculo de los indicadores de rentabilidad se eliminaron del análisis los subsidios e impuestos que eventualmente puede otorgar, o percibir el Estado. Tampoco se consideró cobro por concepto de Concesión Onerosa, ya que ello responde a una transferencia de recursos más que a un nuevo ingreso nacional propiamente tal.

En los cálculos se agregó el costo que implica la implementación de los servicios de apoyo que sería solventado en su totalidad por el Estado. Como se dijo con anterioridad, para alcanzar las metas de producción y productividad esperadas a nivel de las unidades de producción, es fundamental que los agricultores cuenten con este tipo de servicios. Con relación a ello cabe señalar que estos servicios de apoyo se justifican en la medida de que la rentabilidad financiera del proyecto sea rentable positiva para los agricultores, de lo contrario ellos no se incorporarán a las acciones del proyecto, o en el mejor de los casos, abandonarán la actividad una vez que comprueben que no les es conveniente.

De acuerdo a los cálculos efectuados, en base a los montos y criterios antes señalados, en los cuales se contempla un precio del agua de \$ 346 por metro cúbico, el Valor Actual Neto (VAN), a una tasa de descuento del 12% y un plazo de 30 años, es negativo en 19.333 millones de pesos, y la Tasa Interna de Retorno (TIR) es menor a uno.

9. SUBPROYECTO DESARROLLO AGRÍCOLA EN BAQUEDANO

9.1 ANTECEDENTES

La comuna de Sierra Gorda cuenta con una planta para el tratamiento de las aguas servidas de la localidad de Baquedano, cuya población, de acuerdo a los antecedentes proporcionados por el último Censo de Población y Vivienda del año 1992, es de 514 habitantes. Según la misma fuente de información, en dicho centro poblado existe un total de 218 viviendas, 144 de las cuales se encuentran conectadas al sistema de alcantarillado.

Si se aplican al centro poblado de Baquedano los parámetros de proyección de población empleados por el Instituto Nacional de Estadísticas para la comuna de Sierra Gorda, se desprende de que éste contará en el año 2005 con 544 habitantes, lo que significa un crecimiento poblacional del 5,7% con respecto a la población existente al año 1992. De ello se puede inferir que en un futuro de mediano plazo no se deben esperar cambios significativos en cuanto a los volúmenes de aguas servidas generadas en el centro poblado, y por ende, en la disponibilidad de agua servida tratada para regadío.

La planta de tratamiento, que se encuentra localizada aproximadamente a un kilómetro al Oeste del centro poblado y a trescientos metros del camino asfaltado que llega a la ciudad de Antofagasta, tiene una capacidad de diseño de tan solo un litro por segundo.

En el año 1999 la Municipalidad contrató al consultor señor Jorge Torres Salazar para que desarrollara un estudio en el que se determinara la superficie factible de ser regada con las aguas generadas por la planta de tratamiento, diseñara un sistema de riego tecnificado, y propusiera el uso, o destino de los suelos que eventualmente pudieran ser regados.

En dicho estudio se determinó una superficie máxima de riego de tal solo 1,3 ha, y se recomendó la construcción de un pequeño parque, o área verde, destinado a la recreación de los habitantes de Baquedano, y al reposo de turistas y transportistas que viajan por la ruta 5 Norte, desde y hacia la ciudad de Antofagasta.

Este proyecto turístico se encuentra en etapa de ejecución. En estos momentos existe un grupo de cinco glorietas construidas, se ha efectuado el trazado topográfico para la plantación de un bosque, se cuenta con un pequeño vivero forestal, y con experiencia acumulada sobre el comportamiento algunas especies vegetales.

De lo expuesto se puede inferir que en la localidad de Baquedano el agua servida tratada disponible se encuentra ya destinada, por lo que no es factible disponer de ella para desarrollar un componente agrícola adicional, y menos aún considerando el tamaño máximo que puede llegar a tener una eventual explotación agrícola, y el número de personas que se beneficiarían de ella.

Por lo antes señalado, el presente estudio se limita a entregar toda aquella información que puede llegar a ser relevante para el éxito de la construcción y mantención del área verde que se regará con las aguas servidas tratadas por la planta de Baquedano.

9.2 UBICACIÓN Y ACCESO

El sector en estudio se localiza aproximadamente a 69 km al Noreste de la ciudad de Antofagasta, y a 115 km al Sureste de la ciudad de Calama. Para acceder a ella se debe transitar por la ruta 5 Norte, la que se encuentra asfaltada y en muy buen estado de conservación.

Política y administrativamente se inserta en la comuna de Sierra Gorda, Provincia y Región de Antofagasta. Su ubicación geográfica corresponde al paralelo 23°20' latitud Sur, y al meridiano 69°50' longitud Oeste, a una altitud de 1.035 metros sobre el nivel del mar.

9.3 CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS

En capítulo anterior se entregaron y analizaron con profundidad los principales parámetros climáticos y agroclimáticos que se presentan en el área en estudio. A continuación se presenta un resumen ejecutivo de tal manera de tener a la vista algunos de los elementos más relevantes que se deben considerar para un mejor manejo del área verde turística que está construyendo el municipio.

Las caídas de precipitaciones de aguas lluvias sólo alcanzan a 1,9 mm anuales, concentrándose ellas en los meses de invierno, vale decir junio y julio. La humedad relativa media mensual de los años observados oscila entre 13,5%, en el mes de noviembre, hasta 33,3%, en enero, con un promedio anual de 24,9%.

El viento alcanza altas velocidades, lo que queda reflejado en una media mensual promedio anual de 1,7 metros por segundo. No existen variaciones anuales significativas con relación a la velocidad promedio mensual del viento, sin embargo cabe señalar que se han registrado días con vientos de tal velocidad que provocan daños a cultivos y plantaciones, y destruye el plástico instalado en invernaderos y túneles. El recorrido del viento alcanza a un promedio anual de 4.666 km, que es el más alto de las cinco estaciones meteorológicas analizadas.

Las temperaturas medias mensuales oscilan alrededor de 16,2°C, las máximas medias mensuales en 31,7°C, y las mínimas medias mensuales en 0,1°C. Si bien es cierto no se dispone de registros que permitan conocer con exactitud las temperaturas extremas máximas diarias y las temperaturas extremas mínimas diarias, informantes calificados señalan que ellas son de tal magnitud que provocan serios daños a cultivos que se encuentran bajo plástico y no disponen de un sistema eficiente de ventilación forzada y, además, de un sistema de calefacción que permita evitar los efectos de la helada.

El período libre de heladas es de 212 días al año, extendiéndose entre los meses de octubre y abril. Con relación a ellos es importante hacer notar que para determinar este valor se emplearon las temperaturas mínimas medias mensuales, motivo por el que este período puede ser aún menor si se consideran las temperaturas extremas diarias.

En la zona en estudio no existen períodos de receso vegetativo. En un año promedio las horas de frío acumulado llegan a 2.943 horas, en tanto que los días grados, considerando un umbral de 10°C, alcanzan a 2.259 días-grado.

La evapotranspiración potencial promedio anual es de 2.515 mm, concentrándose un 56% de ellas entre los meses de octubre y marzo. El déficit hídrico presenta valores similares a la evapotranspiración potencial debido a las prácticamente nulas precipitaciones de aguas lluvias, motivo por el que a los cultivos se les debe suministrar agua durante todo el año.

9.4 CARACTERÍSTICAS DE LOS SUELOS

Con mira a tener una visión general de las características de los suelos del sector, en el estudio se distinguieron dos sectores de muestreo: un pequeño sector donde existen algunos cultivos regados con aguas servidas tratadas, y el resto de los terrenos de la zona que corresponden a un área de suelos naturales, o de desierto.

9.4.1 Área de Suelos Habilitados

Corresponde a una pequeña superficie donde se habilitaron suelos con el fin de efectuar algunas plantaciones forestales y establecer ciertos cultivos demostrativos. Para ellos se sustituyó la capa superficial de suelo (60 cm en el caso de plantaciones y 25 cm en cultivos) con una mezcla de guano con subsuelo. Posteriormente se efectuaron tres lavados de sales, empleando para ello una carga de 2,0 a 2,5 cm de aguas servidas tratadas. Los riegos posteriores se realizan con una abundante carga de agua, de tal manera de mantener lixiviadas las sales.

El análisis de estos suelos arrojó niveles de salinidad moderados en su parte superficial (0 a 30 cm), y alto en las capas más profundas (30 a 60 cm). El PH se encuentra dentro del rango de 7,7 a 8,0, en tanto que el nivel de Boro oscila alrededor de 6,0 y 6,2 mg/l, lo que es considerado como alto. El arsénico, medido sólo en la capa de suelo sustituido (0 a 30 cm), se encuentra en 0,5 mg/l.

9.4.2 Área de Suelos Natural

Son de naturaleza franco arenosa fina a franco limosa, polvillentos, con sectores de tosca dura en superficie, y poco dura entre los 8 y 15 cm.

Los resultados de los análisis indican la presencia de una estrata superficial (0 a 30 cm) extraordinariamente salina (600 ds/cm), con un altísimo nivel de Boro (42,2 mg/l), y un alto contenido de arsénico (21,5 mg/l). En el estrato de suelo de entre 30 y 60 cm se repite la situación antes descrita, aunque un poco más atenuada. La tosca corresponde a una costra salina compuesta fundamentalmente por carbonatos de sodio, sal (NaCl) y caliche.

De los análisis efectuados en los suelos habilitados y en las áreas de suelos naturales, se concluye que para poder establecer cualquier tipo de cultivo es fundamental proceder a sustituir el estrato superficial de suelo, y efectuar frecuentes riegos con abundante agua para mantener lavado el perfil donde se desarrollan las raíces de los vegetales. La presencia de Boro es una limitante importante para el desarrollo de los cultivos, mientras que el arsénico es peligroso para la salud humana, más aún si se considera que éste tiene un efecto acumulativo en el cuerpo.

9.5 DISPONIBILIDAD DE AGUA PARA RIEGO

Tal como se mencionó con anterioridad, la planta de tratamiento de aguas servida de Baquedano tiene una capacidad de diseño de un litro por segundo. Actualmente está funcionando con un caudal de unos 0,6 l/s, ya que no todas las casas están conectadas al colector que llega a la planta de tratamiento. Sin embargo, se espera que en el corto plazo esto se regularice, de tal forma de llegar al caudal de diseño de esa obra.

9.6 CARACTERÍSTICAS DE LAS AGUAS DE RIEGO

Las aguas generadas por la planta de tratamiento de aguas servidas de Baquedano son de buena calidad desde el punto de vista de la concentración de sales (480 μ mhos/cm). No lo son tanto en cuanto a sodio se refiere (48,45%), al encontrarse éste en el punto crítico donde se comienzan a presentar problemas en la parte física del suelo.

La presencia de Boro alcanza valores de 1,1 a 1,4 mg/l, valor que prácticamente duplica el límite establecido por la Norma Chilena 1.333, de 0,75 mg/l.

De acuerdo a la clasificación Riverside, las aguas son del tipo C2S1, lo que significa que presentan un peligro medio de salinización, y un bajo riesgo de sodificación. De acuerdo a Wilcox y Magistad el agua es de clase II, “buena a perjudicial”, debido principalmente a la alta concentración de Boro que ella tiene.

9.7 RECOMENDACIONES DE USO

Para efectuar cualquier recomendación de uso de los suelos se deben tener en cuenta los factores analizados en los numerales anteriores, específicamente lo que dice relación con las condiciones climáticas, características de los suelos, las necesidades de enmiendas, y la composición química de las aguas que se emplearán en el riego.

También es necesario considerar la superficie factible de ser regada, la cantidad de personas que se pueden beneficiar en cada alternativa de uso, y el costo que implica una actividad agrícola relativamente intensiva.

Considerando todos estos factores, se estima que el mejor uso que se le puede dar a estos terrenos es el que ha elegido la Municipalidad, vale decir, diseñar y construir un pequeño bosque que sirva de área de distracción y recreación a los habitantes de Baquedano, y un sitio de reposo para los turistas y transportistas que viajan por la ruta 5 norte.

9.8 DEMANDAS DE AGUA DE RIEGO EN EL ÁREA DE BAQUEDANO

En el presente capítulo se presentan las necesidades hídricas para el área de Baquedano donde se están regando 8.000 m² de áreas verdes. Los requerimientos hídricos se han dividido en tres aspectos: requerimientos de agua para la habilitación de suelos, requerimientos hídricos para el riego de los cultivos y requerimientos hídricos de mantenimiento anual, al término de la temporada de riego.

9.8.1 Requerimientos de Lavado para la Habilitación de Suelos

El área se encuentra habilitada por lo cual no se consideraran requerimientos de lavado inicial.

9.8.2 Demandas de Agua de Riego

Las demandas de agua de riego de una área dependen de las necesidades hídricas de cada especie durante su período vegetativo, de la cantidad de precipitaciones que puedan suplir en parte esas necesidades, de los sistemas de riego que utilicen los agricultores, de la eficiencia de aplicación del agua que logran aquellos y de las necesidades de lavado de sales que se requiera.

- Evapotranspiración Potencial y Máxima de los Cultivos

La evapotranspiración potencial fue calculada en el estudio agroclimático de este mismo proyecto, sobre la base del método de bandeja, a través de la siguiente relación:

$$E_{to} = K_b \times E_b$$

en que:

E_{to} = Evapotranspiración potencial

E_b = Evaporación desde una bandeja evaporimétrica clase A, en mm/día

K_b = Coeficiente de bandeja que está en función de la humedad relativa y del viento. Por las condiciones presentes en el lugar, el K_b tiene un valor de 0,7.

La evapotranspiración potencial para el área de Antofagasta se presenta en el Cuadro 9.8.2-1.

CUADRO 9.8.2-1
EVAPOTRANSPIRACIÓN POTENCIAL EN EL ÁREA DE BAQUEDANO (mm/mes)

Estación	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	Anual
Baquedano	231.4	213.8	288.8	199.3	173.6	162.7	164.2	186.2	206	231.7	247.6	269.5	2514.8

La evapotranspiración potencial anual corresponde a 2.514.8 mm, siendo el mes de diciembre el de mayores demanda.

La evapotranspiración máxima se obtiene a partir de la evapotranspiración potencial y de los coeficientes de cultivo (K_c), a través de la siguiente ecuación:

$$E_{tm} = E_{to} \times K_c$$

Donde:

E_{tm} = Evapotranspiración máxima del cultivo

E_{to} = Evapotranspiración potencial del sector

K_c = Coeficiente de cultivo

Para este proyecto de área verde se estimo un coeficiente de cultivo K_c igual a 0.8 para todo el año, que representa los céspedes y arboledas.

A partir de los coeficientes de cultivo promedio para áreas verdes, se determinó la evapotranspiración real en mm, la cual se presenta en el Cuadro 9.8.2-2.

CUADRO 9.8.2-2
EVAPOTRANSPIRACIÓN REAL MENSUAL (MM), PARA UN ÁREA VERDE EN EL
ÁREA DE BAQUEDANO

MES	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL
E_{tm}	185.1	171.0	183.0	159.4	138.9	130.1	131.4	150.0	164.8	185.4	198.1	215.6	2012.8

Dado que en el área del proyecto no existen precipitaciones de carácter efectivo para el desarrollo de los cultivos, la evapotranspiración de la rotación corresponde a la demanda neta de agua

- Demanda Bruta de Agua

Para el cálculo de las necesidades brutas a nivel de cultivo, se consideró la demanda neta y se tomó en cuenta la eficiencia de aplicación del método de riego, los requerimientos de lavado (LR). Además se considero un lavado anual de mantención de la salinidad del suelo (LAM).

Para el área de Baquedano se considera el uso de riego por aspersion, estimándose su eficiencia en un 75% , valor de referencia entregado por las bases de los concursos de la Ley 18.450

Los requerimientos de lavado corresponden a la cantidad de agua mínima de percolación para mantener la salinidad del suelo a un nivel no perjudicial para el desarrollo de las plantas. Los requerimientos de lavado (LR), en condiciones de riego por aspersión se estimaron a partir de la siguiente ecuación (Rhoades 1974):

$$LR = CE_i / (5CE_e - CE_i)$$

donde:

- LR = Fracción de lavado
- CE_i = Conductividad eléctrica del agua de riego
- E_e = Conductividad eléctrica del estrato saturado de suelo límite tolerada por el cultivo sin afectar su rendimiento

La calidad del agua de riego a utilizar se presenta en el Cuadro 9.2.8-3, en el cual se presenta la concentración total de sales, en términos de conductividad eléctrica (dS/m) y la concentración de Boro (mg/l).

CUADRO 9.8.2-3
CONCENTRACIÓN TOTAL DE SALES Y DE BORO EN EL AGUA PROVENIENTE DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE BAQUEDANO

Localidad	Conductividad eléctrica (dS/m)	Contenido de Boro (mg/l)
Antofagasta	0.48	1.2

La conductividad eléctrica del agua de riego indica que es un agua de un bajo contenido de sales, clasificándose como agua apta para el riego, con bajo riesgos de salinización y daño a los cultivos según la clasificación de Ayres (1977).

El Boro es considerado un ión tóxico para el desarrollo de las plantas. De acuerdo a la normativa internacional, contenidos de Boro superiores a 3 mg/l pueden presentar problemas graves para los cultivos.

La CE_e para los diferentes cultivos se encuentra en los trabajos de Mass (1990) y Ayers y Westcot (1985). Sin embargo, dada las características del agua, solo se puede llegar a esperar tener en el suelo un tenor salino equivalente al del agua de riego proveniente de la planta de tratamiento (0.48 dS/m). Por lo tanto la fracción de lavado calculada según la ecuación de Rhoades (1974) antes descrita es de $0.48 / (5 \times 3.3 - 0.48)$, es decir 3%. Con un requerimiento de lavado de esta magnitud se puede mantener el suelo con una conductividad eléctrica de 3.3 dS/m, valor de concentración salina adecuado para el desarrollo del parque establecido .

Debido la baja conductividad eléctrica del agua no se considerara un lavado anual de mantención. (LAM).

Para calcular la demanda bruta en condiciones de riego por aspersión (DBc), del área regada se utilizó la siguiente relación:

$$DB_c = \text{Demanda Neta} / ((1 - K)) + \text{LAM}$$

Donde :

DB_c = Demanda de la rotación de cultivos considerados

$K = 1 - Efa$

$K = LR$

LAM = Lavado de mantención (valor cero en este caso)

El valor de K representa la ineficiencia del método de riego, la cual está asociada a la percolación profunda del agua y al escurrimiento superficial, la cual es nula en riego por aspersión, si se considera que la intensidad de precipitación de los emisores es inferior a la velocidad de infiltración básica del suelo.

Por lo tanto como los factores Efa y LR están asociados a percolación profunda del agua de riego, ya sea por manejo del método de riego o por necesidades de lavado, la demanda bruta se debe calcular con el mayor valor de K, producto de l Efa o LR.

El valor de K, considerando la Efa del riego por aspersión es de 0,25 (75 % de eficiencia) en tanto que considerando los requerimientos de lavado este es de 0,03. En consecuencia para determinar la DB_c de la rotación de cultivos se considera la eficiencia de aplicación del equipo (Efa)

La demanda bruta de agua, expresada en $m^3/há$, en el área de Baquedano se presenta en el Cuadro 9.8.2-4. Como ya se ha indicado, el LAM no se ha considerado.

CUADRO 9.8.2-4
DEMANDA BRUTA DE AGUA, en $m^3/há$, PARA EL ÁREA DE BAQUEDANO
CONSIDERANDO UNA EFICIENCIA DE APLICACIÓN DEL 75%

MES	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL
DB_c	246.8	228.0	244.0	212.6	185.2	173.5	175.2	198.6	219.7	247.2	264.1	287.5	2682.4

Del cuadro anterior se desprende que la demanda bruta del mes de máxima demanda (diciembre) es de 287.5 mm/mes lo que equivale a 1.073 l/s/há.

- Tasas de riego por sector

Para el área de Baquedano se requiere los siguientes caudales continuos considerando que se riegan 8.000 m^2 de áreas verdes.

CUADRO 9.8.2-5
CAUDAL DE AGUA MEDIO MENSUAL (l/s) REQUERIDOS PARA REGAR 8.000 m^2 DE
ÁREAS VERDES EN EL ÁREA DE BAQUEDANO

AÑO	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR
	0.55	0.54	0.52	0.59	0.68	0.74	0.82	0.86	0.74	0.75	0.73	0.66

Del Cuadro 9.8.2-5 se desprende que el agua disponible en Baquedano es suficiente para regar el proyecto de área verde que contempla 8.000 m^2 .

10. SUBPROYECTO DESARROLLO AGRÍCOLA EN CALAMA

10.1 ANTECEDENTES

La Secretaría Regional Ministerial de Agricultura de la Región de Antofagasta, junto con la Comisión Nacional de Riego establecieron que el área del presente subproyecto está constituida por los terrenos localizados al poniente de la ciudad de Calama, específicamente en los sectores denominados Likantatay, Verdes Campiñas, Cobijas y Cerro Negro. Para poner en riego dichos terrenos se utilizarán las aguas servidas tratadas generadas por la planta que próximamente construirá la Empresa ESSAN al costado poniente de la ciudad, vale decir, dentro del área del estudio.

De los antecedentes consignados en el diagnóstico general del área, de los estudios y proyectos desarrollados en la zona, y de las opiniones de informantes calificados, se concluye que en el futuro la actividad agrícola que se desarrolla, y puede llegar a desarrollarse en Calama se ve amenazada por una serie de factores, que pueden llegar a ser determinantes para el logro de los objetivos establecidos por la autoridad para este subproyecto. Dentro de estos factores se desatacan los siguientes:

- La disponibilidad de agua es cada vez menor, en tanto que la demanda por ella es creciente a medida de que aumenta la población de la Región de Antofagasta, y la actividad minera e industrial
- Como consecuencia de lo antes señalado, el agua natural ha alcanzado un precio extremadamente alto, donde el interés real que se puede lograr por colocar dicho capital en depósitos a plazo puede llegar a ser superior a la rentabilidad obtenida en la actividad agrícola.
- La Mina Chuquicamata tiene proyectado ampliar el área de excavación, por lo que tiene proyectado el traslado de la población que allí se radica hasta la ciudad de Calama. Este hecho crea una fuerte presión sobre el suelo y agua. El primero para construir viviendas, hospital, y otra infraestructura que actualmente se encuentra en Chuquicamata, y sobre el segundo para abastecer de este vital elemento a la población erradicada¹.
- La Empresa de Agua Potable ESSAN pretende intercambiar con los agricultores el agua servida tratada por derechos de agua sobre cursos naturales. También considera la posibilidad de entregar agua tratada para procesos de la minería y otras industrias existentes, o que en el futuro se instales en la zona. Ello explica el hecho de que en las Bases de Licitación para la construcción de la planta de tratamiento se establezca la conducción de las aguas tratadas hasta el sector conocido como puente negro, lo que implica cruzar de Oeste a Este la ciudad de Calama.

¹ Se estima que el agua que actualmente utiliza la población de Chuquicamata será destinada a procesos industriales, y no transportadas hasta la ciudad.

Estos y otros elementos y factores deben ser analizados por las autoridades regionales y comunales, de tal manera de establecer una estrategia y plan de desarrollo realista para la zona, que se ajuste a la tendencia del mercado, y que a su vez responda a las aspiraciones de largo plazo establecidas por la comunidad y por la autoridad. Ello permitirá efectuar una asignación adecuada de los recursos humanos y económicos, y garantizar en cierta medida de que los productos generados por éstos perduren en el tiempo.

10.2 UBICACIÓN, LÍMITES Y ACCESO

El área del proyecto se encuentra localizada en la Región de Antofagasta, provincia de El Loa, Comuna de Calama, a tan sólo algunos metros de las construcciones periféricas del sector poniente de la ciudad de Calama.

Geográficamente se ubica en el paralelo 22°27' latitud sur, y en el meridiano 68° 56' longitud oeste, a una altura con respecto al mar de 2.250 metros.

Para acceder a la ciudad de Calama por vía terrestre desde la capital regional Antofagasta se deben transitar 98 kilómetros por la ruta 5 Norte, y posteriormente 115 kilómetros por la ruta 25. También existe la posibilidad de conexión área desde la capital nacional, Santiago.

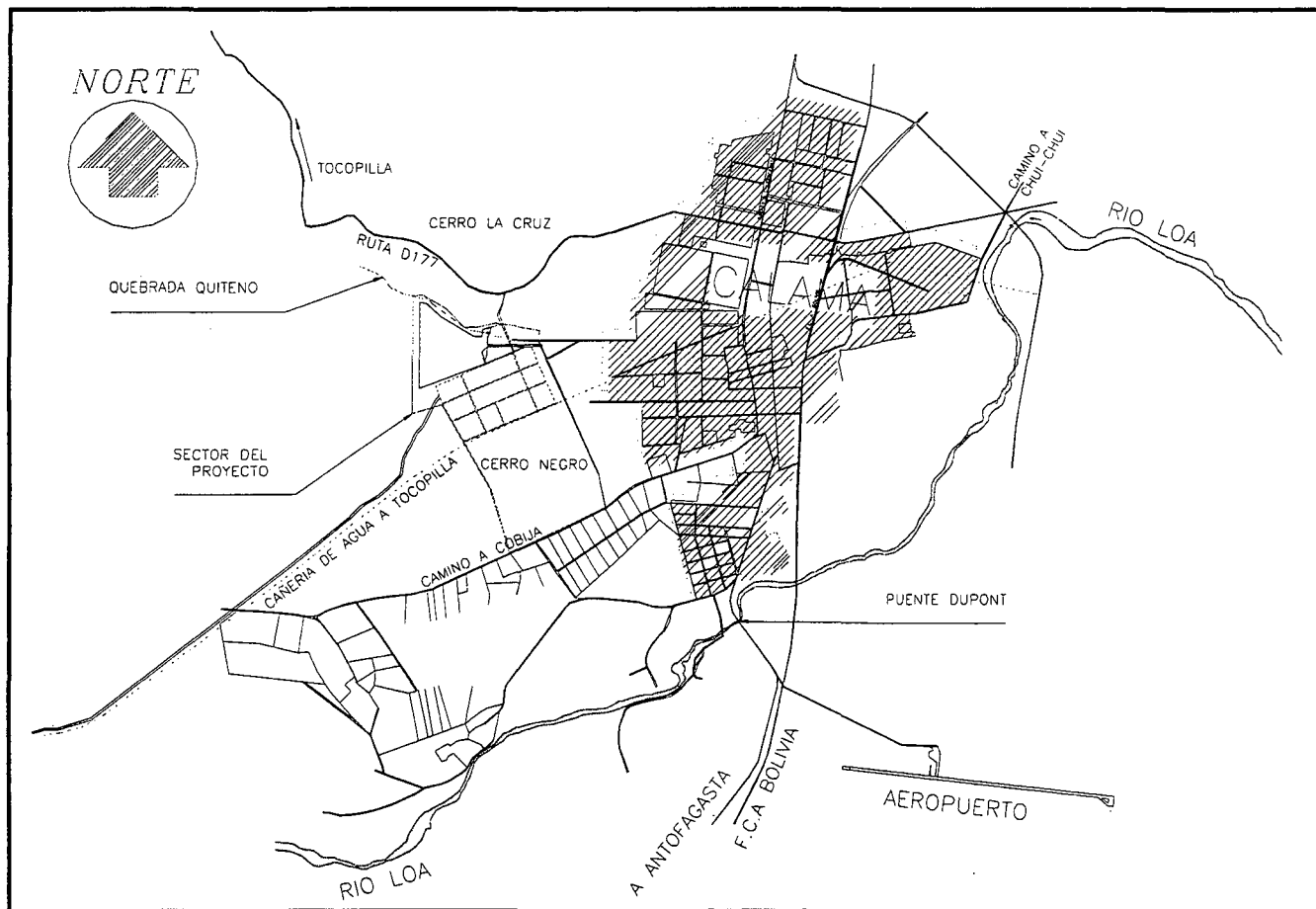
Los límites del área establecidos por la Secretaría Regional Ministerial de Agricultura de la II Región y por la Comisión Nacional de Riego, están definidos en un plano con los detalles de la regularización de la propiedad de los terrenos de Likantatay y Verdes Campiñas de la SEREMI de Bienes Nacionales. Esta área conjuntamente con la del sector denominado Cerro Negro constituye el área de estudio de Calama, la cual se puede observar en la Figura 10.2-1.

10.3 SUPERFICIE Y FORMA DE TENENCIA

Para determinar el área del proyecto es necesario tener presente dos variables: la primera dice relación con la disponibilidad de terrenos que existen en los alrededores de la futura planta de tratamiento de aguas servidas, específicamente en los sectores de Cerro Negro, Likantatay y Verdes Campiña, en tanto que la segunda está dada por la cantidad de 150 l/s de agua servida tratada que la empresa de agua potable ESSAN se ha comprometido a destinar a la actividad agrícola del área del proyecto.

La mayoría de los terrenos involucrados en el área de estudio son de propiedad Fiscal, aunque algunos de ellos se encuentran ocupados ilegalmente por personas que han instalado viviendas, y que cultivan pequeños paños que riegan con aguas servidas sin tratar, extraídas de alguna ruptura del ducto que las conduce hasta su lugar de evacuación.

FIGURA 10.2-1
PLANO DE UBICACIÓN GENERAL DEL PROYECTO DE RIEGO CALAMA



En el sector conocido como Cerro Negro se observan dos situaciones distintas: 18 propietarios individuales con títulos de dominio, que cuentan con aproximadamente 73 hectáreas, con un promedio de 4,1 ha por predio, y; siete tenedores ilegales de terrenos fiscales, que reúnen un total de alrededor de 36 ha, lo que arroja un promedio de 5,1 ha por explotación.

La totalidad de los residentes en los sectores de Likantatay y Verdes Campiña son tenedores ilegales de terrenos fiscales. En estos momentos el Ministerio de Bienes Nacionales se encuentra en un proceso de regularización y urbanización de dichos sectores, para lo cual contempla el loteo y entrega de un total 78,29 ha, distribuidas en de 76 sitios, dos sectores para equipamiento, un lugar para pozo, y un área de reserva. La superficie de los sitios individuales involucrada es de 61,19 ha, con propiedades de entre 0,5 y 2,1 ha, y una superficie promedio de 0,81 hectárea por propiedad.

De esta manera, se reúne una superficie de aproximadamente 170 ha, las que eventualmente podrían ser incrementadas si se consideran parte de los terrenos localizados en el sector de Chunchuri Alto, aledaño a los ya antes mencionados, donde las propiedades son de un tamaño promedio de tres hectáreas.

Por otro lado, de acuerdo a los cálculos efectuados, los requerimientos promedio de agua para regar los cultivos y mantener lixiviadas las sales de los suelos es de aproximadamente 3.700 metros cúbicos por hectárea en los meses de mayor demanda. De esta manera, los 150 l/s comprometidos por ESSAN al SEREMI de Agricultura de la Región de Antofagasta, permitirían regar aproximadamente 104 hectáreas.

10.4 CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS

La zona en estudio se encuentra dentro de un área de clima desértico de estepa de altura, que es característico del extremo Norte del país, y a la altitud que el área tiene con respecto al nivel del mar (2.250 m.s.n.m.)

Los principales parámetros climáticos y agroclimáticos presentes en la zona dicen relación con las precipitaciones, temperaturas, humedad relativa, velocidad del viento, período libre de heladas, período de receso vegetativo, y evapotranspiración potencial.

Según datos recopilados en un período de observación de 34 años, las precipitaciones de aguas lluvias alcanzan a un promedio anual de 1,8 mm, y se concentran en tres períodos anuales: marzo-junio, agosto-septiembre, y enero. Las lluvias de enero representan el 17% del total de aguas caídas, y se deben a la presencia del invierno boliviano. Entre los meses de marzo y junio se concentra el 50% de las precipitaciones, en tanto que en agosto y septiembre cae el 33% restante.

La humedad relativa presenta un promedio anual de 23,2%, cifra que es muy similar a la existente en otras localidades del interior y altiplánicas. Entre los meses de mayo y noviembre este indicador está por debajo del promedio anual. Los mayores valores de humedad relativa se alcanzan en los meses de enero, febrero y marzo.

El viento es un elemento que reviste gran importancia en la actividad agrícola de la zona, en ocasiones puede llegar a alcanzar velocidades tales que se constituye en un factor de potencial riesgo de daño a cultivos e invernaderos de plástico. Los vientos predominantes entre los meses de mayo y agosto provienen del Este, en tanto que en los meses restante predominan los vientos Oeste. La velocidad promedio anual de los vientos es de 1,7 metros por segundo, con una desviación estándar poco significativa, ello que se ve reflejado en un recorrido mensual cuyo promedio anual es de 4.647 km, con un máximo en los meses de septiembre, octubre y noviembre, y mínimos en los meses de febrero, marzo y abril. Las velocidades máximas promedio mensual, y por ende también diarias, se presentan en cualquier época del año, es así como existen registros de velocidades promedio mensual por sobre los 35 nudos en prácticamente todos los meses del año, salvo mayo, junio y noviembre

Las temperaturas medias mensuales oscilan alrededor de 15,6°C en el mes de enero, y 11,0 °C en el mes de julio, con un promedio anual de 13,5 °C. Las temperaturas promedio de las máximas mensuales es de 25,9 °C, con oscilaciones poco significativas. Las temperaturas promedio de las mínimas mensuales es 0,6 °C, siendo los meses de más bajas temperaturas julio y agosto.

No se dispone de registros que permitan conocer con exactitud las temperaturas extremas máximas diarias y las temperaturas extremas mínimas diarias, sin embargo técnicos del agro que trabajan en la zona manifiestan que ellas son de tal magnitud que provocan daños importantes en algunos cultivos que se encuentran bajo plástico y que no disponen de un sistema eficiente de ventilación forzada y, además, de un sistema de calefacción que permita evitar los efectos de la helada.

Si se consideran los indicadores de temperatura promedio mensual se establece un período libre de heladas de 212 días al año, que se extiende desde el mes de octubre hasta el mes de abril. Sin embargo, este período puede llegar a ser mucho menor si para el análisis se toman en cuenta las temperaturas extremas diarias.

Las condiciones de temperaturas determinan que en el área no exista un período de receso vegetativo, aunque para su cálculo se emplee un umbral de 10 °C. La acumulación anual de horas de frío es de 3.260 horas, siendo los meses de junio, julio y agosto los que aportan un mayor número de horas con temperaturas por bajo los 7 °C. La sumatoria de días grado alcanza a 3.105, si se trabaja con un umbral de 5 °C, y 1.280 horas si se hace con un umbral de 10 °C.

La evapotranspiración potencial de los cultivos es de 2.256 mm anuales. Los meses de mayor evapotranspiración son los comprendidos entre octubre y enero, con valores que sobrepasan los 200 mm mensuales. Los déficit hídricos mensuales y anuales son muy similares a los registrados para la evapotranspiración potencial, ya que los niveles de precipitaciones de aguas lluvias no constituyen un aporte hídrico de importancia. Por lo mismo, los cultivos agrícolas deben ser irrigados durante todo el año.

10.5 CARACTERÍSTICAS DE LOS SUELOS

El estudio de suelos se efectuó en los terrenos ubicados en el sector poniente de la ciudad de Calama, específicamente en los sectores de Likantatay, Verdes Campiñas, Cobijas y Cerro Negro. En todos estos sectores se tomaron y analizaron muestras en pequeños sectores habilitados para siembras en “eras”, y en los terrenos vírgenes que abarcan la mayor proporción del área estudiada.

Sector Likantatay

Las áreas de cultivo se limitan a algunos paños muy pequeños regados con aguas servidas no tratadas obtenidas de alguna ruptura de la matriz que las conduce hasta su punto de evacuación. Los suelos presentan una topografía plana, son profundos, estratificados, de textura que varía desde franco limoso a franco arenoso, sin existir una estratificación abrupta. El drenaje es bueno, y no se observan moteados ni signos de mal drenaje en profundidades de hasta 1,2 m.

Los resultados de los análisis efectuados a las muestras tomadas a este tipo de suelos varían de acuerdo al número de años que han sido regados, y por ende lavados, la

frecuencia con que se hacen los riegos y la carga de los mismos. En términos generales se puede afirmar que ha medida que pasa el tiempo y se efectúa un mayor número de lixiviaciones los suelos van aumentando su pH, disminuyendo su conductibilidad eléctrica o salinidad, y reduciendo la cantidad presente de boro y arsénico. Los mejores resultados, que no necesariamente significa alcanzar valores adecuados, se obtuvieron en suelos que han sido regados consecutivamente por más de cinco años.

Los terrenos vírgenes, o que no han sido intervenidos, presentan una topografía plana o ligeramente ondulada, su textura es franco arenosa fina a franco limosa, y en profundidad, franco limosa. Se observa una tosca dura aflorando, que corresponde a harpanes calcáreos, que a veces se presenta cementada por arena fina. Los resultados del análisis de las muestras tomadas señalan la existencia de una muy alta concentración de sales (235 dS/m - 542 dS/m), boro (174 mg/l - 259 mg/l), y arsénico (> 51 mg/l)². La concentración de sales presentes incluso impide el establecimiento y desarrollo de la especie que presenta la mayor resistencia conocida, como es la grama salada, o pasto salitre.

Con relación al arsénico cabe recordar que este elemento es sumamente dañino para la salud humana y animal. El Ministerio de Salud establece un límite máximo de 1,0 ppm de arsénico en los alimentos sólidos. Como criterio general se estima no se deben establecer hortalizas de hojas en suelos que presenten más de 1 mg/l³, debido a que se ha demostrado que en algunas especies que esta parte del vegetal concentran altas cantidades de este elemento químico.

De los resultados de los análisis de suelos efectuados y de las experiencias acumuladas en las pequeñas eras de cultivo se puede concluir que para establecer una actividad agrícola necesariamente se deben efectuar labores de habilitación costosas, tales como el subsolado de los terrenos y el riego intenso de los mismos por un período relativamente largo, además de tomar las medidas pertinentes para evitar que la población se contamine con arsénico⁴.

Sector Verdes Campiña

Los suelos presentan características similares a las descritas para el sector de Likantatay; topografía plana, textura franco arenosa en superficie y estratificaciones franco limosa y franco arenosa en profundidad, buen drenaje.

En las pequeñas "eras" regadas con aguas servidas sin tratamiento se observa una disminución notable de la salinidad, boro y arsénico con respecto a los sectores nunca intervenidos por el hombre. Sin embargo aún así los niveles de boro son

² No se cuenta con resultados de la concentración de este elemento, sin embargo se estima que es similar al obtenido en el sector de Verdes Campiña.

³ No se dispone de antecedentes confiables que permitan asegurar que no existan problemas de envenenamiento por el consumo de alimentos generados en suelos con alta concentración de arsénico, o por el consumo de carne proveniente de animales alimentados de praderas establecidas en dichos terrenos.

⁴ Este elemento químico tiene la propiedad de acumularse en el cuerpo.

extraordinariamente altos (29,5 mg/l), imposibilitando cualquier tipo de cultivo que no sea los de adaptación local (maíz, alfalfa), hecho que fue ratificado por los agricultores al señalar que por lo general fracasan los intentos de establecer otro tipo de cultivo. Los niveles de arsénico permanecen altos (21,5 mg/l), hecho que debe ser tomado en cuenta en cualquier programa agrícola para la zona.

Los terrenos en los que no ha existido intervención agrícola presentan una menor concentración de sales y boro de la señalada para el sector de Likantatay, 120,5 dS/m y 55,6 mg/l respectivamente, sin embargo siguen siendo altos y limitantes para la actividad agrícola. El nivel de arsénico es sumamente alto (51,3 mg/l)⁵, constituyéndose en una variable que debe ser considerada al momento de planificar cualquier uso agrícola de estos terrenos.

Sector Cobijas

El área donde se establecen algunos cultivos se caracteriza por tener una topografía plana, contar con suelos de textura franco arenosa fina en superficie, y estratificaciones de textura franco limosa y franco arenosa en profundidad. Se intercalan capas de poco espesor de material turboso. En algunos casos, a partir de los 100 cm se presenta un hardpan calcáreo continuo de origen orgánico que presenta un impedimento al paso de raíces en profundidad. Los niveles de salinidad y boro si bien son inferiores a los encontrados en las áreas sin intervenir, mantienen niveles tales que son incompatibles con la mayoría de los cultivos agrícolas, exceptuando los de adaptación local.

Los terrenos que no han sido intervenidos agrícolamente presentan un perfil caracterizado por un horizonte superficial altamente orgánico, compuesto por raíces de grama salada (pasto salitre), su textura es franco arenosa fina, seguida de un estrato de arena fina o arena media de espesor variable. A partir de los 60 cm y hasta los 120 cm se presenta una sucesión de pequeños estratos, de espesor variable, de textura franco arenosa a franco limosa y arenosa. En superficie se observan suelos polvillentos, típicos del exceso de sales. En algunas áreas afloran toscas duras de naturaleza calcárea.

Los resultados de los análisis de las muestras tomadas en suelos agrícolamente vírgenes arrojan en los primeros 65 cm de profundidad concentraciones de boro superiores a 49 mg/l, y una conductibilidad eléctrica mayor a 89 dS/m, todo lo cual determina la necesidad de solventar altos costos de rehabilitación antes de poder iniciar cualquier tipo de uso agrícola.

Sector Cerro Negro

Estos terrenos se localizan entre el límite poblado de la ciudad de Calama y el Cementerio. Corresponden a una proyección de los suelos descritos para el sector de

⁵ Es la única muestra de suelos en la que se cuenta con resultados de concentración de arsénico en suelos vírgenes. Para estos efectos de este estudio es considerada como representativa de toda la zona.

Cobijas, aunque los terrenos que se han regado por años presentan una menor concentración de sales y boro, menor a 14,6 dS/m y menos de 21,5 mg/l, respectivamente.

10.6 USO ACTUAL DE LOS SUELOS

El uso que en la actualidad se le da a los terrenos involucrados en el área del subproyecto es variado, dependiendo ello de la forma de tenencia de la tierra, de la ubicación de los terrenos con respecto a la red de evacuación de aguas servidas de la ciudad de Calama, y de la posibilidad de riego que exista empleando las aguas servidas tratadas en pequeñas piscinas localizadas en el sector de Cerro Negro⁶.

En términos generales se puede afirmar que la inmensa mayoría de la superficie en la que se desarrolla algún grado de actividad agrícola es regada con aguas servidas no tratadas, las que se extraen directamente de los ductos de evacuación de la Empresa ESSAN. Esto además de constituir una irregularidad desde el punto de vista administrativo y sanitario, genera una situación cercana a lo delictivo, pues dolosamente se destruye propiedad de terceros, sin su autorización, para obtener un beneficio pecunario propio.

Los cultivos agrícolas que ahí se producen se limitan a maíz choclero y alfalfa para corte en verde. Prácticamente no existe otro tipo de cultivo, ya que ellos se encuentran prohibidos por el alto riesgo sanitario que implica su consumo para la población.

La situación antes descrita, aunque se arrastra por varios años, no puede ser considerada de carácter regular ni permanente por cuanto se sustenta en un hecho circunstancial, cual es que la empresa propietaria de los bienes que se destruyen (ESSAN), o la autoridad sanitaria en cualquier momento pueden tomar medidas legales y solicitar sanciones para evitar que se destruyan los ductos de aguas servidas, y se utilicen esas agua sin previo tratamiento. Por tal motivo, para efectos de establecer la situación mejorada en la evaluación económica de este subproyecto, se asumió como hipótesis que en el futuro cercano no existirá la posibilidad de regar cultivos con aguas servidas no tratadas, y por ende los actuales productores que están trasgrediendo normas legales y reglamentarias no podrán seguir cultivando los suelos del área en estudio.

10.7 DISPONIBILIDAD FUTURA DE AGUA Y SUS CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS

10.7.1 Disponibilidad de Aguas Servidas Tratadas

Tal como se señaló con anterioridad, la disponibilidad de agua para el riego agrícola está dada por el compromiso asumido por la empresa de agua potable ESSAN ante el SEREMI de Agricultura de la Región de Antofagasta, señor Alejandro Pizarro, de destinar a la

⁶ De acuerdo a lo informado estas piscinas no están cumpliendo bien su función, y presentan fallas de diseño.

agricultura del área en estudio la cantidad máxima de 150 l/s de la producción obtenida de la futura planta de tratamiento de aguas servidas de Calama.

10.7.2 Costo del Agua Tratada

De acuerdo a lo indicado en el caso de Antofagasta, ESSAN no ha realizado un estudio específico de tarifas para el agua servida tratada, razón por la cual en el caso de Calama se ha adoptado el mismo valor referencial usado en Antofagasta, es decir \$346/m³ de agua tratada, expresada en moneda de diciembre de 1999.

10.7.3 Calidad de las Aguas Servidas de Calama

Sobre la base de los análisis de calidad de aguas realizados en esta consultoría, se confeccionó el Cuadro 10.7.3-1, que resume los valores de los parámetros más importantes en lo relativo al riego, incluyendo además los límites recomendados por la FAO y por la Norma chilena NCh 1.333 que fija los estándares de calidad de aguas para riego.

CUADRO 10.7.3-1
CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DE LAS AGUAS

PARÁMETRO	VALORES NORMALES AGUA DE RIEGO (a)	VALORES NORMA NCh 1333	CALAMA CONSULTORA
Reacción (pH)	6.0 – 8.5	5.5 – 9.0	7.04
Conductividad (Salinidad)	0 – 3 Ds/m	0.75	1.66
RAS(Relación adsorción Na)	0 – 15	-	3.65
Calcio (meq/l)	0 – 20	-	4.04
Magnesio (meq/l)	0 – 5	-	4.28
Sodio (meq/l)	0 – 40	35%	7.45
Carbonato (meq/l)	0 – 0.1	-	0.00
Bicarbonato (meq/l)	0 – 10	-	5.48
Cloruros (meq/l)	0 – 30	5.6 *	6.82
Sulfato (meq/l)	0 – 20	5.2 **	4.79
Boro (mg/l)	0 – 2	0.75	5.10
Arsénico (mg/l)	0.10	0.10	0.00
Cobre (mg/l)	0.20	0.20	0.00

a : FAO 29 Rev.1

* La Norma indica 200 mg/l

** La Norma indica 250 mg/l

- Parámetro no normado

n/d: Dato no disponible

Estos antecedentes, en general concuerdan con los determinados por otras instituciones, indicando la existencia de ciertos problemas relacionados con la salinidad y el boro.

En torno al tema de la salinidad, esta es menor que en Antofagasta y adoptando las precauciones y prácticas de manejo adecuadas, este aspecto es perfectamente manejable en lo relativo a las actividades de riego agrícola. En cambio el tema del Boro es más delicado y representa

una seria restricción en lo relacionado con la selección de cultivos rentables que sean resistentes a este contaminante.

10.8 FORMA DE TRANSFERENCIA DE LOS TERRENOS

El Ministerio de Bienes Nacionales se dispone a entregar gratuitamente los terrenos a las personas que se les asigne los lotes establecidos en el plano desarrollado por la División del Catastro Nacional de los Bienes del Estado en el mes de octubre del año 1999. El resto de los terrenos factibles de ser regados pertenece a propietarios que disponen de títulos de dominio, y a ocupantes de terrenos fiscales que a la larga se supone que tendrán los mismos beneficios de sus vecinos de Likantatay.

10.9 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO EN LA SITUACIÓN PROYECTADA

10.9.1 Identificación de Predios Tipo

Con el fin de tener una visión lo más amplia posible sobre el rango de tamaño de explotación factible de ser trabajada comercialmente en forma rentable se optó por identificar cuatro Predios Tipo, que se distinguen entre sí por la concentración de sales y boro que tienen actualmente los suelos, el tamaño total de propiedad, y la estructura de cultivo que se utilizará. Para establecer la superficie cultivada que existirá en cada uno de los Predios Tipo se asumió que el agricultor destina parte de la superficie a la casa habitación, bodegas de productos e insumos, corrales, senderos interiores, u otras instalaciones necesarias para una adecuada operación, administración y gestión. La proporción de terrenos utilizados con estos fines es inversamente proporcional al tamaño de la propiedad, sin embargo en la situación particular analizada no diferirá mayormente entre los Predios Tipo identificados, estimándose ella en un 10%, como promedio.

Se trabajó con dos alternativas de tamaño: predios de 4,0 ha, que representa la situación promedio existente en las localidades de Cerro Negro y Chunchuri Alto, y predios de 0,81 ha, que corresponden al loteo efectuado por el Ministerio de Bienes Nacionales en el sector de Likantatay y Verdes Campiña. A su vez se distinguió entre terrenos que han sido trabajados agrícolamente, donde se han lixiviado parte de las sales, y aquellos que se encuentran vírgenes y por ende presentan altas concentraciones de sales y boro.

Para estimar la representación que tendrá cada uno de los Predios Tipos en el área total del proyecto se utilizó la información de uso actual de los suelos disponible. A su vez, se dio prioridad de riego a aquellos terrenos que se encuentran actualmente en mejores condiciones químicas, de tal manera que los 150 l/s comprometidos por la empresa ESSAN serán asignados en orden decreciente de calidad de suelos.

CUADRO 10.9.1-1
 PREDIOS TIPO IDENTIFICADOS Y SUPERFICIE DE CADA UNO DE ELLOS
 (hectáreas)

PREDIO TIPO	SUPERFICIE TOTAL	SUPERFICIE NO PRODUCTIVA	SUPERFICIE REGADA
A4	4.00	0.4	3.6
A1	0.81	0.1	0.7
B4	4.00	0.4	3.6
B1	0.81	0.1	0.7

10.9.2 Estructura de Cultivo

Como respuesta a las inversiones programadas en riego extrapredial, a la disposición de la empresa ESSAN de proporcionar 150 l/s de agua servida tratada, a la garantía que dichas aguas cumplirán con las normas de calidad dispuestas por la autoridad y normas sanitarias, y al apoyo que brindará la autoridad regional para difundir en la población que es inocuo consumir productos agrícolas regados con aguas servidas tratadas, se espera que agricultores participen de las acciones del proyecto y asuman el desafío de crear un pequeño polo de desarrollo agrícola a partir de la utilización de aguas servidas tratadas para regar algunos cultivos hortícolas y praderas artificiales de alfalfa.

Las características edafológicas de los suelos, las condiciones climáticas imperantes en el área, el tipo y calidad del agua que se utilizará para regar, el precio que se deberá cancelar por el agua de regadío, los canales de comercialización agrícola existentes en la zona, las ventajas competitivas existentes en la zona (distancia hasta los grandes centros de producción agrícola nacional), y el tamaño de las explotaciones agrícolas, son algunos de los factores que se deben tener en consideración al momento de seleccionar las posibles especies que pueden llegar a conformar la estructura de cultivo promedio del área. Con relación a alguno de estos factores cabe señalar que:

- De acuerdo a los estudios efectuados, el nivel de salinidad que presentan los suelos es catalogado como alto, al presentar una conductibilidad eléctrica que va desde los 2,2 dS/m en el sector regado de Likantatay y 14,6 dS/m en el sector de Cerro Negro, hasta 90 dS/m y 553 dS/m en los sectores de suelos vírgenes de Cerro Negro y Likantatay, respectivamente.
- La alta concentración de boro en el suelo constituye en una seria limitante para el desarrollo de los cultivos. Se detectaron concentraciones que oscilan entre 7,6 mg/l y 47,0 mg/l en los sectores regados de Likantatay, hasta 50 mg/l y 259 mg/l en las áreas vírgenes de Cobijas y Likantatay. Por tal motivo las estructuras de cultivos deben contemplar sólo especies vegetales que presenten cierto grado de adaptación a la presencia de este elemento químico.
- El tratamiento de las aguas por parte de ESSAN afectará la composición orgánica de las mismas, sin modificar mayormente su composición química. De acuerdo a la información recopilada el agua de riego tendrá una composición de 6 mg/l de boro y de 1.450 µm/cm

de conductividad. Este nivel de boro en el agua de riego, sumado a la presencia de este elemento en el suelo se constituye en una limitante importante para el desarrollo de los cultivos⁷.

- Según estimaciones de la Empresa ESSAN, el agua tratada tendrá un valor similar al que actualmente cancelan los agricultores de La Chimba, vale decir alrededor de \$ 346 por metro cúbico.
- La demanda de agua de los cultivos está determinada por la interacción de una serie de factores, tales como tipo de cultivo, época de siembra, nivel de evapotranspiración, período de desarrollo, forma de riego, y carga requerida para lixiviar sales. De acuerdo a los cálculos efectuados, la tasa de riego promedio de los cultivos considerados en el análisis, en la que se incluye una carga de agua para mantener lixiviadas las sales, es de 28.436 m³/ha año para los predios tipos que se localizan en suelos trabajados, y de 30.435 m³/ha en los terrenos vírgenes. Ello significa que los agricultores deberán cancelar por concepto de agua aproximadamente 10 millones de pesos anuales por hectárea regada, cifra que resulta sumamente elevada si se considera el nivel de rentabilidad que tiene la agricultura en el país, y las limitantes de suelo y clima que existen en el área de estudio.

La estructura de cultivo que en definitiva exista en el futuro en el área de nuevo riego dependerá, además de los factores antes enunciados, de una serie de otros elementos, tales como: tipo de agricultor que participe en el proyecto de desarrollo, experiencia productiva que tenga, canales de comercialización en los que él haya participado, grado de dedicación y riesgo financiero que esté dispuesto a asumir, expectativas de rentabilidad que el agricultor tenga para el corto y largo plazo, y relación de intercambio comercial que se presente a lo largo del período de evaluación del proyecto, entre otras.

Para definir una estructura de cultivo realista, que se acerque lo más posible a la que puede llegar a existir una vez que se estabilicen las acciones del proyecto, se consideró, entre otras, la experiencia de la Estación Experimental de Canchones⁸, dependiente del Departamento de Agricultura del Desierto de la Universidad Arturo Prat de Iquique, y las investigaciones efectuadas en la zona por el Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias y la Fundación Chile.

Es necesario hacer notar que las estructuras de cultivo consideradas solo pretenden reflejar una situación futura promedio, por lo que los cultivos individualizados representan el abanico de posibilidades que tienen los agricultores, motivo por el que no deben descartarse a priori otras alternativas.

⁷ No existen antecedentes bibliográficos que permitan conocer con certeza los daños que provocan en la planta concentraciones mayores a 4 mg/l de boro. Las especies catalogadas como tolerantes presentan síntomas de toxicidad con esta concentración.

⁸ Si bien es cierto los parámetros climáticos en la Estación Experimental son diferentes a los de Antofagasta, las características químicas de suelo y agua, en cuanto pH, concentración de boro y sales, presenta algún grado de similitud.

CUADRO 10.9.2-1
ESTRUCTURA DE CULTIVO PROYECTADA PARA EL AÑO DE MÁXIMO
DESARROLLO (ha)

CULTIVOS	A4	A1	B4	B1
Cebolla	0.72	0.14		
Choclo de la zona	2.16	0.42	2.40	0.46
Lechuga	3.60	0.70		
Repollo	0.72	0.14		
Zanahoria	0.72	0.14		
Alfalfa	0.72	0.14	2.40	0.47

Cabe señalar que el hecho de que la suma de la superficie cultivada sea superior a la superficie física regada existente al interior de los predios se explica por la posibilidad realizar la práctica del doble cultivo, especialmente cuando se rotan dos cultivos de ciclo vegetativo corto.

La incorporación de terrenos al riego será acorde al programa de producción y entrega de aguas servidas tratadas establecido por la empresa ESSAN y, al programa inicial de habilitación y lavado de los suelos para lixiviar sales. Las unidades de producción agrícola regadas con aguas servidas tratadas se irán conformando de acuerdo a este programa, de tal manera que, de resultar todo según lo programado, a partir del segundo año de ejecución se regarán con aguas servidas tratadas la totalidad de los terrenos involucrados en el proyecto.

10.9.3 Nivel Tecnológico

Para definir el nivel tecnológico promedio a los que se puede aspirar en los distintos cultivos que conforman el modelo especificado en el numeral anterior, se consideraron aspectos técnicos y financieros. Los aspectos financieros juegan un rol determinante debido a que cualquier incorporación de tecnología requiere contar con financiamiento para efectuar las inversiones iniciales, solventar los costos directos de producción de los cultivos y los costos indirectos de la empresa, además de los eventuales flujos de caja negativos que puedan presentarse en el período de maduración de las inversiones.

Los aspectos técnicos se han señalado con anterioridad, y dicen relación con las condiciones climáticas y edafológicas, con la disponibilidad y calidad del agua de regadío, con la facilidad de transporte y comercialización de la producción, entre otras. Con relación a este punto es de interés analizar brevemente la dificultad que provoca en la actividad agrícola la presencia de boro en el suelo y en el agua de riego.

La literatura nacional e internacional indica que con los niveles de boro que presentan las aguas de riego (6 mg/l) y los suelos del área en estudio (sector AB, 0.9 a 4.5 mg/l; sector C, 6,8 a 58,1 mg/l) se dificulta el desarrollo vegetativo de las plantas⁹. Por otro lado, existen publicaciones donde se catalogan algunos vegetales en función del grado de tolerancia que ellos tienen a la presencia de boro, y donde no todas ellas coinciden con la clasificación que de ellos hacen. No se ha podido disponer de una función de producción científicamente diseñada, que permita proyectar disminuciones de rendimientos por toxicidad de boro.

En un experimento desarrollado en el área de Calama por el Instituto de Investigaciones Agropecuarias, en conjunto con profesionales de la Universidad de California de Estados Unidos, se pudo comprobar que el establecimiento y desarrollo vegetativo de las plantas es extremadamente sensible a la presencia de sales y boro. El porcentaje de emergencia de las trece especies catalogadas como tolerantes osciló entre un 30% y 100%. El 38% de las trece especies que demostraron ser más tolerantes presentó niveles de sobrevivencia inferior al 50%.

No existen métodos económicamente rentables para extraer el boro de las aguas de riego. Tampoco existen métodos químicos o enmiendas de suelo que permitan que un suelo deje de ser tóxico por boro. Sin embargo, en algunas partes se han adaptado a estas restricciones manteniendo niveles de fertilización adecuados y aumentando la frecuencia del riego. La incorporación de guano en forma permanente permite fijar parte del boro, y evitar así el daño que este elemento químico provoca a las plantas. Ejemplo de esto puede encontrarse en el sector de La Chimba, donde los agricultores han regado por años con el agua proporcionada por Biwater, que contiene más de 6 mg/l de boro, logrando buenos rendimientos, y el caso del valle del río Yuta, donde se cultivan aproximadamente 1.800 ha regadas con aguas cuyo contenido de boro es de entre 13 y 20 mg/l.

Los niveles de utilización de insumos y factores de producción propuestos en los estándares técnicos empleados para evaluar la factibilidad técnica del presente subproyecto responden a las necesidades de un cultivo promedio y son concordantes con los volúmenes de producción esperados por unidad de superficie. Mediante controles fitosanitarios oportunos y adecuados se espera cosechar productos aptos para ser comercializados en el mercado local, y competir, en precio y calidad, con productos cosechados en otras zonas del país. La ejecución de las labores culturales en la época y forma adecuada evitará inconvenientes, y permitirá salir a mercado en el momento oportuno. La incorporación permanente de guano es una práctica que reviste especial importancia en la zona en estudio, a través de ella se mejorarán paulatinamente las condiciones químicas y físicas que presentan los suelos del desierto.

Con relación a lo anterior, cabe señalar que es fundamental generar productos de primera calidad, ya que de lo contrario es muy difícil competir con éxito bajo las condiciones en las que se encontrarán los agricultores, y más aún si se considera que deberán conquistar nuevos mercados y lograr que los consumidores no discriminen los productos regados con aguas servidas tratadas, aunque ellos presentan la ventaja de ser regados con aguas de bajo contenido

⁹ De acuerdo a lo señalado por Robert Ayers en la publicación Quality of Water for Irrigation, concentraciones de entre 0,5 y 2,0 mg/l de boro en el agua de riego generan problemas crecientes a los vegetales, en tanto que, con concentraciones de entre 2,0 y 10,0 los daños se tornan cada vez más severos

de arsénico, muy por debajo de la norma 1333, y de la que usualmente se utiliza en otras zonas agrícolas de la Región. Para conquistar nuevos mercados regionales y locales se espera contar con el apoyo técnico y financiero del Gobierno Regional.

Los niveles de producción factibles de ser alcanzados por unidad de superficie se estimaron teniendo en consideración los niveles existentes de sales y boro, tanto en los suelos como en el agua con que se regará, resultados alcanzados por agricultores tecnificados de otras áreas de producción agrícola, investigaciones desarrolladas por el Instituto de Investigaciones Agropecuarias, coeficientes técnicos presentados en otros estudios, y opiniones de agricultores y profesionales de agro. Cabe hacer notar que los volúmenes de cosecha proyectados son sumamente optimistas, y por ende constituyen el principal factor de sensibilización de los resultados financieros del proyecto en estudio.

10.9.4 Estándares de Cultivo

Los estándares técnicos proyectados se presentan en el Anexo 10.9-1. En ellos se establecen los niveles de insumos y factores de producción que, como promedio, se emplearán por unidad de superficie, y los rendimientos máximos factibles de ser alcanzados bajo distintas condiciones, y en caso de no existir restricciones para satisfacer los requerimientos de agua de los cultivos y cumplirse con todas las labores tendientes a minimizar los efectos de toxicidad del boro en los cultivos. Cabe hacer notar que se trabajó un nivel tecnológico que refleja una situación promedio alta, lo que no descarta que existan casos aislados de agricultores que empleen estándares superiores a los proyectados, y otros que, por problemas de diversa índole, estén por debajo de los mismos.

Los rendimientos que se presentan a continuación corresponden a un escenario optimista, que se puede alcanzar en condiciones adecuadas de manejo, y en los que se consideran las mermas que se producen a nivel de potrero y durante el proceso de comercialización. El porcentaje de merma depende de una serie de factores, dentro de los cuales se destacan: grado de éxito que se logre para minimizar los efectos tóxicos del boro, forma de manejo del cultivo, velocidad de perecibilidad del producto, época de cosecha, canal de comercialización utilizado, agilidad en el proceso de comercialización, capacidad de gestión del agricultor, entre otros.

CUADRO 10.9.4-1
POSIBLES CULTIVOS, RENDIMIENTOS QUE SE PODRÍAN ALCANZAR

CULTIVO	ÉPOCA SIEMBRA O PLANTACIÓN	OCUPACIÓN SUELO (días) a/	RENDIMIENTOS MÁXIMOS
Cebolla	Ago - Sep	130 - 180	16.300 Kg
Choclo local	Sep - Ene	100	29.000 Unid
Lechuga	Todo el año	70	48.900 Unid
Repollo	Ago - Ene	90	14.200 Unid
Zanahoria	Ago - Sep	130	192.800 Unid
Alfalfa		365	10.800 Kg b/

a/ Incluye período cosecha

b/ Seco y verde

10.9.5 Necesidades de Agua para Riego

Los requerimientos hídricos de los terrenos en cuestión están relacionados con tres aspectos: requerimiento de agua para la habilitación de los terrenos, requerimientos hídricos para satisfacer la demanda de agua de los cultivos, y para mantener controlado el nivel de salinidad de los suelos a través del tiempo.

De acuerdo a los cálculos efectuados, y que se adjuntan en el Anexo 10.9-2, las necesidades de agua para la habilitación de los primeros 60 cm terrenos, mediante el lavado inicial de ellos, es de 6.000 m³/ha en el sector A, y de 12.000 m³/ha en el sector B, o más salino. A través de este mecanismo se logrará bajar la conductibilidad eléctrica en los suelos hasta valores de 1,5 y 2,5 dS/m en los sectores A y B respectivamente. La aplicación del agua se efectuará mediante ciclos de lavados, para los que se apretilarán los terrenos de manera de formar eras, que resulta ser más eficiente y económico para este tipo de práctica de manejo.

La demanda de agua de riego de los cultivos está dada por la necesidad hídrica de cada especie vegetal, el estado de desarrollo que ella tenga en las diferentes épocas del año, las eventuales precipitaciones de aguas lluvias que pudieran suplir parte de estas necesidades, la estructura de cultivo que exista en un momento determinado, el nivel de ocupación que tengan los suelos, y los sistemas de riego utilizados. De acuerdo a los cálculos efectuadas, y que se adjuntan en anexo antes indicado, la demanda bruta de agua, considerando un factor de lavado de 0.4, un coeficiente de uniformidad de riego de 85%, y un lavado anual de mantención de 2.520 m³/ha, es de 28.436 y 30.435 m³/ha/año, para los predios tipo localizados en los sectores de suelo A y B, respectivamente.

La tasa anual promedio de riego para los sectores A y B es de 0,91 y 0,97 l/s, caudales que son relativamente similares. La máxima demanda se produce en el mes de noviembre de cada año, con 1,44 y 1,55 l/s para los sectores A y B, respectivamente.

10.9.6 Superficie Posible de Ser Regada

De acuerdo a las tasas de riego calculadas, y a los caudales comprometidos por la Empresa ESSAN al Secretario Ministerial de Agricultura, de 150 litros por segundo, en el área en estudio se puede llegar regar aproximadamente 104 hectáreas con aguas servidas tratadas. Ello ocurrirá una vez que se encuentre construida, y halla entrado en operación la planta de tratamiento que construirá próximamente la Empresa de Obras Sanitarias de Antofagasta.

Debido a que el recurso hídrico comprometido no alcanza para regar la totalidad de los terrenos que eventualmente podrían ser cultivados al interior del área del subproyecto, se optó por priorizar el riego de aquellos suelos que presentan las mejores condiciones químicas, que se encuentren concentrados dentro de un determinado sector de manera de evitar mayores costos de conducción de agua, y que constituyan predios con la mayor cantidad de superficie posible.

CUADRO 10.9.6-1
SUPERFICIE REGADA SEGÚN PREDIO TIPO
 (hectáreas)

PREDIO TIPO	SUPERFICIE TOTAL	SUPERFICIE REGADA	NUMERO DE PREDIO	SUPERFICIE REGADA
A4	4.00	3.6	14	50.4
A1	0.81	0.7	76	53.2
B4	4.00	3.6	0	
B1	0.81	0.7	0	
TOTAL	---	---	90	103.6

10.9.7 Período de Transición para Lograr el Cambio Proyectado

Se entiende por período de transición el tiempo que demandará a un determinado agricultor llegar a la situación de máximo desarrollo, o equilibrio. Cabe señalar que este plazo no se refiere al proceso de incorporación de los agricultores a las acciones del proyecto, como tampoco al período de evaluación de rentabilidad del mismo.

Para estos efectos se asumió como hipótesis que: a) todos los terrenos que vayan siendo puestos en riego con aguas servidas tratadas, serán trabajados por los agricultores en forma inmediata, b) desde un inicio se utilizará la tecnología establecida en los estándares técnicos, c) los terrenos serán subsolados y lavados con el fin de lixiviar sales, d) se aplicarán enmiendas destinadas a mejorar las características físicas y químicas de los suelos, e) existirán líneas de crédito destinadas a financiar las inversiones extraprediales e intraprediales, y f) los agricultores contarán durante los primeros años con un servicio de asistencia técnica y de transferencia tecnológica que los apoye y guíe en su gestión técnica y empresarial.

Se estima que los agricultores tardarán cinco años en alcanzar los niveles de plena producción proyectados para cada uno de los Predios Tipo identificados. Durante el primer año de ejecución del proyecto se realizarán las inversiones de puesta en riego y adecuación de los terrenos para ser cultivados. En los años posteriores se ejecutarán todas las labores culturales contempladas en los estándares técnicos. Los rendimientos se irán incrementando paulatinamente hasta el año sexto del proyecto, momento en el que se estabilizarán.

10.9.8 Costos Indirectos a Nivel Predial

En toda explotación agrícola es necesario considerar gastos que no son imputables a ningún cultivo en particular, pero que deben ser cubiertos para desarrollar la actividad. Es así como los agricultores enfrentan gastos de inversión y mantención de infraestructura cercos y sistemas de riego; conservación y operación de equipos y otros elementos existentes al interior de las fincas; administración del predio; servicios contables y de comunicación, y; cancelación de derechos o valor del agua de regadío. Todas estas partidas de gasto necesariamente deben ser consideradas al momento de calcular la rentabilidad de la explotación agrícola a la utilidad a la

que pueden aspirar los distintos tipos de productores representados en alguno de los predios tipo desarrollados.

A su vez, también es de interés conocer los márgenes netos que podrían existir en los diferentes Predios Tipo identificados para el presente estudio. Para ello es necesario considerar los subsidios que eventualmente podrían recibir los agricultores y, en caso de ser rentable el proyecto para los agricultores, el impuesto territorial, los impuestos a la renta y global complementario, además de los gastos financieros, entre otros.

10.9.8.1 Inversiones en Riego

Los costos de inversión en sistemas de riego extrapredial y en la red de distribución principal al interior del predio, hasta su llegada al medidor que instalará la Compañía abastecedora del agua de riego, serán financiados por los propios agricultores, en forma proporcional a la superficie que cada uno de ellos riegue. Para estos efectos contarán con una línea de crédito de largo plazo.

De acuerdo a los estudios de ingeniería desarrollados, y que son parte del presente documento, los costos de inversión que se deberán solventar para financiar las obras civiles de impulsión y conducción de las aguas servidas tratadas desde el punto de entrega en cada uno de los predios agrícolas es de 450 millones de pesos, que deberán ser solventados en el transcurso del primer año de ejecución del proyecto. En el decimoquinto año se deberán efectuar algunas reposiciones de motobombas que demandará una inversión de 15 millones de pesos.

Si el costo de inversión inicial se divide por el número total de hectáreas regadas involucradas en el área del proyecto (104 ha) se determina que el costo de puesta en riego, por concepto de obras extraprediales, asciende a la suma de \$ 4.326.923, lo que resulta sumamente alto, y superior al precio que tienen algunos terrenos agrícolas de la zona central del país.

De ser conveniente el proyecto para los agricultores, ellos incorporarán de inmediato sistemas de riego intraprediales que respondan a las condiciones agroclimáticas existentes en la zona, a la necesidad de lavado periódico de los suelos, y al hecho de tener que solventar un alto costo por el metro cúbico de agua de riego utilizado.

De acuerdo a antecedentes entregados por especialistas en el área en estudio no se justifica el uso de un sistema de riego localizado, ya que ello implicaría asumir un alto costo de inversión y operación anual, el que no se vería compensado por un ahorro significativo en el volumen de agua requerido. Ello debido a la cantidad de agua necesaria para lavar los suelos de sales. El costo de inversión promedio en riego por pretilos o eras, y donde el agua será conducida hasta su lugar de entrega a través de cañerías de PVC enterradas, es el equivalente a US\$ 1.235 por hectárea (ver Anexo 10.9-3).

La duración de los sistemas de distribución subterránea depende del trato que reciban, la existencia de riesgo de rupturas y colapsos, y de la calidad de los elementos y materiales que componen el sistema. Se consideró la posibilidad de que para adquirir e instalar el

sistema los agricultores se acojan a los beneficios de la Ley de Fomento al Riego, y obtengan, como promedio, un subsidio equivalente al 70% de los costos. El 30% restante debe ser financiado a través de un crédito a largo plazo.

10.9.8.2 Inversiones en Habilitación de los Terrenos

Las características físicas y químicas de los suelos, descrita con anterioridad, determinan la necesidad de efectuar algunas labores iniciales tendientes a habilitar, o a mejorar los suelos, de tal manera de poder desarrollar en ellos una actividad agrícola intensiva. Dentro de las principales labores contempladas se destaca el subsolado a una profundidad de un metro o más, la incorporación de guano a razón de 100 y 150 metros cúbicos por hectárea, el lavado de suelos mediante la utilización de entre 6.000 y 12.000 metros cúbicos por hectárea, para los sectores de suelo A y B, respectivamente.

10.9.8.3 Otras Inversiones

En esta partida de gastos se consideran otras inversiones que están directamente relacionadas con la actividad agrícola, y que son imprescindibles para poder desarrollarla. Dentro de ellas se considera la construcción paulatina de infraestructuras productivas de bajo costo, la construcción de cortinas corta viento de baja altura, la instalación de deslindes en base a postes de madera y alambre de púas, la compra o reemplazo de herramientas de trabajo, entre otras. No se contempla la adquisición de maquinaria, se asume que terceros constituirán una empresa que prestará servicio de maquinaria, logrando economías de escala y ofreciendo precios convenientes a los agricultores.

10.9.8.4 Mantenciones y Operaciones

De acuerdo a lo antes señalado, los costos de operación y mantención del sistema de abastecimiento de agua servida tratada, desde el punto de entrega de la planta de tratamiento de ESSAN hasta los medidores ubicados en las propiedades agrícolas, será cargo de los propios agricultores, los que cancelarán estos gastos en forma proporcional a la superficie que cada uno de ellos riegue. Los gastos de mantención y operación del sistema de riego extrapredial es de \$ 10 millones anuales, lo que por hectárea regada significan \$ 144.231.

Los gastos de mantención y operación del sistema de riego tecnificado al interior de los predios agrícolas dependen de un sin número de variables, que como promedio se han calculado en \$ 26.108 anuales por hectárea.

Para efectuar los trabajos de preparación de suelos, y otras labores que requieran de maquinaria agrícola, se contratarán los servicios de empresas especializadas que se instalarán en la zona. Ellas serán las responsables de incluir en sus precios todas las partidas de gastos correspondientes, tales como depreciación, combustibles, lubricantes, reparaciones, salarios de

los trabajadores. Los agricultores se limitarán a cancelar el precio de mercado por estos servicios, los que ya fueron considerados en los estándares técnicos.

En toda propiedad agrícola existen infraestructura, y otros equipos e implementos que deben ser mantenidos y reparados con el fin de poder desarrollar una actividad económica eficiente y generar así beneficios monetarios. En este tipo de gastos existen economías de escala, motivo por el que, para efectos de cálculo, se estimó que ellos son equivalentes a un 4% de los costos directos de producción en los predios de mayor tamaño, y 6% en los más pequeños.

10.9.8.5 Servicios Administrativos y Contables

Este ítem pretende reflejar los gastos en que se debe incurrir para organizar, gestionar y controlar que las labores agrícolas se ejecuten en forma oportuna, que los recursos financieros e insumos estén disponibles cuando se les necesita y, que la producción sea comercializada de la mejor forma posible. Dentro de esta partida se engloban gastos tales como movilización, comunicaciones y remuneración de la persona responsable de esta función, la que puede corresponder al propietario, u otra persona que sea contratada especialmente para cumplirla.

La remuneración del administrador está directamente relacionada con el nivel de responsabilidad que tenga, número de trabajadores a cargo, y tamaño de la propiedad administrada. Por lo general, al administrador se le asigna un sueldo fijo mensual y una participación sobre las utilidades de la empresa, sin embargo, para efectos de este estudio, se asume como costo de administración un valor fijo mensual.

Los criterios utilizados para cuantificar estos gastos fueron:

- Las explotaciones de menos de una hectáreas responden más a una clasificación de casa-quinta que a una explotación agrícola propiamente tal. Estas son administradas y trabajadas directamente por el dueño y sus parientes más cercanos, los que también desempeñan otras actividades fuera de la propiedad para poder generar ingresos suficientes para el sustento familiar. Para efectos del presente análisis se estimó que el propietario destina aproximadamente el 5% de su tiempo a gestiones de dirección y administración de su parcela. Si se valora la jornada a razón de \$ 150.000 mensuales, se determina que el 5% equivale a un valor anual de 90.000 pesos.
- En las fincas de cuatro hectáreas se estima que el agricultor ocupa el 10% de su tiempo en gestiones de administración. Si se considera un nivel de remuneración equivalente a \$ 150.000 mensuales, el costo anual estimado por este concepto asciende a la suma de \$ 180.000.

Para comercializar las cosechas generadas en los predios agrícolas y para descontar el Impuesto al Valor Agregado de las compras los agricultores deben contar con la documentación requerida por el Servicio de Impuestos Internos. Para tal efecto necesitan contratar los servicios de un Contador que lleve los libros de contabilidad, efectúe las

declaraciones de impuestos, y realice las gestiones de timbraje de documentos. A esta persona se le deben cancelar honorarios, los que para efectos de este proyecto se estimaron en quince mil pesos mensuales, independientemente del tamaño que tenga la propiedad.

10.9.8.6 Derechos o Valor del Agua para Riego

Los agricultores deberán cancelar mensualmente el agua servida tratada utilizada en el riego de los distintos cultivos existentes en sus propiedades. De acuerdo a estimaciones efectuadas por la empresa de agua potable ESSAN, el precio del metro cúbico del agua servida tratada, puesto el producto en el lugar de entrega de la empresa, será \$ 346 por metro cúbico (ver Anexo 10.9-4).

El consumo de agua por parte de los agricultores está dado por la tasa de riego calculada para un cultivo promedio, al que se le ha sumado un volumen adicional destinado a mantener controlado el nivel de sales presente en los suelos. Las tasas de riego calculadas son de 28.437 metros cúbicos anuales para el sector de mejor calidad de suelos (sector A), en tanto que para el sector de suelos catalogados como de peor calidad esta cifra llega a 30.435 metros cúbicos anuales para los terrenos de peor calidad (Predios Tipo B).

10.9.8.7 Servicios Básicos

Además de los ya mencionados, existe una serie de otros gastos que deben ser cancelados por el agricultor, dentro de ellos se puede señalar movilización, comunicaciones, alumbrado y papelería. Los gastos en estas partidas dependen de una serie de variables tales como tamaño de propiedad, forma de administración, localización geográfica, y grado de concentración de la producción.

10.9.8.8 Costos Financieros

Los requerimientos de capital para solventar los costos directos e indirectos de producción están relacionados con un sin número de factores, dentro de los cuales se destacan: tamaño de la propiedad, rubros que en ella se explotan, época en que se efectúan los gastos y se realizan las cosechas y, superficie que ocupa cada cultivo. Para efectos de cálculo se supuso que los propietarios de menor tamaño solicitan crédito por el equivalente al 40% de los gastos directos de producción, en tanto que dicho porcentaje sube al 60% en los predios de estratos de tamaño superior. La tasa de interés real promedio de colocación de la banca comercial e INDAP se estima en un 10% anual.

Debido a que el proyecto presenta indicadores de rentabilidad financiera negativos, principalmente por el alto precio que se debe cancelar por el agua de riego, los agricultores no están en condiciones de contraer deudas con entidades financieras, y menos aún cumplir con las amortizaciones de las mismas. A su vez, lo más probable es que la banca e INDAP se nieguen a asumir el alto riesgo financiero que les implicaría participar en este

negocio. Por los motivos antes expuestos el criterio de costo financiero no fue utilizado en este estudio.

10.9.8.9 Impuestos

El sector agrícola está sujeto a dos sistemas distintos de tributación a la renta: presunta y efectiva. En el primero se deben incluir aquellos agricultores que cumplan con, a lo menos una de las siguientes condiciones: que la personalidad jurídica de la empresa corresponda a la de una sociedad anónima, tener ventas netas anuales por cantidades superiores a 8.000 Unidades Tributarias Mensuales (UTM), desarrollar o participar en actividades por las cuales se deba declarar impuestos sobre renta efectiva, y otras disposiciones que no son de interés detallar para el alcance de este estudio.

Para efectos de cálculo se asumió que la totalidad de los agricultores tributan bajo el régimen de renta efectiva, por lo que se aplica un 15% de impuesto sobre la utilidad de la empresa.

El impuesto territorial, que se tributa a través del pago de Contribuciones de Bienes Raíces, no constituye un gravamen cuando la empresa percibe utilidades normales; sin embargo, cuando las utilidades son bajas o cuando el balance arroja pérdida, el agricultor se ve impedido de recuperar el valor total o parcial cancelado por este concepto. En el Congreso Nacional se está estudiando la modificación de esta norma, que de ser aprobada, las Contribuciones pasarán a ser un gravamen más, por lo que no podrán ser descontadas en la declaración de Impuestos a la Renta.

Considerando que el proyecto de inversión no es rentable para los agricultores, fue innecesario calcular los impuestos que eventualmente recaudaría el Estado, e incluirlos en los flujos de fondo de las explotaciones agrícolas.

10.9.9 Resultados Financieros Esperados en los Predios Tipo, Antes de Impuestos y Costos Financieros

Los impactos de las acciones contempladas en el presente proyecto de inversión alcanzarán su estabilización, a nivel de las unidades de producción agrícolas identificadas (Predios Tipo), a partir del sexto año de ejecución del proyecto, una vez que se hayan construido las obras civiles de riego extrapredial e intrapredial, y alcanzado los niveles de estabilización de producción agrícola de los rubros involucrados en las estructuras de cultivo de cada Predio Tipo. Con posterioridad, estos resultados experimentarán cierto grado de variación como consecuencia de nuevas inversiones que se deben efectuar en los sistemas de riego, tanto extrapredial como intrapredial.

La rentabilidad posible esperar en las diferentes unidades de producción se calculó con base en flujos de costos e ingresos incrementales de la situación "con proyecto", con relación a la situación mejorada "sin proyecto".

Considerando que los pequeños paños de terrenos que se cultivan actualmente en el área del proyecto se riegan mediante la extracción directa desde los ductos de evacuación de aguas servidas de la ciudad de Calama, de propiedad de la Empresa ESSAN, lo que constituye una irregularidad desde el punto de vista administrativo y sanitario. Además de generar una situación cercana a lo delictivo, pues dolosamente se destruye propiedad de terceros, sin su autorización, para obtener un beneficio pecunario propio, y que esta situación no puede ser considerada de carácter regular ni permanente por cuanto se sustenta en un hecho circunstancial, cual es que la empresa propietaria de los bienes que se destruyen (ESSAN), o la autoridad sanitaria en cualquier momento pueden tomar medidas legales y solicitar sanciones para evitar que se destruyan los ductos de aguas servidas, y se utilicen esas aguas sin previo tratamiento. Según lo anterior, se asumió como hipótesis que en la "situación mejorada" no existirá la posibilidad de regar cultivos con aguas servidas no tratadas, y por ende los actuales productores que están trasgrediendo normas legales y reglamentarias no podrán seguir cultivando los suelos del área en estudio.

Los ingresos de la "situación con proyecto" se generan por la valoración de la producción agrícola obtenida de los terrenos cultivados en los diferentes Predios Tipos con que se trabajó. Los costos se originan, entre otras cosas por: adquisición de insumos agrícolas, cancelación de factores de producción demandados al interior de las unidades de producción, inversiones extraprediales de obras civiles de riego (\$ 450 millones), inversiones en obras civiles y equipos para disponer de sistemas de riego al interior de los predios agrícolas, y pago a la empresa ESSAN por el agua servida tratada que proveerá para regar los cultivos (\$346/ m³).

Cabe señalar también que para efectos de cálculo se consideró que los agricultores serán liberados de cancelar cualquier tipo de cobros por concepto de nuevas acciones, o incremento de las que actualmente están a su disposición, en lo referente a servicios de apoyo a la producción agrícola, sea en el ámbito de la asistencia técnica, transferencia tecnológica, capacitación y asesoría en comercialización y gestión empresarial. Este tipo de servicios lo recibirían los agricultores en forma gratuita, y serán entregados a través de los diferentes organismos del Estado que operan en estas áreas.

El proyecto fue evaluado financieramente en un horizonte de 30 años, sin considerar ningún tipo de subsidio e impuesto. De acuerdo a los cálculos efectuados, considerando en ellos los valores antes señalados de precio del agua de regadío, e inversiones en obras civiles extraprediales, el proyecto no es rentable para los agricultores, y tampoco lo es para el proyecto en su conjunto.

CUADRO 10.9.9-1
RENTABILIDAD FINANCIERA DEL PROYECTO, A NIVEL DE PREDIO TIPO Y ÁREA
TOTAL DEL PROYECTO
 (millones de pesos)

ÍTEM	TIR	VAN (12%)
Predio Tipo A4	< 1	- 265
Predio Tipo A1	< 1	- 54
Predio Tipo B4	< 1	- 301
Predio Tipo B1	< 1	- 60
TOTAL ÁREA a/	< 1	- 7.773

a/ El VAN no es sumable, se encuentra ponderado de acuerdo al número de Predio Tipo que existen en el área del proyecto.

Es de interés analizar los efectos que pueden tener en la rentabilidad financiera eventuales cambios de algunos parámetros de análisis. Para tal efecto el proyecto se sensibilizó considerando aquellas variables que inciden en mayor medida en los niveles de rentabilidad de las unidades de producción, de tal manera de conocer bajo que condiciones el proyecto puede llegar a ser rentable. Para tal efecto, se establecieron siete supuestos, y donde todos ellos buscan mejorar los resultados de rentabilidad obtenidos. La autoridad deberá analizar la factibilidad real de que alguno de estos supuestos pueda efectivamente ponerse en práctica.

- a) El Estado subsidia el 70% del valor inicial en obras civiles extraprediales de riego, y de las inversiones en riego intrapredial.
- b) El precio del agua tratada por la empresa ESSAN es de \$ 173 el metro cúbico, en vez de los \$ 346 establecido para el estudio.
- c) El Estado subsidia el 70% del valor inicial de obras de riego extraprediales e intraprediales, además del 70% de las inversiones iniciales en mejoramiento de suelos.
- d) La empresa ESSAN baja el precio del metro cúbico de agua a \$ 173, y el Estado entrega subsidio equivalente al 70% de las inversiones iniciales en riego, y 70% de los costos de mejoramiento de suelos.
- e) La empresa ESSAN baja el precio del metro cúbico de agua a \$ 30, y el Estado entrega subsidio equivalente al 100% de las inversiones iniciales en riego y en mejoramiento de suelos.
- f) La empresa ESSAN proporciona el agua en forma gratuita.
- g) La empresa ESSAN proporciona el agua en forma gratuita, y el Estado subsidia el 70% de las inversiones iniciales en riego y mejoramiento de suelos.

Los resultados alcanzados al sensibilizar el proyecto bajo los supuestos antes señalados son los siguientes.

CUADRO 10.9.9-2
TASA INTERNA DE RETORNO A NIVEL DE PREDIO TIPO Y ÁREA TOTAL DEL
PROYECTO, BAJO DISTINTOS SUPUESTOS DE SENSIBILIDAD. (%)

SUPUESTOS	A4	A1	B4	B1	ÁREA
Subsidio riego 70%	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
Precio del agua \$ 173	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
70% Subsidio riego y suelo	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
Agua \$174, subsidio riego y suelos 70%	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
Agua \$174, subsidio riego y suelos 100 %	2,7	< 1	< 1	< 1	< 1
Agua \$ 0	10,1	4,4	4,2	< 1	7,3
Agua \$ 0, subsidio riego y suelos 70%	23,4	12,3	13,8	1,9	17,7

CUADRO 10.9.9-3
VALOR ACTUAL NETO A NIVEL DE PREDIO TIPO Y ÁREA TOTAL DEL PROYECTO,
BAJO DISTINTOS SUPUESTOS DE SENSIBILIDAD. (millones de pesos)

SUPUESTOS	A4	A1	B4	B1	ÁREA
Subsidio riego 70%	- 253	-51	- 289	- 58	- 7.449
Precio del agua \$ 173	- 134	- 28	- 158	- 33	- 4.022
70% Subsidio riego y suelo	- 250	- 51	- 284	- 57	- 7.342
Agua \$174, subsidio riego y suelo 70%	- 119	- 25	- 141	- 29	- 3.591
Agua \$174, subsidio riego y suelo 100 %	- 5	- 3	- 16	- 5	- 306
Agua \$ 0	- 4	- 3	- 15	- 5	- 271
Agua \$ 0, subsidio riego y suelos 70%	+ 11	+ 0,07	+ 2	- 2	+ 160

a/ VAN al 12%

Del análisis de los cuadros anteriores se desprende que el proyecto no es rentable para los agricultores bajo ninguno de los supuestos asumidos en el ejercicio de sensibilización, salvo el último, donde la Tasa Interna de Retorno es superior al 12% empleado para calcular el Valor Actual Neto del proyecto.

Con relación a ello cabe recordar que todo el análisis de rentabilidad de hizo considerando para ello un escenario sumamente optimista desde el punto de vista agronómico, entendiéndose por tal: plazos de incorporación de nuevas tecnologías, niveles de producción por unidad de superficie, precios de comercialización de producciones cosechadas, entre otros.

10.10 PROYECTO DE RIEGO CON AGUAS SERVIDAS EN CALAMA

10.10.1 Introducción

En este capítulo se estudia el proyecto de riego con aguas servidas tratadas de la futura Planta de Tratamiento de Calama, que está en proceso de licitación para su construcción bajo la modalidad "BOT" (de las siglas en inglés: Build, Operate and Transfer).

La zona de riego está ubicada en las afueras de la ciudad de Calama, a unos 3 km al poniente, entre el Callejón Cobija y la quebrada Quetena.

Este riego con aguas servidas tratadas consulta la utilización de las aguas de la ciudad de Calama, que serán depuradas en una futura planta de tratamiento, cuya construcción será licitada de acuerdo con los términos de referencia de la licitación pública internacional llamada por ESSAN el 06/09/99, bajo el título "LICITACIÓN PÚBLICA INTERNACIONAL CONTRATO PARA SERVICIOS DE TRATAMIENTO Y DISPOSICIÓN DE LAS AGUAS SERVIDAS DE CALAMA, II REGIÓN-CHILE, AGOSTO 1999".

Actualmente, ESSAN tiene construido un colector que recibe todas las aguas servidas de Calama, que se descargan a la quebrada Quetena, al poniente de la ciudad. Esta quebrada es afluente del río San Salvador, que a su vez descarga las aguas al río Loa. El lecho de la quebrada Quetena es muy permeable, razón por la que las aguas servidas se infiltran rápidamente, muy cerca del actual punto de descarga del colector.

De acuerdo con estimaciones de ESSAN, la producción de aguas servidas de Calama es la indicada en el siguiente Cuadro 10.10.1-1.

CUADRO 10.10.1-1
PRODUCCIÓN DE AGUAS SERVIDAS DE CALAMA

Año	Q (m ³ /s)
2000	0.165
2005	0.180
2010	0.210
2015	0.240
2020	0.275

Según los antecedentes contenidos en los documentos de la licitación, el área destinada a la planta de tratamiento está ubicada en las cercanías del punto de descarga, con una superficie estimada en 43 há, con una forma muy irregular, situada junto al sector denominado Verdes Campiña.

La concesión para el tratamiento de las aguas servidas tendría un plazo máximo de 20 años, que incluye el periodo de construcción y marcha blanca de 540 días contados desde la firma del contrato respectivo. Con posterioridad, la Planta de Tratamiento y todas sus instalaciones anexas pasarían a la propiedad de ESSAN.

10.10.2 Zona de Riego

Con el propósito de analizar la factibilidad de regar con aguas servidas tratadas en Calama, la Secretaría Regional de Agricultura definió como zona de riego un sector ubicado al poniente de la ciudad, colindante con el terreno destinado por ESSAN para la futura Planta de Tratamiento por el norte y con el callejón Cobija por el sur.

Este terreno corresponde a una zona denominada Cerro Negro, Likantatay y Verdes Campiña. Estos dos últimos lugares corresponden a asentamientos de personas provenientes de la precordillera de la II Región, que han tomado posesión de los terrenos, que son fiscales. Esta situación irregular está en vías de solución, ya que el Ministerio de Bienes

Nacionales ha confeccionado un plano de subdivisión de la tierra con el propósito de asignarles definitivamente dichas tierras.

Se trata de un terreno que en total tiene 190,02 hectáreas de terrenos con poca pendiente y poca cobertura vegetal. El detalle de esta zona se presenta en el Cuadro 10.10.2-1 adjunto.

CUADRO 10.10.2-1
SUPERFICIE DE RIEGO CALAMA

AÑO	SUPERFICIE PARCIAL (há)	SUPERFICIE ACUMULADA (há)	UBICACIÓN	COMENTARIO
1	6,16	6,16	Verdes Campiña	-
2	12,11	18,27	Verdes Campiña	-
3	3,91	22,18	Verdes Campiña	-
4	6,00	28,18	Likantatay	-
5	35,02	63,20	Likantatay	-
6	3,89	67,09	Likantatay	-
7	4,81	71,90	Likantatay	-
8	31,56	103,46	Cerro Negro	-
9	16,42	119,88	Cerro Negro	Sin Riego
10	70,14	190,02	Cerro Negro	Sin Riego

Las superficies indicadas de Likantatay y Verdes Campiña se obtuvieron del Plano preliminar II-3-5574-C-R de Octubre de 1999, del Ministerio de Bienes Nacionales II Región.

Esta zona no tiene derechos de agua, pero actualmente existe agricultura basada en el uso clandestino de las aguas servidas que conducen los colectores de ESSAN hacia la quebrada Quetena. En particular los paños de Verdes Campiña y Likantatay riegan mediante aguas servidas sin tratamiento, que son captadas mediante la rotura de los colectores y sus cámaras para peraltar el nivel del agua para conducirla a las zonas de riego.

10.10.3 Obras Proyectadas

10.10.3.1 Generalidades

Para realizar un estudio de factibilidad de regar con aguas servidas en Calama, se realizó un levantamiento topográfico de detalle en el área del proyecto a escala 1: 2000, ya que no fue posible obtener información existente para dicha zona. De acuerdo con las características topográficas determinadas para este sector, con poco desnivel y con poco micro relieve, se decidió utilizar un riego con tuberías de baja presión, tipo californiano, para llegar con el agua a los predios.

En este caso la solución adoptada consiste en un estanque para la acumulación de las aguas servidas tratadas provenientes de la Planta de Tratamiento, que se ubicaría en el

extremo sur poniente del terreno de ESSAN, que podría ser alimentado gravitacionalmente de acuerdo con el desnivel existente. En este estanque se instalaría una batería de bombas, formada por 5 unidades de 30 l/s cada una, que darían presión a la red de tuberías proyectada. Conforme a los diseños adoptados, la presión mínima en cada punto de entrega de la red de tuberías fue 4 m columna de agua. A continuación se presenta un detalle de los diseños realizados en este caso.

10.10.3.2 Caudal de Diseño y Área Regada

De acuerdo con la información proporcionada por la Secretaría Regional Ministerial de Agricultura, en el caso de Calama sólo se dispondrían de 150 l/s para el riego del sector. Conforme a los resultados de los estudios agronómicos, se determinó utilizar riego tipo Californiano, cuyas demandas unitarias para los dos sectores considerados se presentan en el Cuadro 10.10.3.2-1.

CUADRO 10.10.3.2-1
DEMANDAS UNITARIAS

a) Sector A

Sector A	DEMANDAS UNITARIAS												
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL
m ³ /ha	3169,0	2746,9	2646,4	2185,8	1579,9	799,5	581,5	1280,8	2286,1	3760,2	3723,6	3676,7	28436,5
l/s/has	1,18	1,14	0,99	0,84	0,59	0,31	0,22	0,48	0,88	1,40	1,44	1,42	0,91

b) Sector B

Sector B	DEMANDAS UNITARIAS												
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL
m ³ /ha	3.052,07	3.046,96	2.860,21	1.709,25	1.601,20	1.425,61	1.449,02	1.753,37	2.295,26	3.304,32	4.008,04	3.929,96	30.435,26
l/s/has	1,14	1,26	1,07	0,66	0,60	0,55	0,54	0,65	0,89	1,23	1,55	1,47	0,97

Sobre la base de esos valores se tiene que la superficie regada alcanza sólo a 104 hectáreas, razón por la cual sólo los paños que van del N°1 al N°8 pueden ser regados con aguas servidas tratadas. Todos estos paños están en el denominado Sector A, definido de acuerdo a las características de los suelos allí existentes.

10.10.3.3 Criterios de Dimensionamiento

a) Diseño de la tubería y plantas de bombeo

En el cálculo de las pérdidas de carga friccionales se usó la fórmula de Hazen-Williams, comúnmente recomendada en el diseño de tuberías de aguas potable.

La fórmula de Hazen-Williams tiene la siguiente expresión:

$$V = 0.355 \cdot C_H \cdot D^{0.63} \cdot J^{0.54} \quad ; \quad J = \frac{\Delta h_f}{L}$$

Esto equivale a:

$$J = 10.65 \cdot \frac{Q^{1.852}}{C_H^{1.852} \cdot D^{4.869}} \quad \text{con} \quad V = \frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot D^2}$$

donde se tiene:

Δh_f	= Pérdida de carga friccional (m)	g	= Aceleración de gravedad (9,8 m/s)
f	= factor de fricción	L	= Longitud de la tubería (m)
V	= Velocidad en la tubería (m/s)	Q	= Caudal (m ³ /s)
D	= Diámetro de la tubería (m)	C_H	= Constante de la fórmula.

Para la impulsión de este proyecto las pérdidas de carga friccionales se han calculado mediante esta fórmula, con coeficientes $C_H=130$ para las tuberías de PVC y $C_H=100$ para el acero. Las pérdidas friccionales y las pérdidas singulares figuran en las planillas de cálculo que se acompañan en Anexo 10.10-1 de memorias de cálculo.

b) Criterios Generales del Diseño del Estanque Regulador

Como se ha indicado, el sistema de riego considerado ha sido proyectado con riego tecnificado mediante un sistema de riego del tipo Californiano.

Para los fines de dimensionar esta estructura hidráulica, se decidió en primer lugar estimar su capacidad total, de forma que pudieran satisfacer la demanda del sistema de riego en momentos que por diversos motivos la planta elevadora quedara fuera de servicio. Para estos efectos se ha supuesto que dichos estanque permitan acumular continuamente 10 horas de abastecimiento continuo sin operación de la planta de elevación, lo que equivale a un 40% de las 24 horas diarias. Como la demanda total de las 104 ha es de unas 9.900 m³/día, el volumen de los estanques debe ser 0,4 x 18.000, es decir unos 3.950 m³/día. Se adoptó un valor de 4.000 m³ como capacidad total del estanque acumulador.

c) Criterios Generales del Diseño Estructural de las Obras

i) Introducción

En el siguiente texto se entregan las bases de cálculo y criterios estructurales utilizados para definir en su etapa de prediseño, las obras de arte contenidas en el proyecto. Las obras se han tipificado dimensionándolas con cálculos conservadores, cuyos factores de seguridad son acordes con este nivel de estudios.

Las siguientes bases definen los parámetros generales utilizados. En ellas se incluyen las estimaciones para las solicitaciones permanentes, las sobrecargas y los valores admisibles para los elementos.

ii) Estructuración

Las obras se han estructurado de acuerdo al grado de importancia de las solicitudes y a las condiciones de servicio que deben cumplir en su vida útil. Lo anterior, permite asegurar una estabilidad, durabilidad, seguridad y servicio de las estructuras, acorde con la etapa de prediseño.

En el dimensionamiento y verificación estructural de las obras civiles involucradas, se consideró que los diferentes componentes de la estructura trabajan en sus rangos de comportamiento elástico. Para el caso del hormigón armado y, dado que se trata de obras hidráulicas, es particularmente importante evitar toda fisuración para salvaguardar a las armaduras de la oxidación. En virtud de esta condición y una vez determinados los esfuerzos generados por las diferentes solicitudes, tanto estáticas como dinámicas, se obtienen las tensiones que se comparan con los valores límites admisibles correspondientes al material en cuestión.

iii) Materiales y Normas**▪ Hormigón Armado**

El hormigón a usar en las diferentes obras del proyecto, será del tipo H-15 y/o H-20 según las exigencias y necesidades estructurales que se definirán en una etapa posterior de los estudios. Se usarán las normas Nch 429.Eof57 y Nch.Eof61.

Para los diferentes elementos, muros y fundaciones, se considerará un recubrimiento mínimo de 4 cm en caras interiores en contacto con agua y 3 cm en caras exteriores.

▪ Acero

El acero en obras de hormigón armado será de una calidad A44-28H, de acuerdo con la Norma Nch 204 of. 78 y, tendrán resaltes para diámetros mayores o iguales a 8 mm.

El acero de las planchas y perfiles estructurales será de calidad A37-24ES según la Norma Nch 203 of. 77.

▪ Madera

En caso de considerar elementos de madera, estos se diseñan bajo las condiciones establecidas en la Norma Nch 1198 of.91.

iv) Solicitaciones y método de cálculo**▪ Solicitaciones**

En el diseño de los elementos resistentes se consideran las recomendaciones de las Normas INN, para obtener las tensiones admisibles y evaluar las solicitudes.

La componente de peso propio, incluye la sollicitación propia que genera cada elemento de la estructura. En esta etapa, aún cuando no se tienen detallados todos los elementos, los pesos no considerados son, en general, un porcentaje bajo del total, por lo tanto, no influye mayormente en los resultados obtenidos y en las conclusiones que de ellos puedan derivarse.

Se evalúan también las sollicitaciones debido a empujes de tierra sobre muros de estructuras. Estos empujes pueden ser activos ó pasivos, dependiendo de la posibilidad ó no de giro de la estructura.

Las sobrecargas corresponden en su mayoría al peso de rellenos compactados sobre las estructuras, a peatones, a vehículos y a otras distribuidas, que deben considerarse conforme a las recomendaciones de experiencia.

Para el caso de las sollicitaciones sísmicas, éstas se evalúan como un porcentaje del peso de la estructura según Nch 433. En el peso sísmico no se incluyen las sobrecargas, debido a que la simultaneidad de los eventos, sismo y sobrecarga, es de baja probabilidad. El peso sísmico, así calculado, se aplica en el punto más desfavorable de la estructura, de modo de obtener el mínimo factor de seguridad para la estabilidad general, que debe ser mayor ó igual a la que por recomendaciones se señala.

A continuación se indican las principales resistencias básicas de cálculo:

Hormigón:

Compresión fcd	=	60 kg/cm ²
Corte T	=	6 kg/cm ²
Adherencia	=	6 kg/cm ²

Acero:

Flexión (H.A)	=	1.600 kg/cm ²
Compresión	=	1.400 kg/cm ²
Corte	=	920 kg/cm ²

▪ Método de cálculo

Todas las obras se han calculado estructuralmente, aplicando el método de las tensiones admisibles. Es decir, los esfuerzos generados por las sollicitaciones permanentes, eventuales ó dinámicas siempre deben ser menores a las máximas establecidas para cada material en cuestión.

Se considera que los elementos resistentes de la estructura, están trabajando en su rango de comportamiento elástico. Por lo tanto, las deformaciones experimentadas debido a las cargas eventuales y/o dinámicas, se anulan una vez que estas dejan de actuar.

Tratándose de estructuras menores, éstas se verifican para la estabilidad general, es decir, evitando el volcamiento, deslizamiento y/o flotamiento. Los factores de seguridad obtenidos siempre son mayores al valor 1,1; por lo tanto, las estructuras se consideran estables.

Las cargas permanentes y eventuales producen deformaciones importantes en los elementos de gran luz libre entre apoyos. Estas deformaciones se calculan para compararlas con las máximas admisibles que recomienda la literatura técnica, las que entrega la práctica y el buen diseño.

Los esfuerzos de tracción en muros de hormigón, cuando son mayores a los aceptados para este material, hacen necesario la inclusión de armaduras. El cálculo de la cuantía geométrica se hace necesaria en la etapa de diseño; sin embargo, se deja establecido que para un hormigón de calidad H-15 se debe disponer una armadura de calidad A44-28H.

Es importante destacar que las obras, en su mayoría, estarán en contacto permanente con agua, por lo tanto, se debe asegurar en la etapa de diseño que la estructura trabaje en Fase I. Esto implica limitar las deformaciones en muros y losas, evitándose la generación de fisuras por las que el agua penetre dañando las armaduras.

- Parámetros de los suelos

Con el fin de realizar un cálculo conservador pero ajustado a la realidad, se han adoptado conservadoramente los parámetros de suelos, sobre la base de otros estudios para la DOH con características de suelo similares a éste y además conforme a la literatura especializada, destacándose los textos "Mecánica de Suelos en la Ingeniería Práctica" de Terzaghi-Peck, y "Mecánica de Suelos" de Lambe-Whitman.

Los parámetros adoptados son los siguientes:

- Parámetros geotécnicos:

Gravas arenosas:

Coefficiente de fricción = 40° .

Cohesión: $C = 0$

Peso unitario natural: $G = 2,2 \text{ t/m}^2$

Peso unitario boyante: $G_t = 1,2 \text{ t/m}^2$

Los empujes del suelo adoptados son los siguientes:

Empuje activo: $K_a = 0,22$.

Empuje pasivo: $K_p = 4,60$.

Empuje en reposo: $K_o = 0,36$.

La capacidad de soporte admisible adoptada es la siguiente:

Gravas arenosas:

$p_a = 2,0 \text{ kg/cm}^2$ (condiciones normales).

$p'_a = 3,0 \text{ kg/cm}^2$ (condiciones eventuales).

10.10.4 Dimensionamiento de las Obras

10.10.4.1 Introducción

Se efectuaron los prediseños de las obras principales que conforman el proyecto, para plantear soluciones técnicas preliminares, de tal forma que permitan cuantificar las inversiones en obras civiles que se requieren para realizar el proyecto de riego en estudio.

El antecedente principal de trabajo lo constituye el plano del levantamiento realizado en la zona del proyecto.

10.10.4.2 Optimización del Diámetro de la Tubería de Impulsión

Por tratarse de un sistema de distribución de agua de riego de tamaño menor, en que no habrá una impulsión propiamente tal, el dimensionamiento de la tubería se realizó con un criterio de velocidad admisible, con límite de 2 a 3 m/s, de modo que las pérdidas unitarias no sobrepasen el 2%. Los caudales por ramal son estimados, ya que la distribución de predios no está fijada, y además habrá turnos de riego que influyen en la distribución del recurso en los diferentes cuarteles.

10.10.4.3 Descripción Detallada de las Obras Proyectadas

Para el aprovechamiento de las aguas de la planta de ESSAN en Calama, se proyectaron diferentes obras para el uso del agua en el riego agrícola.

Las aguas provenientes de la planta de tratamiento de ESSAN son incorporadas a un estanque acumulador, que descarga las aguas mediante una tubería de acero. Desde él tranque las aguas son descargadas a una planta de bombeo, desde la cual los recursos son elevados para el riego de los paños.

A continuación se entrega una descripción de las principales partidas de obras del proyecto:

- Estanque acumulador de agua

Se consulta un estanque acumulador de unos 4.000 m³ de capacidad, construido en tierra con material seleccionado y recubierto, en el fondo y taludes interiores, por una membrana impermeabilizante. Desde el estanque acumulador se realiza la descarga de los recursos hasta una planta elevadora, la descarga se realiza mediante una tubería de acero de 10" de diámetro, con machones cortafuga cada 3 metros. La ubicación de este estanque corresponde a terrenos fiscales vacuos de acuerdo a lo indicado en el Plano preliminar anteriormente citado N° II-3-5574-C-R de Octubre de 1999, del Ministerio de Bienes Nacionales II Región.

La excavación del vaso y de los taludes interiores del muro, se realizarán con taludes $H/V = 2,5/1$, mientras que para los taludes exteriores, se consultan taludes $H/V = 2/1$. Para el coronamiento del muro de tierra se contempla un ancho de 2 metros.

- Planta de bombeo

Al pie del tranque acumulador, se consulta una planta de bombeo que recibe las aguas tranque para ser elevadas al riego de los paños. Las motobombas son eléctricas, alimentadas desde la línea eléctrica existente en A.T.

Esta obra consiste en una sala de máquinas de 45 m², en que se disponen cinco Motobombas totalizando de 114 KW de potencia absorbida. Estas son alimentadas mediante una subestación eléctrica que se conecta al sistema de A.T. con una extensión de 250 metros de longitud.

La sentina se encuentra excavada en suelo y tiene una profundidad de 3 metros. Los muros de la sentida están contruidos en hormigón armado.

- Impulsión tubería de PVC

Desde la planta de bombeo, se desarrollan trazados de tubería de PVC C4, de 355, 315 y 200 mm de diámetro, con una longitud de 50, 480 y 9900 metros respectivamente. Las tuberías de disponen enterradas hasta los medidores de 3" de entrega a riego de los paños. Se consultan 45 medidores en total de 3".

Las obras descritas anteriormente, se presentan en 3 planos, según el siguiente detalle:

PLANO Nº 14	PLANO DE UBICACIÓN GENERAL DE LAS OBRAS PROYECTADAS, LÁMINA OP-1, PLANO 1/3
PLANO Nº 15	PREDISEÑO ESQUEMÁTICO DEL ESTANQUE ACUMULADOR Y OBRAS ANEXAS, LÁMINA OP-2, PLANO 2/3
PLANO Nº 16	PLANTA ELEVADORA PARA EL RIEGO DEL ÁREA DE CALAMA, LÁMINA OP-3, PLANO 3/3

Estos planos se presentan adjuntos al Informe y las respectivas Memorias de Cálculo se han incluido en el Anexo 10.10-1.

10.10.5 Presupuesto de Obras

10.10.5.1 Cubicaciones

Considerando una sección típica de excavación, se cubicaron los movimientos de tierra de las zanjas del trazado de las tuberías, cuyos resultados se contienen en el mismo presupuesto detallado.

Asimismo, para los fines de cubicar los transportes del material común, se considera un esponjamiento del 25%.

El resultado resumido de las cubicaciones se acompaña en el Anexo 10.10-2.

10.10.5.2 Precios Unitarios

Se realizó un análisis de precios unitarios con los rendimientos posibles de conseguir en la zona, considerando además la experiencia de otros estudios de proyecto similares ya aprobados por el MOP y la CNR. En especial, se consideraron los precios de la mano de obra local.

El resumen de estos precios unitarios se presenta en el Anexos 10.10-3.

Se presentan a continuación los factores sociales que corrigen los precios privados, que fueron informados por la especialidad agroeconómica de este estudio.

- Mano de obra: El factor se aplica sobre el costo unitario de la jornada/hombre

Mano de obra calificada:	1,0
Mano de obra semi calificada:	0,65
Mano de obra no calificada:	0,85

- Insumos:

Insumo nacional:	1,0
Divisa:	1,06
Insumos transables:	equivalente al factor divisa: 1,06

- Maquinaria importada: 0,99.

10.10.5.3 Presupuesto Detallado de las Obras

Se plantea un programa de inversiones de las obras, considerando una secuencia que incorpore aspectos financieros, tal que tienda a minimizar dichos costos. Su precisión tendrá relación con la del resto del presupuesto, es decir, sólo considerando los aspectos más relevantes del problema, tomando en consideración las incertidumbres técnicas y económicas correspondientes. Esta información es relevante para definir el programa de implementación de las obras propuestas.

A partir de las cubicaciones y de los precios unitarios de actividades, se calculó el presupuesto neto por partidas (sin IVA) de todas las obras del estudio.

Los gastos generales y utilidades del contratista, dado el nivel de prefactibilidad de este estudio, se han considerado iguales al 55% del monto de los costos directos de cada

alternativa, relación que corresponde a un valor típico en estudios similares que realiza la Dirección de Obras Hidráulicas del MOP.

A continuación, se presenta un resumen de los costos totales netos del presupuesto de obras.

CUADRO 10.10.5.3-1
PRESUPUESTO TOTAL NETO INVERSIÓN EN EL AÑO 0

PRESUPUESTO	TOTAL NETO (mill \$)
PRECIOS PRIVADOS	450
PRECIOS SOCIALES	450

Los costos totales netos entregados en el cuadro anterior, incluyen: costos directos de obras, gastos generales del contratista, imprevistos y utilidades.

Mediante una secuencia lógica de construcción por actividades que componen cada ítem del proyecto, se propone la ejecución de las obras en un período de cuatro a cinco meses, en el primer año del horizonte de la evaluación económica.

Los trabajos pueden ser ejecutados sin mayores problemas, ya que no se aprecian posibles interferencias con obras existentes.

Adicionalmente, se consulta la reposición de las motobombas elevadoras en el año 15 del análisis. A continuación se entrega el presupuesto adoptado para la reposición de obras.

CUADRO 10.10.5.3-2
PRESUPUESTO TOTAL NETO REPOSICIÓN MOTOBOMBAS EN EL AÑO 15

PRESUPUESTO	TOTAL NETO (mill \$)
PRECIOS PRIVADOS	15
PRECIOS SOCIALES	15

El detalle de los presupuestos, tanto a precios privados como sociales, se incluyen en el Anexo 10.10-4.

Finalmente, en el Anexo 10.10-5 se presenta la cantidad de mano de obra calculada para el presupuesto de obras civiles del proyecto de Calama, la cual indica una cantidad de 8.000 jornadas –hombres referido al año cero del horizonte de evaluación. En este mismo anexo se incluye también, el análisis detallado de mano de obra por actividades de obras civiles.

10.10.5.4 Operación y Mantenimiento

Para efecto del costo de operación y mantenimiento de los equipos de elevación mecánica, esta especialidad ha tomado en cuenta el costo referente a la energía eléctrica y la potencia, que es el costo de mayor gravitación. La administración y mantenimiento de estas plantas está ya considerada en los costos generales de operación de los predios, por tanto no se consideran en el presente capítulo a este nivel de estudio preliminar. Se considera una reposición de las bombas por desgaste y obsolescencia al año 15 de servicio.

10.10.5.5 Costos Anuales de Operación y Mantención

Los costos anuales de operación están basados en las tarifas eléctricas proporcionadas por la Empresa de distribución Eléctrica EDELNOR de Antofagasta, que señala un costo de \$13,27 \$/KWH y \$/KW 657,35, con el IVA incluido. Para efecto del costeo se toman los precios netos sin IVA. Tal como se señala en el subcapítulo anterior los costos de mantenimiento forman parte de los gastos generales de operación del predio que funciona entorno a una comunidad organizada de regantes. El costo por operación en energía eléctrica asciende a 10 mill\$/año.

10.11 IMPACTO DEL PROYECTO EN LA DEMANDA DE MANO DE OBRA

La ejecución de las acciones programadas y el logro de las metas de producción agrícola propuestas implicará cambios importantes en los niveles de demanda de mano de obra agrícola local. A ello se suma el incremento esperado en la demanda de mano de obra indirecta, vale decir, aquella que será contratada por otros agentes de la economía que actúan en los canales de comercialización de insumos y productos agrícolas.

La demanda de mano de obra agrícola en el área del proyecto llegará a 14.600 jornadas anuales a partir del sexto año de ejecución, momento en el que se estabilizan las acciones del proyecto. El incremento será paulatino a medida que se vayan aumentando los niveles de producción agrícola, sin embargo, en el transcurso del primer año, como consecuencia de la construcción de las obras civiles extraprediales de riego, se crearán aproximadamente 8.000 nuevos puestos laborales.

Parte importante de los trabajadores contratados en el proyecto se catalogan dentro de los que se define como mano de obra no especializada. La proporción de mano de obra especializada es de poca significación, en tanto que la mano de obra semiespecializada es requerida en algunas faenas agrícolas tales como preparación de almácigos, siembra de precisión, y otras de similares características.

10.12 SERVICIOS DE APOYO AL PRODUCTOR

Con miras a lograr el cambio tecnológico propuesto y obtener los niveles de rentabilidad esperados a nivel de las unidades de producción, representadas en los Predios Tipo identificados, se hace necesario establecer mecanismos que permitan, faciliten y promuevan: la utilización de las estructuras de cultivo propuestas, u otra con similar de rentabilidad; la aplicación de las prácticas tendientes a minimizar los efectos perniciosos que generan a los cultivos la presencia de sales y boro, en suelos y agua; la incorporación de tecnologías modernas de producción que permitan alcanzar los rendimientos y niveles de productividad esperados. Para ello, se estima fundamental operativizar cuatro servicios de apoyo al agricultor: financiamiento agrícola, transferencia tecnológica y capacitación, comercialización, e investigación.

Cabe señalar que las iniciativas que se presentan a continuación sólo son de carácter informativo ya que, de acuerdo a los cálculos efectuados, el proyecto no es rentable para los agricultores, y por ende a ellos no les es conveniente acogerse a las acciones planteadas. De hacerlo, no generarán los recursos suficientes para cancelar los compromisos financieros contraídos, o para lograr una rentabilidad adecuada sobre el capital propio invertido, y menos aún para financiar parte, o todos los costos de estos programas de apoyo al productor.

10.12.1 Financiamiento Agrícola

Algunas de las razones que justificarían el establecimiento, o ampliación de las actuales líneas de crédito disponibles para el sector son: la necesidad de los agricultores de incorporar nuevas tecnologías, la rentabilidad que eventualmente pudieran alcanzar los cultivos en la zona, el alto interés cobrado en préstamos otorgados por casas comerciales agrícolas, la conveniencia de evitar que el agricultor se vea obligado a comprometer su producción antes de ser cosechada, y la necesidad de apoyar al productor para lograr las metas de producción proyectadas en el estudio.

La estructura de tenencia de la tierra que se proyecta en el área de nuevo riego determina que todos los propietarios agrícolas cumplan con los requisitos para ser atendidos por el Instituto de Desarrollo Agropecuario (INDAP). Esta institución cuenta con experiencia y líneas de crédito necesarias para apoyar el cambio tecnológico proyectado a nivel predial, por lo que sólo se requiere una decisión política para incrementar el nivel de operación que tiene la institución en la zona, y abrir líneas especiales de financiamiento con tasas de interés preferencial, o de desarrollo.

Por otro lado, y con el fin de apoyar la incorporación de riego con aguas servidas tratadas a nivel de las unidades de producción, el Estado, a través de la Dirección Nacional de Riego, puede efectuar llamados especiales a concursos a la Ley de Fomento del Riego (Ley 18.450), dirigidos única y exclusivamente a los agricultores beneficiarios de las acciones del proyecto. Mediante este mecanismo se puede subsidiar parte importante de los costos de inversión en riego agrícola.

10.12.2 Servicio de Transferencia Tecnológica

Para alcanzar las metas de producción se propone establecer un programa de asistencia técnica agrícola cuyo objetivo principal sea transferir tecnología adecuada a las necesidades del agricultor, y a las condiciones particulares de la zona.

Se propone establecer un programa de transferencia tecnológica agrícola para los principales cultivos que se desarrollan y, en aquellos que en el futuro demuestren tener alta rentabilidad. Este servicio deberá adaptarse a las necesidades de los agricultores y a las condiciones particulares del área.

Se plantea constituir un equipo técnico, que empleando parte de su jornada laboral, se preocupe de organizar charlas técnicas, giras de conocimiento, y otros tipos de eventos de capacitación y transferencia tecnológica. A estos encuentros se invitará como exponentes, a profesionales nacionales e internacionales del más alto nivel en temas, tales como: manejo de cultivos hortícolas, controles fitosanitarios, post-cosecha, etc.

Debido al tamaño del proyecto este aspecto no puede ser asumido por un equipo autónomo, sino que debe estar integrado por actuales funcionarios de algún organismo fiscal, de manera de evitar la incorporación mayores costos al subproyecto Calama. Puede operar bajo el alero de INDAP, y estar conformado por un Ingeniero Agrónomo a tiempo parcial, con capacidad de convocatoria y contactos, y por una secretaria, también a tiempo parcial. El encargado del programa tendrá por misión coordinar y organizar la visita a la zona de especialistas del Instituto de Investigaciones Agropecuaria (INIA), universidades estatales y privadas, en especial la Universidad Arturo Prat, Fundación Chile, casas comerciales (de semillas, agroquímicos), y empresas privadas que actúan o se proveen en la zona. También se preocupará de gestionar y coordinar la visita de consultores, asesores y expertos que trabajen en proyectos que cuentan con financiamiento del Fondo de Investigación Agropecuaria (FIA), y Comisión Nacional de Riego, ambas dependientes del Ministerio de Agricultura.

Los costos del equipo central de transferencia deben ser solventados con recursos públicos (INDAP, FIA, CORFO) y privados (agricultores, casas comerciales). Los agricultores involucrados en el subproyecto Calama no dispondrán de recursos monetarios para financiar este tipo de actividad.

Los costos del programa están constituidos, básicamente, por la mantención y operación de vehículos propiedad de INDAP, honorarios de los profesionales que trabajarán a tiempo parcial, contratación de cuñas radiales, adquisición de materiales de oficina, y otros ítem varios.

Se estima que el programa debe tener una duración de siete años, contados a partir del segundo año de ejecución del proyecto, período el que se espera lograr la incorporación de tecnologías de punta y alcanzar las metas de producción y productividad proyectadas.

CUADRO 10.12.2-1
COSTOS DEL PROGRAMA TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA
(miles de pesos)

ÍTEM	AÑOS EJECUCIÓN PROYECTO		
	2	3	4 al 8
Adquisición vehículos	0		
Honorarios Ing. Agrónomo	3.600	3.600	3.600
Mantenimiento y Operación Vehículos	480	600	600
Gastos Varios	250	600	800
Imprevistos (15%)	650	720	750
TOTAL	4.980	5.520	5.750

10.12.3 Servicio de Apoyo a la Comercialización

En Calama existe una feria agrícola a través de la cual se comercializa gran parte de la producción agrícola local. De acuerdo a la información recopilada, no existe algún tipo de organización que permita a los agricultores contar con sistema de información de precios que facilite y haga más transparente el proceso de mercadeo de productos, para de esta manera negociar de mejor forma con los comerciantes que actúan en los canales, y así acceder a un mayor margen del precio final de transacción.

En la comercialización de insumos no existen mecanismos establecidos para que los productores alcancen economías de escala en sus compras de fertilizantes, plaguicidas, y otros insumos. Es en este aspecto donde el agricultor tiene espacios para reducir en forma significativa sus costos directos de producción, y con ello incrementar la productividad de su campo.

En ningún momento se piensa eliminar o reducir la participación de las casas comerciales que expenden este tipo de artículos, al contrario, es de esperar que parte importante de ellas se instale en la zona. Lo ideal sería establecer convenios con los distribuidores de manera de lograr algunas economías de escala. Se estima conveniente establecer estrategias para que los agricultores paulatinamente se organicen con el fin de constituir paquetes de compras, cuyos volúmenes permitan negociar adecuadamente precios.

Estas organizaciones pueden ser formales, donde se debe contar con personalidad jurídica, o informales, en cuyo caso el proveedor deberá respetar el precio acordado a todos los agricultores integrantes del grupo, pero facturar en forma individual. Esta experiencia ya existe en el país y ha demostrado ser exitosa.

Para lograr lo anterior, en una primera etapa se deberá designar, o contratar a una persona para que se responsabilice de preparar un proyecto, gestionarlo y tramitarlo ante distintas fuentes de financiamiento que apoyan el desarrollo (FDR, PROFOS), establecer y mecanismos de coordinación con las autoridades comunales y provinciales, reunir a los agricultores para explicarles los objetivos que se persiguen y bondades del programa, contactar casas comerciales, fabricantes o importadores, a mayoristas o transportistas demandante de

productos agrícolas, y actuar como coordinador entre los agricultores, y entre éstos y los proveedores y compradores.

La ejecución de las acciones antes enunciadas no implica que deban cargarse costos al flujo de fondos del proyecto de riego, ya que en el país existen instrumentos de apoyo a la agricultura cuyos objetivos son incentivar la asociatividad de los productores para enfrentar el desarrollo tecnológico, productivo y comercial. Es así como la CORFO, a través del programa PROFOS, aporta UF 1.000 para la puesta en marcha de un grupo de cinco productores, y para el desarrollo del proyecto entrega hasta UF 3.000 durante los tres primeros años.

10.12.4 Programa de Investigación

Si bien es cierto que el proceso de investigación escapa a los alcances del presente estudio, se estima conveniente que el equipo de INDAP que asuma la responsabilidad de transferencia tecnológica efectúe algunas acciones tendientes a utilizar otros instrumentos de fomento que pueden generar beneficios mutuos para agricultores e instituciones que realizan investigación.

Para ello se debe tomar contacto con universidades, especialmente Universidad Arturo Prat, Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Sociedad Nacional de Agricultura, y algunas empresas privadas vinculadas al agro, con el fin de identificar, formular, gestionar y ejecutar algunos proyectos de desarrollo tecnológico financiado con fondos concursables, ya sea de FONDEF, FIA o FONTEC.

10.13 RESULTADOS ECONÓMICOS ESPERADOS A NIVEL DE ÁREA TOTAL DEL PROYECTO

Si bien es cierto que por el tamaño del proyecto no se esperan diferencias significativas entre los niveles de rentabilidad financiera y económica, se estimó conveniente imputar precios cuenta a aquellos bienes y factores de producción donde las diferencias entre el precio de mercado nacional (precio financiero) y precios de cuenta son evidentes. De igual forma se procedió en la eventualidad de que existieran productos o insumos cuyo incremento de demanda u oferta, como consecuencia de la ejecución del proyecto, sea catalogado como significativa para el contexto regional o nacional, según sea el caso.

Para establecer los precios sombra se adoptaron las directrices entregadas por el Ministerio de Planificación y Cooperación Nacional (MIDEPLAN). Es así como en el caso de la mano de obra al precio de mercado existente se le aplicó un factor de corrección de 1.0, 0.65 y 0.85, para las categorías de mano de obra calificada, semicalificada y no calificada, respectivamente.

Se imputaron precios sombra a aquellos bienes transables internacionalmente que presentan una significativa diferencia entre su valor privado y social, y cuyos volúmenes incrementales de comercialización son apreciables. Con este fin se consideraron precios

económicos mediante la aplicación de factores de corrección extraídos de información secundaria.

Se clasificaron como bienes no transables a aquellos productos e insumos que presentan algunas de las siguientes características: generados localmente en cantidad adecuada, y calidad suficiente; comercio internacional poco significativo, o inexistente, y nivel de demanda agregada por efecto del proyecto, insuficiente para alterar el equilibrio existente en el mercado nacional. En esta clasificación fueron catalogados productos tales como materiales de construcción (cemento, fierro, asfalto, maderas, moldajes), energía eléctrica, hortalizas y semillas de producción local. Los bienes no transables fueron cotizados al precio existente en el mercado regional.

Para el cálculo de los indicadores de rentabilidad se eliminaron del análisis los subsidios e impuestos que eventualmente puede otorgar, o percibir el Estado, y se agregó el costo que implica la implementación de los servicios de apoyo que sería solventado en su totalidad por el Estado. Como se dijo con anterioridad, para alcanzar las metas de producción y productividad esperadas a nivel de las unidades de producción, es fundamental que los agricultores cuenten con este tipo de servicios. Con relación a ello cabe señalar que estos servicios de apoyo se justifican en la medida de que la rentabilidad financiera del proyecto sea rentable positiva para los agricultores, de lo contrario ellos no se incorporarán a las acciones del proyecto, o en el mejor de los casos, abandonarán la actividad una vez que comprueben que no les es conveniente.

De acuerdo a los cálculos efectuados, en base a los montos y criterios antes señalados, el Valor Actual Neto (VAN), a una tasa de descuento del 12% y un plazo de 30 años, es negativo en 7.586 millones de pesos, y la Tasa Interna de Retorno (TIR) es menor a uno.

11. PLAN DE DESARROLLO AGRÍCOLA EN LOS AYLLUS DE SAN PEDRO DE ATACAMA

11.1 ANTECEDENTES

De acuerdo a lo estipulado en los Términos de Referencia y a lo planteado en la Propuesta Técnica presentada por la Consultora, en el estudio de San Pedro de Atacama se abordan cinco aspectos, uno de los cuales es el diseño de un plan de desarrollo para la agricultura regada que se desarrolla en los ayllus que se localizan en los alrededores del centro poblado de la cabecera comunal.

Para estos efectos se consideró necesario conocer las características socioculturales de la población, reunir información sobre los recursos naturales existentes, y recopilar antecedentes productivos y tecnológicos que permitieran caracterizar la actividad agrícola local. Toda esta información se ha presentado y analizado en capítulos anteriores, por lo que en este acápite se dan a conocer sólo aquellos aspectos más relevantes.

El nivel de rentabilidad económica que actualmente logran los agricultores, las distintas alternativas futuras que ellos tienen en la actividad agrícola y en otras ramas de la actividad económica, la existencia y funcionamiento de organizaciones, fueron elementos que también se tuvieron en cuenta al momento de identificar las fortalezas y debilidades agrícolas, y no agrícolas presentes en la zona estudiada.

El cabal conocimiento de los factores antes señalados permitió identificar las ventajas comparativas y competitivas presentes en la localidad, y en base a ello, definir una política de desarrollo del sector rural, señalar la estrategia que se debe implementar, y establecer el plan de acción a través del cual se esperan alcanzar los objetivos de desarrollo propuestos.

11.2 UBICACIÓN Y ACCESO

El área en estudio se encuentra localizada aproximadamente a 1.700 kilómetros de Santiago, en la comuna de San Pedro de Atacama, provincia de El Loa, Región de Antofagasta. Corresponde al área regada que se ubica en los ayllus que existen en los alrededores del pueblo de San Pedro de Atacama, ubicado en el paralelo 22°54' latitud sur y en el meridiano 68°12' longitud oeste, a una altitud de 2.438 metros sobre el nivel del mar.

La zona en estudio se ubica aproximadamente a 320 kilómetros al noreste de la capital regional Antofagasta, y a 100 kilómetros al sureste de la ciudad de Calama. Para acceder a ella se debe transitar por la ruta 23, que une la ciudad de Calama con el centro poblado de San Pedro de Atacama, y a éste con la República de Argentina, por el paso fronterizo de Jama. El tramo Calama San Pedro de Atacama cuenta con una carpeta de asfalto, que se encuentra en buen estado de conservación.

11.3 SUPERFICIE AGRÍCOLA

De acuerdo a los resultados del estudio de suelo efectuado dentro del programa de trabajo de la presente consultoría, la superficie potencialmente agrícola existente en los ayllus que conforman el área en estudio es de 1.804 ha, que representa el 5,3% de la superficie censada por el Instituto Nacional de Estadísticas en la comuna de San Pedro de Atacama, y el 4,4% de la censada en la Región de Antofagasta.

Cabe señalar que según lo publicado en el VI Censo Nacional Agropecuario 1997, la superficie regada en la comuna es de 1.731 ha, cifra que es inferior a la antes señalada, y esto considerando que las 1.731 ha incluyen terrenos cultivados en otras áreas agrícolas existentes al interior de la comuna.

De lo antes expuesto, y teniendo en cuenta que las condiciones climáticas imperantes en la zona impiden desarrollar una actividad agrícola de secano, se concluye que la superficie efectivamente cultivada en el área en estudio es inferior a las 1.860 ha potenciales identificadas como arables.

Resulta muy difícil determinar la superficie realmente cultivada en los ayllus, ya que ellos experimentan variaciones anuales que dependen de las condiciones climáticas que se presenten, y sobre todo del régimen de precipitaciones caídas. Si se consideran para estos efectos los resultados de la tabulación del cuestionario aplicado a los agricultores en el mes de enero del año 2000, se concluye que la superficie regada, y por ende cultivada, es de aproximadamente 1.155 ha, equivalentes al 64% de la tierra arable disponible.

11.4 CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS

En capítulo anterior se describieron y analizaron detalladamente los parámetros climáticos y agroclimáticos que se presentan en la zona. Sin embargo se estima pertinente hacer un pequeño recuento de algunos de ellos de tal manera de tener a la vista algunos elementos que a juicio de la Consultora son relevantes al momento de plantear un plan de desarrollo para los ayllus que rodean al centro poblado de San Pedro de Atacama.

Las precipitaciones acumulan una caída anual de 27,1 mm, concentrándose un 80% de ellas entre los meses de noviembre y enero, lo que es de gran importancia por el aporte de recurso hídrico que ello implica para los cultivos en desarrollo. La humedad relativa presenta un promedio anual de 24,3%, sin embargo, entre los meses de enero y marzo ella alcanza cifras superiores al 35%, en tanto que en los meses de inviernos desciende a un rango de 15% a 18%.

El recorrido del viento registra un promedio anual de 1.770 km, con variaciones mensuales que van desde 1.212 km en el mes de mayo, hasta 2.549 km en el mes de octubre. La mayor velocidad promedio mensual ocurre en el mes de octubre (1,0 m/s), mientras que durante la época de desarrollo de los cultivos anuales ésta oscila entre 0,6 m/s y 1,0 m/s. Cabe hacer

notar que en ocasiones la velocidad del viento puede llegar a alcanzar tales velocidades que causa daños a los cultivos, invernaderos, túneles y cortinas corta viento¹.

La temperatura media anual es de 14,4 °C, con un máximo en el mes de febrero (18,8 °C) y un mínimo en el mes de junio (9,2 °C). La temperatura promedio de las máximas mensuales tiene un rango de entre 22,6 °C y 31,3 °C, en tanto que las temperaturas promedio de las mínimas mensuales oscila entre -3,4 °C en el mes de agosto hasta 4,7 °C en el mes de enero. No se dispone de registros que permitan conocer con exactitud las temperaturas extremas máximas diarias y las temperaturas extremas mínimas diarias, sin embargo, de acuerdo a lo informado por agricultores y técnicos de la Universidad Arturo Prat, ellas pueden alcanzar tal magnitud que provocan serios daños a cultivos que se encuentran a la intemperie, y a los que se encuentran bajo plástico sin disponer de un sistema de calefacción que permita evitar los efectos de la helada, y un sistema eficiente de ventilación forzada.

El estudio climático no se determinó el período libre de heladas para San Pedro de Atacama, sin embargo si se asume que éste es similar al existente en la localidad de Calama, el período libre de heladas, considerando para su cálculo las temperaturas mínimas medias, es de 212 días al año, extendiéndose desde el mes de octubre hasta el mes de abril. Lo antes señalado se ve refrendado por los propios agricultores, que en el cuestionario de encuesta informaron que dicho período se extiende normalmente desde el mes de diciembre hasta el mes de abril, aunque en ocasiones este período es incluso menor.

El período de receso vegetativo, con base a un umbral de 10 °C, es de 61 días (junio y julio). La acumulación anual de horas de frío es de aproximadamente 2.700 horas, en tanto que la sumatoria de días-grado, a igual umbral térmico, es de 1.656 días. La evapotranspiración potencial de los cultivos llega a 2.083 mm, concentrándose ella principalmente en la época en que se debe efectuar el mayor aporte hídrico. El déficit hídrico anual y mensual alcanza valores similares a los de evapotranspiración de los cultivos, y el período seco (período en que es necesario regar) se extiende a todo lo largo del año.

De acuerdo a lo antes señalado, y considerando tanto variables climáticas como agroclimáticas, se puede concluir que las mayores restricciones para el desarrollo de la actividad agrícola están dadas por el alto déficit hídrico, por el riesgo de ocurrencia de heladas, por la intensidad de las mismas, por el fuerte viento que azota algunas veces a la zona, y por temperaturas máximas diarias que pueden afectar a algunos cultivos, principalmente aquellos que se han establecido bajo plástico.

11.5

CARACTERÍSTICAS DE LOS SUELOS

Los suelos tienen un origen aluvial complejo, con depósitos sedimentarios de gran variabilidad. Los perfiles presentan una marcada estratificación originada por depósitos asociados a sucesivos aluviones. El drenaje es bueno, siendo muchas veces excesivo por el predominio de texturas gruesas. El problema de salinidad superficial es leve, llegando a ser

¹ La estación meteorológica más cercana no cuenta con registros sobre la velocidad máxima diaria del viento.

moderado en el subsuelo. El Boro en el extracto saturado se encuentra en niveles superiores a los estipulados como perjudiciales para cultivos sensibles a este elemento (0,7 ppm).

Si se comparan los resultados de sendos estudios de suelos efectuados en los años 1995 y 2000, se observa que no existen cambios significativos con respecto a la acidez (PH) y salinidad (conductibilidad eléctrica). Sin embargo, el nivel de boro ha aumentado casi al doble, y no se conocen las causas que expliquen este fenómeno, aunque se sabe que las prácticas de manejo, especialmente del riego, inciden en el contenido de sales y boro en el perfil.

Se identificaron siete Series de suelo y cuatro tipos de Micelaneos aluviales. Las Series son: Cachiyuyal, Cucuter, Maizal, Solor, Triángulo de Cucuter, Tulor, y Vecinal Cucuter.

Considerando las características del perfil, la salinidad, el contenido de boro y la topografía del sector, los suelos se agruparon en seis categorías, cuyas principales características son las siguientes:

Categoría A

Suelos planos, profundos, de textura moderadamente fina a moderadamente gruesa, sin problemas de aireación ni de drenaje. La salinidad del suelo y subsuelo se mantiene en niveles bajos (entre 2 y 4 ds/m), y los niveles de boro se encuentran entre 2 y 4 mg/l.

La aptitud de estos suelos es para todo tipo de cultivo y frutal que permitan las condiciones climáticas y los niveles de salinidad y boro presentes en suelo y agua. Se debe tener la precaución de regar con sistemas que eviten un aumento del tenor salino y de boro existente.

En esta categoría se clasifican 663,5 ha, localizadas en todos ayllus que conforman el área en estudio.

Categoría B

Suelos profundos a moderadamente profundos, cuyo perfil presenta texturas moderadamente gruesas a gruesas. No presentan acumulación salina ni de boro muy diferentes a las señaladas en la Categoría A. Aptos para todo cultivo y frutal, siempre y cuando se tomen medidas especiales de riego para evitar erosión e incremento de sales y boro en el perfil.

En esta categoría se clasifican 260.4 ha, que se encuentran presente en prácticamente todos los ayllus estudiados.

Categoría C

Suelos que presentan niveles de salinidad y de boro crecientes en el subsuelo, hasta alcanzar niveles muy perjudiciales para el desarrollo de los cultivos (CE de 6 a 12 ds/m;

boro entre 3 y 12 mg/l). El subsuelo puede ser arcilloso masivo, o con compactación de arena fina. Estratificación abrupta.

No se recomienda la plantación de frutales y vid, aunque son aptos para cultivos anuales y praderas adaptadas a las condiciones de la zona. Abarcan una superficie de 597,3 ha, que se localizan en todos los ayllus salvo los más pequeños: Suchor y Guachar.

Categoría D

Agrupar suelos cuya pendiente es mayor a 3% y menor a 5%, y áreas con suelos muy delgados, pedregosidad, o con textura gruesa en la matriz. Aptitud para todo cultivo y frutal que se adapte a las condiciones climáticas de la zona y a los niveles de salinidad y boro en suelo y agua de riego. El aporte hídrico a los cultivos debe efectuarse necesariamente mediante sistemas de riego tecnificado,

En esta categoría reúne una superficie de 124,9 ha, y se encuentra ausente de algunos de los ayllus estudiados

Categoría E

Suelos de profundidad media a delgada, estratificados y de textura gruesa. En su uso no debe considerarse plantaciones frutales por uno o varios de los factores limitantes enunciados en la categoría C. El riego debe aplicarse en forma controlada para evitar el incremento de los niveles de salinidad y boro.

Abarca una superficie de 157,8 ha.

Categoría F

Son suelos en los que no se puede desarrollar actividad agrícola por corresponder a dunas, cerros, cajas de río, o caídas entre terrazas con pendientes cortas y altas. Ocupan una superficie de 56,6 ha, distribuidas prácticamente en todos los ayllus estudiados, salvo en los de menor tamaño.

11.6 DISPONIBILIDAD DE AGUA PARA RIEGO

Las aguas que riegan los terrenos agrícolas de San Pedro de Atacama son captadas mayoritariamente en el río San Pedro, y en menor importancia, desde el río Vilama.

- Río San Pedro de Atacama

El río San Pedro se forma de la confluencia de los ríos Jauna y Putana. El primero de ellos nace en los cerros de Tocorpuri y el Tatio, y el segundo, en los ojos de Agua del Putana. A su vez, el río Putana recibe al río Incahuasi como su principal afluente; el río Putana es también afluente del río Jauna el que escurre en sentido norte-sur, recibiendo

éste los aportes del río Peñaliri o Machuca, dando nacimiento este conjunto de escurrimientos naturales al río Grande, el cual es uno de los principales afluentes del río San Pedro.

El afluente principal del río San Pedro es el río Salado con un caudal promedio de 200 l/s, corre paralelo al río principal y muy próximo a él desde San Bartolo hasta su confluencia.

El río San Pedro es el de mayor caudal y más largo de la cuenca de Atacama, drena desde su nacimiento una extensión de 70 km de longitud.

- **Río Vilama**

El río Vilama tiene su hoya hidrográfica independiente del río San Pedro y sus nacientes algo más al sur y son esencialmente de origen termal. Uno de sus afluentes más importante es el río Puritama, el cual nace en los baños de Puritama a 3.695 msnm y el río Frío que tiene iguales fuentes. El río Vilama desemboca en el Salar al sur de Aylllo de Poconche.

Los escasos caudales de los ríos San Pedro y Vilama se ven agravados por el problema de la calidad de sus aguas. Debido a los terrenos fuertemente salinos que atraviesan, su contenido total en sólidos es muy alto, especialmente en cloruros y carbonatos.

Otro problema que presentan estos ríos corresponde a las crecidas o bruscos aumentos de caudal. Las precipitaciones de la alta cordillera durante enero a marzo se desplazan a occidente aumentando su caudal bruscamente. Estas crecidas se presentan cada 3 a 4 años y tienen el mismo ritmo de las lluvias que llegan a San Pedro.

Del análisis de la curva de gastos medios mensuales se destacan algunos rasgos del régimen del río San Pedro. El más notable es la constancia de los caudales a través del año, sólo 0,16 m³/seg. El segundo rasgo notable estriba en la absoluta irregularidad de sus variaciones que impiden clasificarlo ni entre los ríos de régimen pluvioso ni entre los ríos de régimen nival.

11.7 CARACTERÍSTICAS DE LAS AGUAS DE RIEGO

De acuerdo a los antecedentes disponibles las aguas de San Pedro, según la clasificación de Riverside, son de clase C4S3. Esto significa que presentan un *muy alto* riesgo de salinización, y un alto riesgo de sodificación.

El Boro llega a concentraciones de 1,2 a 2,0 mg/l, lo que excede con creces el límite de 0,75 mg/l establecido por la Norma 1333. Sin embargo no se alcanzan los niveles existentes en los ríos Loa y Lluta, razón por la cual es posible pensar en el establecimiento de cultivos que no sean sensibles a la presencia de Boro.

En muestras tomadas en diferentes oportunidades se detectó que el arsénico, elemento altamente tóxico para la salud humana y animal, que tiene un efecto acumulativo en el

cuerpo, presentó valores de entre 0,05 hasta 0,14, cifra que es considerada alta si se compara con el valor límite de 0,10 mg/l establecido en la Norma Chilena 1333.

Los análisis de coliformes fecales efectuados en los ayllus dieron resultados disímiles. En un primer muestreo en el sector del Hotel Internacional se detectaron 5.000 coliformes por 100 ml de agua, en tanto que en un segundo testeó se contaron 26.000 coliformes por 100 ml de agua. Ambos valores exceden largamente lo estipulado por la Norma Chilena 1333, donde se establece un límite de 1.000 coliformes por 100 ml de agua.

Todos estos elementos necesariamente deben tenerse en cuenta al momento de proyectar cualquier tipo de desarrollo agrícola y turístico de la zona. De ser posible se deberían efectuar todos los esfuerzos necesarios tendientes a tratar las aguas, y reducir al máximo sus efectos negativos para la salud humana y para el desarrollo de los cultivos.

11.8 CARACTERIZACIÓN DE LOS AGRICULTORES Y POBLACIÓN DE SAN PEDRO DE ATACAMA

De acuerdo al estudio sociológico y antropológico efectuado en la localidad de San Pedro de Atacama se pudo determinar que los estratos semi-campesinos, pequeños propietarios, y comuneros, son un sector socio cultural con una cultura rígida respecto al cambio, lo que afecta indirectamente su voluntad a cualquier modificación que se quiera efectuar con relación a tecnologías productivas, educación, familia, y otros factores de transformación no tradicional.

En el último tiempo esta cultura rígida se ha visto permeabilizada por la alta afluencia de turistas, lo que ha generado transformaciones en las costumbres de la población, y flexibilizado su actitud con respecto a los mismos. Esta disposición, que no es necesariamente voluntaria, se ha desarrollado como consecuencia de las penurias económicas que viven las familias campesinas, al desarrollar una actividad agrícola que no es rentable, y que muchas veces no alcanza para generar los alimentos suficientes como para el sustento familiar. Sin embargo, este cambio de comportamiento no es homogéneo en la población atacameña, existen personas que se resisten a ellos, aunque no lo hagan en forma explícita.

Por otra parte, no todos los habitantes de San Pedro de Atacama se inclinan por un solo tipo de cambio, referido al empleo, sino que algunos de ellos lo asocian al mejoramiento de las condiciones tecnológicas y organizacionales, en tanto que otros se proyectan al rubro de servicios, y al comercio asociado al turismo.

Las posibilidades de lograr cambios de comportamiento en la población dependen de la naturaleza y profundidad de ellos, de tal manera que para poder tener éxito en cualquier programa de desarrollo necesariamente se deberán proyectar cambios en etapas sucesivas y complementarias, y donde se haga una diferenciación clara en función de los objetivos que se persiguen.

Del estudio sociológico y antropológico se concluye que aspectos como reconversión productiva, transformaciones en la mentalidad de producción (rentable, competitiva, autónoma, y no dependiente), transformaciones en la calidad de vida articulada al incremento de ingresos económicos, son todos cambios que sólo pueden alcanzarse en un horizonte de largo plazo, entendiéndose por tal un periodo de cinco a ocho años.

A su vez, para lograr cualquier tipo de cambio de comportamiento es fundamental de que éste no solo sea consensuado, sino que también promovido con el beneplácito de los habitantes de la zona. Por tal motivo se deben hacer esfuerzos para promover formas distintas de lograr una participación activa y dinámica de la población, y que a su vez ésta se comprometa con los objetivos de desarrollo planteados por la autoridad.

11.9 CARACTERÍSTICAS DE LAS EXPLOTACIONES AGRÍCOLAS

11.9.1 Situación Jurídica

De acuerdo a la información publicada en el VI Censo Nacional Agropecuario y ratificada por los resultados de la encuesta aplicada en la zona, los terrenos agrícolas existentes en los ayllus involucrados en el estudio son propiedad de personas naturales, principalmente población de la etnia atacameña. Por lo general los tenedores cuentan con títulos de dominio inscritos, aunque existen casos donde éstos presentan algunas irregularidades por no haberse hecho las gestiones correspondientes ante el Conservador de Bienes Raíces. En la zona no se ha masificado formas de tenencia transitorias, tales como arriendos y medierías.

Lo antes expuesto reviste importancia al considerar que cualquier proceso de desarrollo agrícola necesariamente implica incorporar nuevas tecnologías de producción, que por lo general requieren de inversiones que los agricultores no pueden solventarlas con recursos propios, por lo que se ven en la necesidad de acudir a fuentes de financiamientos externas, que usualmente solicitan garantías reales o prendarias.

11.9.2 Estructura de Tenencia de la Tierra

La información recopilada en el catastro efectuado por R&Q Ingenieria Ltda. a 1.377 predios agrícolas asentados en los 25 ayllus que rodean al pueblo de San Pedro de Atacama, determinó la existencia de 1.377 roles de propiedad, que en conjunto reúnen 1.880 ha, con un promedio de 1,37 ha por predio. Sin embargo, un número importante de agricultores conforman explotaciones que abarcan más de un rol de propiedad, de tal manera que, de acuerdo al mismo catastro, existirían 400 explotaciones agrícolas, con un promedio de 4,7 ha por explotación.

El área del presente estudio se limita a los ayllus de Cuchabrachi, Catarpe, Tambillo, Guachar, Bellavista, Suchor, Quitar, Conde Duque, Solcor, Larache, Yaye, Checar, Sequitor, Solor, Coyo y Cucuter. Lugar donde estimativamente existen 338 explotaciones

agrícolas, con una superficie total de 1.468 ha, lo que arroja una superficie promedio de 4,34 ha por explotación.

Si se agrupan los ayllus de acuerdo a su ubicación con respecto a la Cabecera Comunal y a la calidad de los recursos hídricos con que riegan, se distinguen cinco grupos cuyas características en cuanto al número y tamaños de las explotaciones agrícolas son las siguientes.

CUADRO 11.9.2-1
TENENCIA DE LA TIERRA SEGÚN GRUPOS DE AYLLUS

GRUPOS AYLLUS	PREDIOS		EXPLORACIONES	
	Nº	SUPERFICIE (há)	Nº	SUPERFICIE PROMEDIO (há)
Cuchabrachi, Caterpe, Tambillo, Guachar, Bellavista y Suchor	71	76.6	12	6.4
Quitor	85	79.7	29	2.8
Conde Duque, Salcor, Larache, Yaye, Checar y Sequitor	600	630.4	145	4.4
Solor, Coyo	326	436.2	92	4.7
Cucuter	71	245.0	60	4.1
TOTAL	1.153	1.467.9	338	4.3

De la información consignada se desprende que en el grupo de ayllus que se localiza en el extremo Norte del pueblo se encuentra 12 explotaciones agrícolas, las que presentan, como promedio, la mayor superficie de terrenos. Quitor, que también se encuentra al Norte del pueblo, aunque más cercano a él, es el lugar donde el tamaño promedio de las explotaciones alcanza la menor dimensión, con solo 2,8 ha, constituyéndose de esta manera en el sector que presenta mayores rasgos de minifundio.

Los restantes grupos de Ayllus se constituyen en el sector más importante desde el punto de vista agrícola, al reunir el 89,4% de la superficie, y el 87,9% de las explotaciones existentes en el área en estudio. La superficie promedio por explotación en este sector es de 4,4 ha, con un máximo de 4,7 ha y un mínimo de 4,1 ha.

11.9.3 Superficie Regada

Las condiciones climáticas imperantes en la zona, la insuficiente infraestructura existente para almacenar agua de riego, la falta de una organización de regantes efectiva y eficaz, y la escasez de mano de obra para desarrollar algunas labores agrícolas, son algunos de los factores que impiden regar y trabajar la totalidad de los terrenos posibles de ser cultivados.

Según estimaciones hechas por los propios interesados, la proporción de terrenos cultivados en un año normal es de aproximadamente un 64% de los suelos existentes al interior de cada unidad de producción. Si se asume como válida esta información, y se aplica a las explotaciones agrupadas de acuerdo a lo especificado en el cuadro precedente, se desprende que

la superficie promedio ponderada regada en las explotaciones agrícolas involucradas en es estudio es de 2,8 ha, con un máximo de 4,1 ha en el primer grupo de ayllus, y un mínimo de 1,8 ha en el segundo grupo de ayllus.

De lo antes expuesto se desprende que la agricultura que existe en los alrededores del centro poblado de San Pedro de Atacama es de carácter minifundista, hecho que se ve agravado por las fuertes limitantes de los recursos naturales, socioculturales, financieras y comerciales que dificultan enormemente el poder desarrollar una agricultura rentable, y más aún que permita lograr el sustento digno de una familia campesina tipo. Todo ello explica y justifica la presencia de una agricultura tradicional extensiva, basada en una economía familiar campesina de subsistencia y autoconsumo.

CUADRO 11.9.3-1
SUPERFICIE REGADA EN LAS UNIDADES DE PRODUCCIÓN, SEGÚN GRUPOS DE
AYLLUS (hectáreas)

GRUPOS DE AYLLUS	EXPLORACIONES (Nº)	SUPERFICIE (há)	
		TOTAL PROMEDIO	REGADA PROMEDIO
Cuchabrachi, Caterpe, Tambillo, Guachar, Bellavista y Suchor	12	6.4	4.1
Quitor	29	2.8	1.8
Conde Duque, Salcor, Larache, Yaye, Checar y Sequitor	145	4.4	2.8
Solor, Coyo	92	4.7	3.0
Cucuter	60	4.1	2.6
TOTAL	338	4.3	2.8

11.9.4 Sistemas de Producción

Los sistemas de producción son de tipo tradicional, donde el agricultor destina parte importante de los terrenos de riego a la producción de autoconsumo. Los métodos de riego empleados en los diferentes cultivos son los que históricamente se han utilizado, existiendo algunos casos aislados que han introducido métodos de mayor eficiencia, sin que ello responda a factores de tamaño de propiedad, ubicación geográfica o condición económica del productor. La preparación de los suelos se efectúa mayoritariamente sobre la base a tracción animal. Los niveles de utilización de fertilizantes, plaguicidas y semillas de calidad son por lo general bajo.

Sin embargo, ello no es así en algunos cultivo y plantaciones recientes, establecidos por propietarios aislados que cuentan con el apoyo del proyecto que está ejecutando en la zona la Universidad Arturo Prat, la que se encuentra investigando tecnologías de riego y sistemas productivos para la zona.

Las estructuras de cultivo son similar para todos los Predios Tipo identificados: se destina una alta proporción de terrenos regados a praderas forrajeras artificiales, los cultivos de temporada no presentan mayor importancia, gran parte de estos últimos tienen por finalidad

satisfacer los requerimientos de autoconsumo, las plantaciones frutales son dispersas, con una clara predominancia de dos o tres especies bien adaptadas y de árboles viejos.

El establecimiento de dos cultivos al año en un mismo paño de terreno (doble cultivo), es una práctica que no se utiliza en la zona, lo que se explica por las características climáticas imperantes en la comuna de San Pedro de Atacama.

La estructura de cultivos está conformada por un número relativamente pequeño de especies, destacándose entre ellas las siguientes: en cereales, trigo y maíz; en chacras, papa; en hortalizas, choclos, ajo, haba y algunas hortalizas de hoja; en frutales, peral europeo y membrillo; en plantas forrajeras, alfalfa.

De los resultados de la encuesta se desprende que la alfalfa abarca la mayor parte de los terrenos cultivados en cada explotación, y se encuentra en el 84% de los predios. Los restantes rubros se diferencian entre ellos por cambios en la proporción de superficie que se le destina a cada uno, lo que responde a condiciones de mercado, necesidades alimenticias, y costumbres ancestrales, más que a diferencias edafológicas, climáticas y de calidad de agua de riego.

11.9.5 Sistema de Mercadeo

La agricultura que se desarrolla en el área en estudio tiene como finalidad principal satisfacer los requerimientos al interior de la unidad de producción, motivo por el cual la mayor parte de las producciones cosechadas son destinadas al autoconsumo.

Por otro lado, en el centro poblado de San Pedro de Atacama no existe una infraestructura y un sistema que facilite a los productores la comercialización de aquella parte de la producción que eventualmente puede destinar al mercado, por lo que éste se ve en la obligación de entregar su mercadería a transportistas e intermediarios que actúan en algunos canales de comercialización, o trasladarse hasta la feria agrícola de la ciudad de Calama, para lo que debe recorrer aproximadamente 100 kilómetros.

11.10 INGRESO FAMILIAR

Según antecedentes recogidos mediante encuestas y entrevistas semi estructuradas, aplicadas tanto a productores agrícolas como a funcionarios de instituciones públicas, la agricultura es la principal actividad productiva en la zona, no obstante no es la que genera el mayor ingreso monetario familiar. La agricultura es una fuente complementaria de generación de ingresos, en ningún caso es única, y siempre se articula a otras fuentes de empleo en el área de servicios. Es así como prácticamente todos los agricultores disponen de otras fuentes de ingresos, sea por jubilación, subsidio monetario, apoyo monetario de familiares que han migrado, trabajos desarrollados en construcción u otros servicios, y participación en canales de comercialización de diversos tipo de bienes.

Con relación a este aspecto cabe reiterar lo señalado por el Alcalde subrogante de San Pedro de Atacama, Juan Pereira, quien expresó que las características fundamentales de la comuna es que un 80% de sus habitantes es de la etnia atacameña, es rural y turística, no obstante la agricultura es prácticamente de subsistencia, y no es un rubro rentable.

Lo expuesto se ve ratificado al considerar que de acuerdo a los antecedentes recogidos y procesados por el Ministerio de Planificación y Cooperación, a través de la encuesta CASEN 98, la comuna de San Pedro de Atacama presenta la mayor proporción de población desocupada de la Región. El 3,6% de ella es indigente, con un ingreso familiar promedio de tan solo \$ 20.662 mensuales, en tanto que un 10,1% es considerada como pobre no indigente, con un ingreso familiar promedio de \$ 85.744 mensuales. El 5,6% de los ingresos percibidos por los indigentes se origina a partir de subsidios monetarios, mientras que esta cifra en el caso de los pobres no indigentes llega al 2,9%. San Pedro de Atacama es considerada como una de las comuna más pobre del país.

Lo antes expuesto se contrapone con antecedentes recientes proporcionados por el Instituto Nacional de Estadísticas, donde se señala que la Región de Antofagasta es el lugar donde se presenta el ingreso promedio mensual más alto del país (\$ 282.140), por sobre la Región Metropolitana, de Magallanes, de Atacama, y de Tarapacá.

11.11 EXPECTATIVAS DE LOS AGRICULTORES

Los antecedentes logrados a través de la recopilación de información primaria indican que los agricultores de los alrededores del centro poblado de San Pedro de Atacama están considerando seriamente la posibilidad de abandonar la actividad agrícola que han desarrollado por años, para dedicarse a labores más productivas que les permita incrementar sus niveles de ingresos. El 75% de los encuestados manifestó interés en el turismo, ya sea prestando servicios de hospedaje, instalando un camping, o efectuando algún tipo de comercio con los extranjeros que acuden al pueblo. El 25% restante demuestra interés por otro tipo de actividades, pero que de una u otra forma se relacionan con las nuevas demandas generadas por el auge turístico que ha tenido durante los últimos años la localidad.

El interés por abandonar la actividad agrícola también se ve reflejada en el hecho de que el 16% de las personas entrevistadas afirmara estar dispuestas a vender su propiedad para poder dedicarse a otras actividades más rentables.

De lo antes expuesto se concluye que los agricultores no tienen expectativas de que sus problemas económicos se resuelvan a través del mejoramiento o del incremento de la actividad agrícola, sus esperanzas las tienen puestas en actividades turísticas, o en aprovechar la coyuntura para vender su propiedad a un muy buen precio, lo que les permitiría trasladarse hacia otras zonas del país, donde se encuentra algún familiar que migró con anterioridad. Cabe señalar que la situación antes descrita puede llegar a ser de mayor magnitud si se consideran los futuros herederos de las actuales propiedades agrícolas; ellos han recibido otra educación, están más expuestos a asumir nuevas formas de vida, están preparados y dispuestos a asumir riesgos con el

fin lograr la calidad de vida que se les ha mostrado a través de los medios de comunicación, o han aspirado en sus reiterados viajes a importantes centros poblados del país.

11.12 PLAN DE DESARROLLO PARA EL SECTOR AGRÍCOLA DE LOS AYLLUS DE SAN PEDRO DE ATACAMA

Para diseñar un plan de desarrollo es necesario definir primero los objetivos de desarrollo que se desean alcanzar, para posteriormente, y en base a las potencialidades existentes o que se vislumbran en un futuro próximo, proponer los programas, estudios y proyectos a través de la ejecución de los cuales se podría alcanzar el objetivo de desarrollo definido.

11.12.1 Objetivo de Desarrollo

El desarrollo de una determinada localidad está directamente relacionado con el conjunto de actividades económicas, sociales y culturales, donde toda acción que se proyecte, necesariamente debe tener presente la sustentabilidad de los recursos naturales y el bienestar de la población residente. A su vez, el desarrollo del sector rural no necesariamente es sinónimo de desarrollo agrícola, ya que en él también se involucran otras ramas de la actividad económica, y a través de las cuales se pueden lograr los objetivos de desarrollo propuestos.

Para efectos de este componente se asumirá que el objetivo de desarrollo para el sector rural localizado en los alrededores del centro poblado de San Pedro de Atacama es mejorar la calidad de vida de sus habitantes, mediante un proceso de desarrollo sustentable, armónico y equitativo, que utilice los recursos naturales y productivos disponibles en forma eficiente, eficaz y efectiva, cuidando la conservación y mejoramiento del medio ambiente, sin perder de vista las particularidades étnicas de la población residente.

11.12.2 Debilidades y Oportunidades Existentes en el Área

De los antecedentes consignados en el diagnóstico y de los estudios, proyectos y experiencias desarrolladas en la zona en cuestión, se desprende que San Pedro de Atacama presenta importantes debilidades y amenazas², principalmente para la producción agrícola. Algunas de ellas son las siguientes:

- El agua de riego es escasa, salobre, con alto contenido de arsénico, y contaminada por coliformes. Esto último constituye un riesgo permanente para la producción de algunas hortalizas, ya que puede producirse un rebrote de cólera, con las dificultades que ello conlleva en la comercialización de los productos.

² Las debilidades son puntos débiles que existen en la zona y que impiden o limitan su desarrollo. Amenaza es una tendencia, evento o circunstancia previsible, que de no ser enfrentadas pueden llegar a tener un impacto negativo o desfavorable.

- El clima presenta importantes oscilaciones térmicas diarias, en la noche las temperaturas pueden ser menores a $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$, en tanto que el día ellas pueden sobrepasar los $35\text{ }^{\circ}\text{C}$ a la sombra. La radiación solar es alta afectando el desarrollo de algunos cultivos. La velocidad del viento se constituye, además de la amplitud térmica, en una limitante para desarrollar cultivos bajo plástico. Los niveles de evapotranspiración son altos, lo que determina una alta tasa de riego, la que a su vez se ve incrementada por la imperiosa necesidad de lavar las sales presentes en los suelos.
- El suelo, si bien es cierto presenta características físicas adecuadas, sus condiciones químicas constituyen una limitante para la agricultura. Presenta un alto contenido de sales minerales y boro.
- Estudios realizados por la Universidad Arturo Prat han permitido comprobar que el contenido de sales y el PH en el agua de escurrimiento superficial se incrementan de manera significativa a partir de la segunda quincena de septiembre, hasta el mes de diciembre, período en el que establecen y riegan los cultivos.
- Los vegetales absorben parte importante del arsénico presente en suelos y agua, lo que se constituye en un riesgo para la población, y para el futuro desarrollo turístico de San Pedro de Atacama.
- No se dispone de material vegetativo adaptado a las condiciones climáticas, edafológicas y de calidad de agua existentes en la localidad, lo que permitiría ampliar las alternativas productivas, reproducir material, y en base a ello, proyectar un desarrollo agrícola para la zona.
- En el país no se han desarrollado investigaciones que permitan determinar con total seguridad el tipo de arsénico que se acumula en cada especie vegetal comestible, y como se distribuye en los tejidos. Estos antecedentes permitirían conocer con certeza en que parte del vegetal se concentra la mayor cantidad de productos, y con base en ello evitar el cultivo de las especies de mayor riesgo para la salud humana.
- El tamaño de las propiedades agrícolas presenta un claro carácter de minifundio, factor que impide alcanzar economías de escala, acceder a fuentes de financiamiento privadas, generar producciones interesantes para establecer canales de comercialización propios, y negociar adecuadamente los precios de transacción de insumos y productos.
- Los propietarios agrícolas son de avanzada edad; parte importante de sus descendientes se han desvinculado de la agricultura y migrado en busca de mejores oportunidades. Ello implica, entre otras cosas, que el agricultor tenga una menor predisposición a asumir riesgos financieros e incorporar nuevas tecnologías.
- Lo señalado en el párrafo anterior también ha provocado una falta de mano de obra agrícola, y una escasez de mano de obra calificada que permita introducir cambios en los sistemas productivos y en los niveles tecnológicos agrícolas

- La organización de regantes no opera en la forma esperada, factor que ha dificultado mejorar la forma de distribución de las aguas, tanto en lo que se refiere a la frecuencia de los turnos, como al caudal y tiempo de riego que se entrega en cada oportunidad.
- No se han desarrollado organizaciones de productores que permitan alcanzar economías de escala en la comercialización de insumos y productos, y enfrentar en forma conjunta los problemas y desafíos del mañana.
- No existen infraestructura y sistemas establecidos que faciliten al agricultor la comercialización de sus excedentes.

Por otro lado, San Pedro de Atacama presenta fortalezas y oportunidades³ que son importantes de destacar, y que eventualmente pueden ser utilizadas para iniciar un proceso de desarrollo que permita sacar a la población autóctona de la condición de pobreza en la cual se encuentra.

- La ruta 25 se ha pavimentado recientemente, lo que se ha permitido disminuir el tiempo de viaje y mejorar el tipo y frecuencia del transporte de carga y pasajero.
- En estos momentos se está mejorando el camino de acceso a la República de Argentina por el paso Jama. Ello implicará un aumento en el tráfico vehicular, y por ende una mayor afluencia de turistas, y demanda por servicios.
- La localidad se encuentra rodeada de lugares de atracción turística, constituida por restos arqueológicos, ruinas atacameñas que datan del siglo XVI, fenómenos naturales constituidos por los géiseres del Tatio, Valle de la Luna y Salar de Atacama, además de un paisaje que en pocas partes del mundo se puede encontrar.
- En la zona se encuentra el museo arqueológico del padre Le Paige, conocido mundialmente.
- Los habitantes de la zona son en su gran mayoría atacameños, cuyos orígenes, tradiciones y formas de vida constituyen una atracción para visitantes extranjeros.
- Con el correr del tiempo San Pedro de Atacama se ha constituido en un lugar conocido a nivel internacional, y recomendado por agencias de viajes extranjeras, y por personas que lo han visitado.
- La localidad ha experimentado un explosivo desarrollo del turismo nacional e internacional, lo que abre nuevas y mejores oportunidades de desarrollo para su población. Los visitantes constituyen una demanda potencial por servicios y productos de la zona.

³ Fortalezas son elementos que existen en la zona que han permitido su desarrollo. Las oportunidades son tendencias, eventos o circunstancias que están ocurriendo, o que ocurrirán en el entorno y tendrán un impacto positivo o favorable.

- A partir del año 2001 se instalará en los alrededores de San Pedro de Atacama el radiotelescopio ALMA (Atacama Large Milimeter Array), por lo que el sector se convertirá en un importante centro de investigación científica, al que acudirán astrónomos de todo el mundo. Ello puede provocar un incremento en la demanda de productos y servicios de la zona, tales como alojamiento, alimentación, transporte, y actividades turísticas.
- Las autoridades comunales, conscientes del potencial existente, han iniciado acciones tendientes a mejorar la infraestructura de servicio, y a facilitar el desarrollo de la localidad.
- La población local ha tomado conciencia del auge que ha tenido el turismo en los últimos años, y de la importancia que éste tiene para el desarrollo futuro de la localidad y sus pobladores. Aunque todavía existen algunas personas que se manifiestan descontentas y desilusionadas de este proceso.
- La Universidad Arturo Prat, en conjunto con el Ministerio de Agricultura está ejecutando en la zona un proyecto a través del que se están investigando sistemas de producción agrícola que se adapten a las condiciones existentes en el área.

11.12.3 Estrategia de Desarrollo

Para enfrentar las debilidades y amenazas existentes en la zona del estudio, aprovechar las fortalezas y oportunidades de carácter permanentes y coyunturales que se han manifestado en el último tiempo, y de esta manera alcanzar el objetivo de desarrollo planteado con anterioridad, se estima que la estrategia que se debieran asumir las autoridades regionales y locales deben estar centrada en las siguientes cuatro líneas de acción.

- Coordinar todas y cada una de las acciones e inversiones que se realicen en la zona con recursos públicos.
- Coordinar acciones con los inversionistas privados de tal manera de preservar el patrimonio local, y mantener el atractivo de la zona.
- Emprender acciones conjuntas, entre el sector público y privado, en el ámbito de la producción agrícola, la prestación de servicios, la ornamentación y mantención de lugares visitados por turistas, y la conservación de costumbres y tradiciones del pueblo atacameño.
- Propiciar el desarrollo económico de los agricultores con base en un mejoramiento y adecuación de los procesos agrícolas, y en su participación activa en actividades ligadas al sector turismo.

11.12.4 Programas, Estudios y Proyectos

Para alcanzar el objetivo de desarrollo rural propuesto, con base en las estrategias de acción identificadas, se propone la ejecución de los siguientes planes, con sus respectivos proyectos y estudios.

11.12.4.1 Programa de Desarrollo Productivo Agrícola

A través de este programa se pretende mejorar la calidad de vida de los agricultores, incrementar los ingresos que perciben de la actividad agrícola, evitar o disminuir el proceso de migración de la juventud hacia los grandes centros poblados, conservar el patrimonio cultural, que es parte del atractivo turístico de la zona, y crear las bases para el surgimiento de una organización de productores agrícola.

▪ Proyectos:

- Mejoramiento de la calidad y disponibilidad de agua de riego.
- Introducción del motocultivador como un elemento de trabajo en algunas labores agrícolas.
- Capacitación de agricultores sobre sistemas de cultivo, métodos de riego, tasas de riego, y otros temas afines.
- Capacitación de agricultores en aspectos de administración y gestión de microempresas.
- Procesamiento y conservación de productos agrícolas típicos de la zona.
- Comercialización de productos agrícolas procesados que cuenten con un sello que acredite su origen en San Pedro de Atacama.
- Construcción de una feria-mercado para comercializar productos agrícolas cosechados, o procesados en la comuna de San Pedro de Atacama.
- Instalación de un centro de distribución de insumos agrícolas en la localidad San Pedro de Atacama, administrado por la organización de regantes.

▪ Estudios:

- Adaptación de nuevas especies hortícolas y frutales a las condiciones edafológicas y climáticas, considerando para ello la composición química de las aguas de riego.
- Incorporación de sistemas de riego que se adecúen a las condiciones edafológicas, climáticas y composición de las aguas de riego.
- Determinación de la concentración de arsénico y boro en plantas y animales: absorción y localización.

11.12.4.2 Programa de Desarrollo Turístico

Mediante este programa se espera mejorar la calidad de vida de los agricultores y su núcleo familiar, incrementar los ingresos que perciben los pobladores de la zona, entregar a la juventud nuevas y mejores alternativas laborales, evitar o disminuir el proceso de migración de la juventud hacia los grandes centros poblados, incrementar el atractivo turístico de la zona al incorporar personas autóctonas a las prestaciones de servicios de turismo.

▪ **Proyectos:**

- Divulgación a los habitantes de la comuna sobre las potencialidades turísticas de la zona, los beneficios que ello puede generar a la población atacameña, y el comportamiento y actitudes que se debe asumir con los visitantes.
- Creación de un centro de capacitación, para hijos de personas residentes en la comuna, en labores de servicios técnicos bajo contrato: mantención y reparación de infraestructura turística, preparación y manipulación de alimentos, atención en comedores y bares, organización de eventos de entretenimiento y diversión.
- Creación de un centro de capacitación turística, para personas residentes en la comuna, en prestaciones de servicios turísticos por cuenta propia: visitas guiadas, alojamiento, transporte, alimentación, agencias de viajes.
- Fomento y desarrollo de actividades de agroturismo por parte de familias campesinas de la localidad. Red de agroturismo San Pedro de Atacama.

▪ **Estudios:**

- Cuantificación y caracterización de los turistas nacionales y extranjeros que visitan la localidad de San Pedro de Atacama.
- Medición del nivel de satisfacción de expectativas alcanzada por turistas que visitan San Pedro de Atacama.
- Evaluación de los servicios públicos y de turismo prestados por agentes privados en San Pedro de Atacama.

11.12.4.3 Programa de Financiamiento de Fomento a la Actividad Agrícola y de Turismo

A través de este programa se pretende crear los mecanismos para que los agricultores de la localidad y sus grupos familiares puedan aprovechar las fortalezas y oportunidades existentes en la zona, mediante su participación en una o más de las acciones de desarrollo planteadas en los programas antes expuestos.

▪ **Proyectos:**

- Financiamiento de corto y mediano plazo para la adquisición de maquinaria e insumos agrícolas.

- Financiamiento de mediano y largo plazo para la construcción de pequeñas agroindustrias artesanales donde se procesen productos típicos de la zona.
- Financiamiento de largo plazo para la construcción y operación de infraestructura turística por parte de agricultores atacameños: residenciales, cabañas, camping, restaurantes.
- Financiamiento de mediano plazo para la organización y prestación de servicios turísticos por cuenta propia: visitas guiadas, transporte pasajero, agencia de viaje.

11.12.4.4 Programa de Fomento a la Organización y al Rescate de Costumbres y Cultura Atacameña

Mediante este programa se espera revivir sistemas de organización que operaron por largo tiempo, que demostraron una alta eficiencia y eficacia, y que pueden ser de gran utilidad para alcanzar los objetivos y metas de desarrollo propuestos. También se pretende estudiar la cultura atacameña, rescatar y fomentar costumbres ancestrales, todo lo cual será de gran beneficio para lograr la identidad como pueblo, además de generar un ambiente típico de la cultura atacameña, que es de gran atracción turística.

■ Proyectos:

- Restauración y conservación de Pucara de Zapar
- Mejoramiento y ampliación de museo arqueológico.
- Apoyo a la organizaciones productivas y sociales de los pobladores atacameños de la comuna de San Pedro de Atacama.
- Instalación de un centro de distribución de insumos agrícolas en la localidad San Pedro de Atacama, administrado por la organización de regantes.
- Construcción de infraestructura típica atacameña, empleando elementos y diseños autóctonos.

■ Estudios:

- Evolución antropológica de la cultura atacameña, en sus distintas etapas de desarrollo
- Formas de organización tradicionales de los pueblos del altiplano en general, y de los atacameños en particular.
- Análisis sociológico del pueblo atacameño de la Región de Antofagasta, y sus nuevas formas de organización y socialización.
- Factibilidad organizacional de la comunidad atacameña de San Pedro de Atacama.

11.13 SISTEMA DE RIEGO RÍO SAN PEDRO Y AFLUENTES

11.13.1 Introducción

El río San Pedro se forma por la confluencia de los ríos Salado y Río Grande y éste último, que es el más importante, por la confluencia de los ríos Jauna y Putana que nacen de las vegas de sus mismos nombres. Además, en el poblado de Peñailiri el río Grande recibe los aportes del río Machuca.

Con las aguas del río San Pedro se riegan los ayllus que forman parte del oasis de San Pedro de Atacama. Al norte del pueblo se localizan los ayllus de Cuchabrachi, Catarpe, Tambillo, Guachar, Bellavista, Suchor y Quitar, y los ubicados al sur corresponden a Conde Duque, Larache, Solcor, Yaye, Séquiton, Checar, Solor, Coyo y Cucuter.

Además se riegan algunas localidades agrícolas ubicadas en el curso superior del río y sus afluentes, siendo las principales las de Santiago de Río Grande y San Juan de Peñailiri, además de San Bartolo que actualmente está abandonado.

El pueblo de San Pedro de Atacama, está ubicado en el ayllu Conde Duque, a 2.440 m.s.n.m.

En la Figura 11.13.1-1 se incluye un plano general de la zona, con indicación de los cauces que forman la red fluviométrica de la zona de estudio.

11.13.2 Infraestructura de Canales

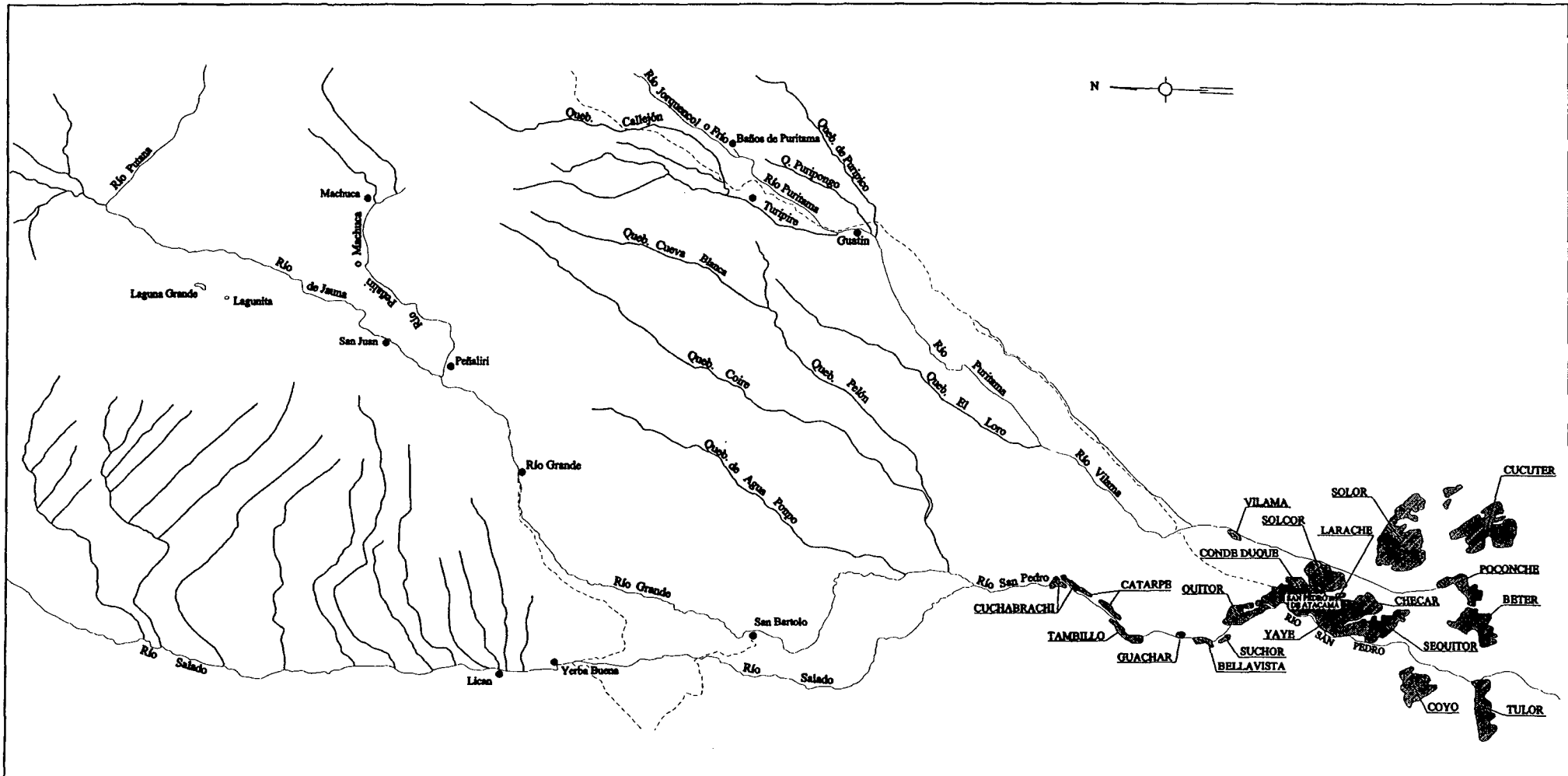
El sistema de riego del río San Pedro está compuesto por 6 canales principales, 14 derivados, 16 subderivados y 5 sub-subderivados, los cuales riegan aproximadamente 826 há.

En la cuenca del río San Pedro se pueden distinguir dos zonas de riego. La primera de ellas se ubica en la parte alta de la cuenca (Jauna, San Juan, Peñailiri y Río Grande), donde se localizan algunas pequeñas áreas de riego que captan los recursos superficiales directamente del río. El riego de este sector prácticamente no afecta al sistema de riego principal localizado aguas debajo de la estación fluviométrica de Cuchabrachi.

La segunda zona de riego se localiza en las inmediaciones del pueblo de San Pedro y de sus ayllus vecinos, en donde se concentran las mayores áreas de riego del sistema.

En esta zona a su vez, se distinguen dos subsistemas de riego:

- Canales que captan directamente del río localizados entre Cuchabrachi y la bocatoma del canal San Pedro
- Canales que captan directamente del canal San Pedro



ESCALA GRAFICA :

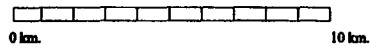


FIGURA 11.13.1-1

PLANO GENERAL DE LA ZONA.

A continuación se describen ambos sistemas separadamente.

11.13.2.1 Canales que Captan en el Río

El río San Pedro es captado casi en su totalidad unos pocos metros aguas abajo de la estación de control de la Dirección General de Aguas denominada San Pedro en Cuchabrachi.

El primer canal que capta en el río es el canal Cuchabrachi y aunque prácticamente todo el río San Pedro es captado por este canal, existen otros canales de bajo caudal que captan sus aguas directamente del río, no teniendo obras definitivas de captación ni menos de control, lo que causa algunos problemas para el control de los sistemas de turnos imperantes. Además, el hecho de que estos canales mantengan tomas independientes del canal matriz, obliga a mantener un cierto caudal en el río cuando entran a turno, produciéndose pérdidas significativas en el lecho.

En la Figura 11.13.2-1 se presenta el diagrama unifilar de este tramo del río. En el Cuadro 11.13.2.1-1 que se presenta a continuación, se indican los canales que riegan cada uno de los ayllus del sistema río - canal San Pedro y en Cuadro 11.13.2.1-2 su descripción.

CUADRO 11.13.2.1-1
CANALES DEL SISTEMA RÍO - CANAL SAN PEDRO

CANAL	DERIVADO	AYLLO
Cuchabrachi	Cuchabrachi Catarpe	Cuchabrachi Catarpe
La Patilla		Cuchabrachi
El Naranja		El Naranja
Tambillo		Tambillo
Guachar	Guachar	Guachar
Bellavista		Bellavista

Este río, después de recorrer un corto tramo entubado continúa, después de una compuerta de descarga, como canal revestido recibiendo el nombre de canal Cuchabrachi. Cruza el río San Pedro en un sifón de doble tubería, una de las cuales tiene problema de filtraciones y, posteriormente, sigue como canal revestido. En este sector riega los Ayllus de Cuchabrachi y Catarpe y, luego de pasar por el Aylo de Catarpe, el canal es vaciado al río en un sector muy estrecho. Pasada esta angostura, y antes de llegar al Aylo de Guachar, el río nuevamente es captado y conducido en un tramo como acueducto abovedado y, luego, como canal revestido un poco antes de pasar por el costado del Aylo de Guachar, designándose como canal Guachar.

Casi inmediatamente después de cruzar este Aylo, el canal tiene un tramo, sin revestir, del orden de 860 metros, que se denomina río canalizado. Un poco antes de llegar al Aylo de Quito, el canal vuelve a ser revestido y así continúa en el resto de su trayecto, denominándose canal San Pedro.

Este sistema de distribución y canalización de las aguas desde su bocatoma en Guachar, presenta un sólo tramo sin revestir.

CUADRO 11.13.2.1-2
DESCRIPCIÓN CANALES SISTEMA RÍO – CANAL SAN PEDRO

CANAL	DESCRIPCIÓN
1. Canal Cuchabrachi	<p>La bocatoma de este canal está ubicada inmediatamente aguas abajo de la estación fluviométrica y limnigráfica de Cuchabrachi, donde capta casi la totalidad de las aguas del río San Pedro, dejando pasar sólo una parte para abastecer de agua a los canales La Patilla y El Naranjo, ubicados aguas abajo.</p> <p>El objetivo principal de este canal es transportar las aguas del río hasta aguas abajo de Catarpe, donde son devueltas al río evitando así las pérdidas por filtración que probablemente se producirían en el cauce natural en dicho tramo. Sirve, además al riego del ayllu Cuchabrachi y parte de ayllu Catarpe mediante dos entregas a canales derivados de igual nombre.</p> <p>El canal tiene una longitud total de 4.170 m y está revestido en su totalidad, encontrándose en general en buen estado.</p>
1.1 Canal Derivado Cuchabrachi	<p>El canal derivado Cuchabrachi capta sus aguas en el Km 0,370 del canal Matriz del mismo nombre y riega el sector poniente del ayllu de Cuchabrachi.</p> <p>Se inicia con un tramo de 30 m revestido en albañilería de piedra de sección rectangular, para continuar en tierra con la misma sección bien definida.</p>
1.2 Canal Derivado Catarpe	<p>Este canal nace del Km 2,92 del canal Cuchabrachi, tiene una longitud de 1,18 Km y su trazado va por el piedmont izquierdo, al final del cual descarga en el río San Pedro, muy próximo a la descarga del canal Cuchabrachi a este río.</p> <p>Es casi totalmente en tierra, excepto los primeros 235m, que son revestidos con losetas de hormigón en su mayor parte y otro pequeño sector intermedio de 85m de largo revestido de hormigón.</p> <p>El caudal que transporta es pequeño del orden de 60 l/s y con el riega la mayor parte del ayllu Catarpe.</p>
2. Canal La Patilla	<p>Este canal nace de la orilla izquierda del río San Pedro, unos 170 m aguas abajo de la Estación Cuchabrachi, tiene una longitud de 2,15 Km y su trazado va por el piedmont, al final del cual descarga en el canal Cuchabrachi. Es totalmente excavado en tierra, sin revestimiento, excepto en un pequeño sector de 58 m que lo es en albañilería de piedra.</p> <p>El caudal que transporta es pequeño del orden de 50 l/s y con el se riega el sector izquierdo del ayllu Cuchabrachi y parte del ayllu Catarpe, en total unas 60 há.</p> <p>La bocatoma es rústica, solamente un taco de piedras y tierra de aproximadamente 10 m de largo, que desvía las aguas hacia su orilla izquierda, donde está excavado el canal, pero no necesita mayores obras, ya que se puede captar sin dificultad el caudal que hace la capacidad del canal.</p>
3. Canal El Naranjo	<p>El canal El Naranjo corresponde a una obra menor del sistema de riego San Pedro que capta sus aguas de la ribera derecha de dicho río para regar el predio El Naranjo ubicado en el sector de Catarpe.</p>

CUADRO 11.13.2.1-2
DESCRIPCIÓN CANALES SISTEMA RÍO – CANAL SAN PEDRO

CANAL	DESCRIPCIÓN
	<p>El canal capta sus aguas mediante un taco de desvío de piedras y tierra. No existe elemento de control, sólo en el Km 0,014 hay una descarga al río que permite desviar las aguas cuando no se riega.</p> <p>El canal tiene 0,480 Km de longitud sin revestir y su sección es irregular.</p>
4. Canal Tambillo	<p>Canal Tambillo capta en la ribera derecha del río San Pedro y riega el ayllu del mismo nombre, el cual es relativamente pequeño, ya que sólo tiene 7 propiedades de las cuales 4 se encuentran abandonadas</p> <p>Capta sus aguas mediante un taco de piedras y palos, y tiene una longitud total de 2.300 m.</p> <p>El canal es completamente de tierra, salvo un tramo de 25 m en una entrega predial.</p>
5. Canal Guachar	<p>El canal Guachar capta sus aguas en la ribera izquierda del río San Pedro, para devolverlas a su cauce natural 840 m aguas abajo.</p> <p>En su recorrido riega un único predio y está totalmente revestido con losetas prefabricadas y radier de hormigón.</p> <p>Se inicia con un tramo entubado de 108m de longitud y continúa rasgo abierto con sección trapezoidal.</p> <p>Existe una única entrega (Km 0,310) que abastece un ramal que riega el predio de Guachar.</p>
6. Canal Bellavista	<p>El canal Bellavista corresponde a lo que queda del antiguo canal Quitor poniente, que abastecía de agua al hoy denominado derivado Capia.</p> <p>Con la construcción del sifón en la zona de Quitor, el canal Quitor poniente quedó en desuso, aprovechándose de él sólo los primeros 437m con lo que se riega el predio de Bellavista.</p> <p>Este canal presenta una de las obras de captación más complicadas porque, a diferencia de los canales anteriores que tienen sus captaciones en un tramo en que el río San Pedro no está canalizado, este canal la tiene frente al Ayllu de Guachar donde el río está canalizado. Por lo tanto, cuando entra en turno recibe el agua por una compuerta de descarga, la cual la vacía a un pequeño encauzamiento que cruza el camino a Cuchabrachi produciéndose inundaciones y pérdidas importantes de agua. Este ayllu se encuentra prácticamente abandonado, existiendo sí tres regantes a los cuales le se les debe entregar agua</p> <p>El canal bordea la Cordillera de La Sal, la que en tramos presenta taludes inestables que se derrumban sobre el canal.</p> <p>La longitud total de la obra es de 2.460 m.</p>

Los canales indicados en el cuadro anterior son los únicos canales que todavía captan directamente del río San Pedro, el resto de los canales pertenecientes al sistema de regadío de San Pedro de Atacama tienen sus captaciones en el canal matriz mediante compuertas o marcos partidores.

11.13.2.2 Red de Canales del Canal San Pedro

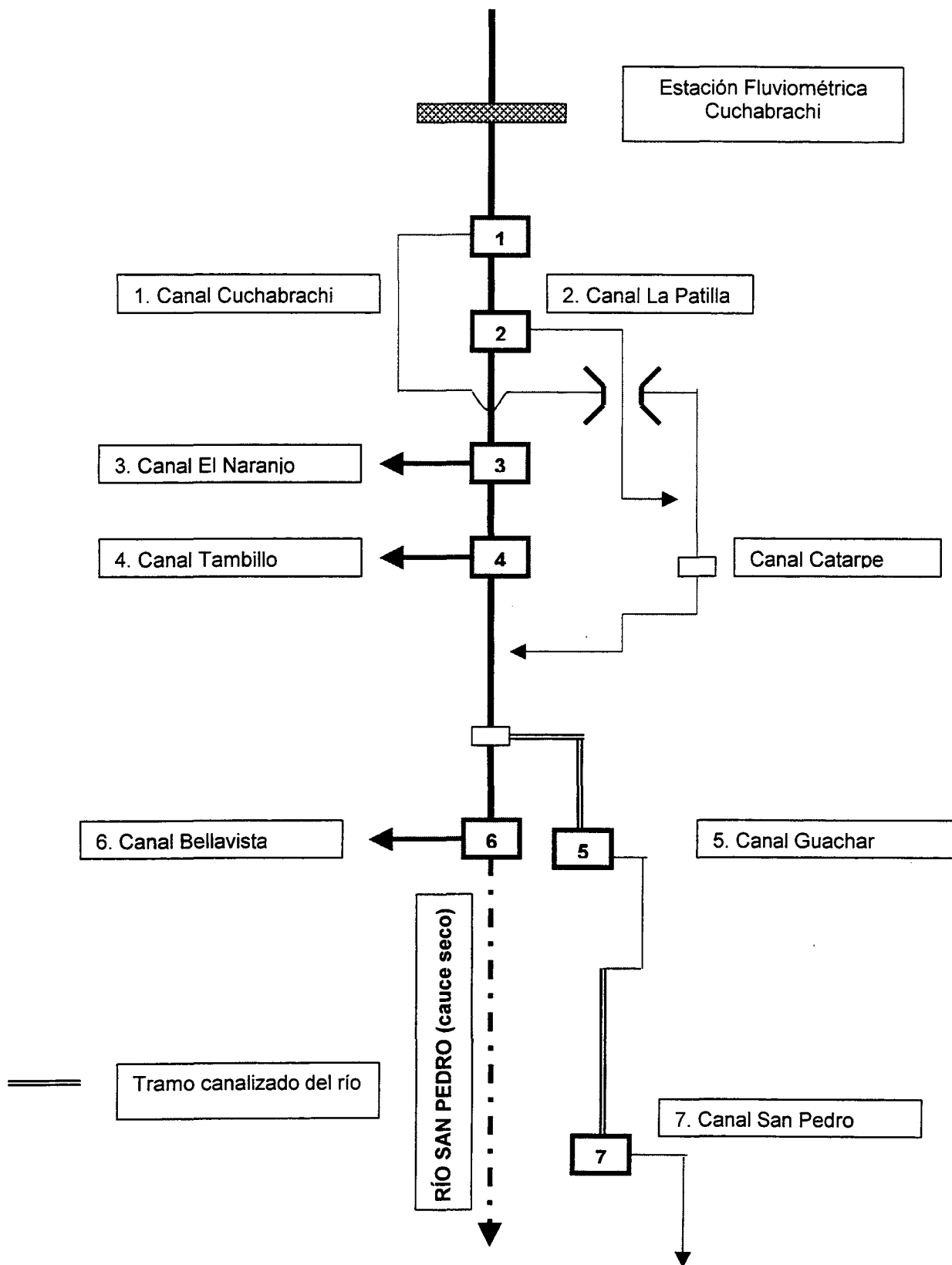
A partir de la bocatoma del canal San Pedro en el sector de Quito se desarrolla una extensa red de canales. En la Figura 11.13.2-2 se incluye el diagrama unifilar de este sistema.

En el Cuadro 11.13.2.2-1 se indica los ayllus que son servidos por los distintos canales que captan en el canal San Pedro.

CUADRO 11.13.2.2-1
AYLLOS SERVIDOS POR LOS CANALES QUE CAPTAN EN EL CANAL SAN PEDRO

AYLLO	CANAL DERIVADO	SUBDERIVADO	SUB-SUBDERIVADO
Quitor	Capia Silo		
Conde Duque	Estanque Turbina Mutar Paxa Aguilar		
Yaye	Coyo		
Checar	Coyo	Checar	Checar N°2
Séquiton	Coyo	Piedra El Alto Calvario Mucher	Mucher Milagro Tocoche Cubilante
Coyo	Coyo	Putaizo Corancay Rodríguez Sandón Chocor Tompato	
Larache	Larache		
Solcor	Solcor	El Peral	
Solor	Solor uno Solor Dos	Canal Cuatro Canal Tres Canal Uno	
Cucuter	Cucuter	Adelante Uno	

FIGURA 11.13.2-2
DIAGRAMA UNIFILAR RÍO SAN PEDRO



Los primeros derivados que extraen agua desde el canal matriz San Pedro son los canales Silo y Capia, cuyas bocatomas se encuentran en los Km 0,850 y Km 0,944, respectivamente. El canal Silo riega la parte del Ayllu de Quitar que se encuentra por la ribera izquierda del río San Pedro y, el canal Capia, el sector del Ayllu de Quitar que se encuentra al otro costado del río.

El Canal Capia se encuentra revestido en toda su longitud. En tanto que el canal Silo tiene sólo 42 metros revestidos de una longitud total de 1.110 metros.

Siguiendo hacia aguas abajo se encuentran los otros derivados que captan agua del canal matriz y riegan el Ayllu de Conde Duque. Éstos son:

- Los derivados Turbina y Estanque, los cuales tienen una toma común en el Km 3,154 para después dividirse en dos canales; estos derivados se encuentran revestidos.
- El derivado Mutar capta en el Km 3,484, es un canal no mayor de 500 metros y se encuentra revestido.
- Los derivados Paxa y Aguilar que captan en el Km 4,209. El derivado Paxa tiene tramos revestidos en mal estado y otros sin revestir. La longitud total del canal es de 1.206 metros. El derivado Aguilar es un canal de difícil acceso debido a que principalmente riega el pueblo de San Pedro de Atacama. Es un canal en partes revestido y en otras entubado porque pasa por debajo de las casas del pueblo. Se desarrolla por el interior de los patios o por debajo de las casas.

Siguiendo a continuación de estos 5 primeros derivados, se encuentra la primera obra de importancia en el Km 4,600 desde el punto de vista de reparto de aguas. Este corresponde al marco partidor N° 1 donde el canal matriz San Pedro divide sus aguas con el canal derivado Coyo, el más importante del sistema ya que a través de él se distribuye agua a los Ayllus de Yaye, Séquitur, Checar y Coyo.

La próxima entrega del matriz San Pedro es a un canal muy corto, denominado Amancay, que tiene una longitud de 258 metros. Este es un canal sin revestimiento, salvo en sus primeros 50 metros. Este es el último que riega tierras del Ayllu de Conde Duque, el cual por salir directamente del canal matriz tendría la categoría de derivado.

A partir de este punto el matriz San Pedro comienza a entregar agua a los derivados que van a regar el resto de los Ayllus del sistema. Es así como la próxima entrega es hacia el canal derivado Larache en el Km 4,700, que riega el Ayllu del mismo nombre. Este canal no es revestido y tiene una longitud de 1250 metros.

El próximo canal del Matriz es el derivado Solcor en el Km 5,171 que se encuentra totalmente revestido y riega el Ayllu del mismo nombre.

La partición de caudales que sigue a continuación corresponde a lo que se denomina marco partidor N° 2 en el Km 7,490 en el cual el canal matriz divide sus aguas con el derivado Solor Uno para regar el Ayllu del mismo nombre; es un canal totalmente revestido.

Finalmente el canal matriz San Pedro termina en el marco partidor N° 3 localizado en el Km 8,245, donde sus aguas se dividen entre el derivado Cucuter y el derivado Solor Dos, los cuales van a regar sus correspondientes Ayllus; ambos canales son totalmente revestidos.

Tal como se indicó anteriormente, en el marco partidor N° 1 se origina la partición de aguas más importante, ya que de él nace el derivado Coyo, revestido totalmente y que cumple prácticamente las funciones de un segundo matriz debido a que va entregando agua a los ayllus de Yaye, en forma directa; a los de Checar y Séquitur, mediante subderivados, y al de Coyo mediante seis subderivados.

A continuación en el Cuadro 11.13.2.2-2 se describen los canales partiendo por el matriz San Pedro, para continuar con cada uno de los ramales (red secundaria a cuaternaria), que se forman a partir de sus derivados.

CUADRO 11.13.2.2-2
DESCRIPCIÓN CANALES QUE CAPTAN EN EL CANAL SAN PEDRO

CANAL	DESCRIPCIÓN
Canal San Pedro	<p>El canal San Pedro tiene una longitud total de 8.245 m y capta la totalidad de las aguas del río de igual nombre, justo aguas arriba del ayllu de Quitar. Mediante sus 13 derivados principales abastece de agua para riego a los ayllus de Quitar, Conde Duque, Larache, Solcor, Yaye, Checar, Séquitur, Solor, Cucuter y Coyo.</p> <p>Este canal posee varias obras de arte, tales como: alcantarillas, sifones y canoas. Entre las obras más importantes para la repartición de las aguas se destaca la existencia de los siguientes marcos partidores:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Marco partidor al derivado Coyo (Marco 1) - Marco partidor al derivado Solor Uno (Marco 2) - Marco partidor a los derivados Solor Dos y Cucuter (Marco 3) - Marco Partidor de los canales derivados Turbina y Estanque (Marco 4), el que no está precisamente en el canal matriz, sino en un pequeño derivado controlado por compuerta. <p>El Canal San Pedro se inicia con un tramo entubado de 288 m que va desde la bocatoma hasta el desarenador. En este tramo se encuentra entubado para proteger la obra de los derrumbes del cerro a cuyos pies va el trazado de la obra.</p> <p>Posteriormente continúa con un tramo de sección rectangular revestido en hormigón, el que termina en el Km 0,958. En este tramo el canal también bordea los pies de un cerro que tiene mucho material suelto acumulado en su parte alta y es fuente potencial de derrumbes que eventualmente podrían dañar la obra.</p>

CUADRO 11.13.2.2-2
DESCRIPCIÓN CANALES QUE CAPTAN EN EL CANAL SAN PEDRO

	CANAL	DESCRIPCIÓN
		<p>En las inmediaciones del pueblo de San Pedro de Atacama, el canal posee varias pequeñas obras de arte.</p> <p>Las obras de arte mayores son:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Bocatoma <p>El río San Pedro se encauza al canal matriz revestido en el lado oriente de su lecho, y es captado mediante una bocatoma frontal de hormigón.</p> <p>El caudal es controlado mediante una compuerta de acceso mecánico con hoja metálica, y posee otra compuerta de descarga al río por el lado derecho que se utiliza cuando se requiere secar el canal.</p> ▪ Desarenador <p>El desarenador está ubicado a la salida del tramo entubado en el Km 0,288, es una obra de hormigón y tiene una compuerta mecánica con hoja metálica. Su funcionamiento es similar al desarenador del canal Cuchabrachi.</p> ▪ Tramo entubado <p>En el Km 4,369 el canal entra a un tramo entubado compuesto por 2 tuberías paralelas de rocalit de 0,70 m de diámetro y una longitud de 136 m.</p> <p>El acceso al tramo entubado se realiza por medio de un marco partididor que divide las aguas en caudales iguales para cada una de las tuberías.</p>
D1	Canal Derivado Capia	<p>El canal Derivado Capia capta sus aguas del canal San Pedro en el Km 0,850 del canal matriz y riega el sector de Quitar Poniente. Recibe sus aguas mediante una entrega lateral del canal San Pedro controlada con una compuerta metálica mecánica con estructura de albañilería de piedra, para continuar con un canal corto que abastece la cámara de entrada del sifón Quitar. Antes del sifón existe una descarga al río San Pedro con compuerta mecánica de hoja metálica.</p> <p>El sifón Quitar cruza por debajo del lecho del río San Pedro y entrega sus aguas al canal Derivado Capia propiamente tal.</p> <p>Este canal tiene una longitud total de 2,370 Km, de los cuales los primeros 350 m están revestidos y los restantes son de tierra.</p> <p>El canal Derivado Capia tiene un subderivado importante en el Km 0,280, de 356 m de longitud.</p>

CUADRO 11.13.2.2-2
DESCRIPCIÓN CANALES QUE CAPTAN EN EL CANAL SAN PEDRO

	CANAL	DESCRIPCIÓN
D2	Canal Derivado Silo	<p>Este corresponde al segundo derivado del canal matriz y nace en el Km 0,944.</p> <p>Este canal riega el sector denominado Quitor Oriente y tiene una longitud de 1.165 m, prácticamente todo sin revestir. En Km 0,567 nace un canal subderivado de 462 m de longitud.</p>
D3	Canal Derivado Estanque	<p>El canal Derivado Estanque recibe sus aguas por medio de un marco partidor que es abastecido mediante una entrega lateral con compuerta ubicada en el Km 3,154 del canal matriz San Pedro.</p> <p>Este canal recibe su nombre por abastecer un estanque acumulador ubicado en la cabecera del ayllu de Conde Duque, y riega gran parte de éste.</p> <p>En este derivado se distinguen dos tramos:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Aguas arriba del estanque: desde el marco partidor hasta el estanque hay 1.190 m de canal ▪ Aguas abajo del estanque: este segundo tramo tiene 577 m de longitud, y presenta varias secciones tipo
D4	Canal Derivado Turbina	<p>El canal Derivado Turbina nace en un marco partidor que capta sus aguas del Km 3,154 del canal San Pedro, y que distribuye sus aguas al canal derivado Estanque y al Derivado Turbina.</p> <p>Este canal tiene 963 m de longitud, de los cuales sólo los 25 primeros metros están revestidos y tiene una sección rectangular en albañilería de piedra y el resto es de tierra de sección irregular.</p> <p>En el Km 0,448 el canal entrega agua a una mini central generadora de energía eléctrica que actualmente está fuera de uso.</p>
D5	Canal Derivado Mutar	<p>El canal derivado Mutar capta sus aguas aproximadamente en el Km 3,484 del canal matriz San Pedro mediante una entrega por compuerta. Este canal corresponde al derivado de menor importancia del canal San Pedro, con sólo 500 m de longitud y sin revestir.</p> <p>El Derivado Mutar riega los predios ubicados a la entrada norte del pueblo, lo que forma parte del ayllu de Conde Duque.</p>
D6	Canal Derivado Paxa	<p>El canal derivado Paxa capta sus aguas del canal San Pedro en el Km 4,209 de este último y riega los predios ubicados en el sector poniente del pueblo el que corresponde a parte del ayllu de Conde Duque.</p> <p>El canal derivado Paxa no tiene obras de arte importantes y muy pocas obras de arte menores, siendo éstas sólo unas pocas alcantarillas para el cruce de camino.</p>
D7	Canal Derivado Aguilar	<p>El canal Derivado Aguilar capta sus aguas del canal Matriz San Pedro en el Km 4,209 de este último. Riega parte del pueblo de San Pedro lo</p>

CUADRO 11.13.2.2-2
DESCRIPCIÓN CANALES QUE CAPTAN EN EL CANAL SAN PEDRO

	CANAL	DESCRIPCIÓN
		<p>que corresponde al ayllu de Conde Duque.</p> <p>La longitud total de este canal es de 1.140 m, de los cuales 172 m están revestidos con losetas prefabricadas, otros 48 m son de albañilería de piedra y 40 m están entubados; el resto corresponde a un canal de tierra.</p>
D8	Canal Derivado Coyo	<p>El canal Derivado Coyo, que capta sus aguas del canal matriz San Pedro y las transporta al ayllu de Coyo, es uno de los canales más importantes de la zona, tanto por su longitud total de 6.493 m como por la superficie que sirve.</p> <p>El canal Derivado Coyo capta sus aguas mediante un marco partidor ubicado en el Km 4,600 del canal matriz, que divide las aguas que continúan por este último para abastecer los ayllus de Larache, Solcor, Solor y Cucuter, de las que riegan los ayllus de Yaye, Séquitor, Checar y Coyo.</p> <p>En su recorrido el canal Derivado Coyo riega parte de los predios de Yaye y de Séquitor, además de abastecer de agua al canal subderivado Checar que riega el ayllu del mismo nombre, al subderivado Mucher que riega parte de Séquitor y de otros subderivados menores que riegan las inmediaciones del canal Derivado Coyo.</p> <p>A su vez, del canal derivado Coyo nacen once canales que forman parte de la red terciaria del Sistema Regadío San Pedro de Atacama, y que se clasifican en el nivel de subderivados.</p> <p>Siguiendo en orden desde aguas arriba hacia aguas abajo los canales subderivados del Derivado Coyo son:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Canal Checar - Canal Piedra - Cabal El Alto - Canal Calvario - Canal Mucher - Canal Putaizo - Canal Corancay - Canal Rodríguez, - Canal Sandón - Canal Chocor - Canal Tompato <p>A continuación se describe cada uno de estos subderivados.</p>
D8.1	Canal Subderivado Checar	<p>El canal Subderivado Checar riega el ayllu del mismo nombre. Capta sus aguas en el Km 0,630 del canal Derivado Coyo mediante una entrega por compuertas y tiene una longitud total de 2.685 m, de los cuales los últimos 1.385 m corresponden a lo que los regantes llaman canal Checar N° 3 desde el Km 1,320 en adelante.</p>

CUADRO 11.13.2.2-2
DESCRIPCIÓN CANALES QUE CAPTAN EN EL CANAL SAN PEDRO

	CANAL	DESCRIPCIÓN
		En el Km 1,320 del canal Subderivado Checar nace un ramal que constituye parte de la red cuaternaria y que corresponde a lo que los regantes llaman canal Checar N° 2. Este sub-subderivado tiene una longitud de 750 m, de los cuales 404 m están revestidos con losetas prefabricadas y radier de hormigón y el resto continúa en tierra.
D8.2	Canal Subderivado Piedra	El canal Piedra capta sus aguas en el Km 2,290 del canal Derivado Coyo, y riega parte del ayllu de Séquitor. Tiene una longitud total de 580 m, de los cuales los primeros 500 están revestidos con losetas de hormigón.
D8.3	Canal Subderivado El Alto	El canal Subderivado El Alto capta sus aguas en el Km 2,887 del canal Derivado Coyo mediante una entrega por compuerta manual, y riega la periferia occidental del ayllu de Séquitor. Se trata de un canal de menor importancia puesto que riega pocos predios y tiene una longitud de solo 240 m.
D8.4	Canal Subderivado Calvario	El canal Calvario capta sus aguas en el Km 2,887 del canal Derivado Coyo mediante una entrega por compuerta, y riega una parte del ayllu de Séquitor. Su longitud total es de 560 m, de los cuales los primeros 422 m están revestidos en hormigón.
D8.5	Canal Subderivado Mucher	<p>El canal Subderivado Mucher capta sus aguas en el Km 3,217 del canal Derivado Coyo mediante una entrega por compuerta y riega una parte importante del ayllu de Séquitor, para lo cual abastece otros subderivados que corresponden a los canales Vaca, Tocoche, Milagros y Cubilante, los que se describen más adelante.</p> <p>El canal Subderivado Mucher tiene una longitud total de 822 m los que están revestidos principalmente con losetas prefabricadas. Al final de su recorrido el canal se ramifica en dos subderivados denominados Milagros y Cubilante. Además de lo anterior en el Km 0,150 nace el canal subderivado Mucher y en el Km 0,323 del canal Mucher nace el subderivado Vaca.</p>
D8.5-1	Canal Sub-subderivado Ramal Mucher	En el Km 0, 150 del canal derivado Mucher nace del canal subderivado Mucher un ramal que los regantes también denominan Mucher (Sub-subderivado Mucher), el cual tiene 648 m de longitud y se encuentra completamente revestido.
D8.5-2	Canal Sub-subderivado Tocoche	El canal Sub-subderivado Tocoche capta sus aguas del canal Subderivado Mucher en el Km 0,450. Tiene 405 m de longitud y está totalmente revestido con loseta prefabricada y sección trapecial.
D8.5-3	Canal Sub-subderivado Milagros	El canal Sub-subderivado Milagros capta sus aguas en el Km 0,822 del canal Subderivado Mucher, donde se termina éste último. Tiene una longitud total de 663 m y está completamente revestido con losetas prefabricadas y radier de hormigón.

CUADRO 11.13.2.2-2
DESCRIPCIÓN CANALES QUE CAPTAN EN EL CANAL SAN PEDRO

	CANAL	DESCRIPCIÓN
D8.5-4	Canal Sub-subderivado Cubilante	Este canal corresponde a la continuación del subderivado Mucher y nace junto al sub-subderivado Milagros en el Km 0,822 del canal aportante donde se termina. El canal tiene una longitud total de 878 m, de los cuales 514 m están revestidos con losetas prefabricadas y radier de hormigón.
D8.6	Canal Subderivado Putaizo	El canal Subderivado Putaizo recibe sus aguas del canal derivado Coyo en el Km 5,363 de éste último y riega un sector del ayllu de Coyo. Se trata de un derivado de 375 m de longitud, los cuales se encuentran revestidos con losetas prefabricadas.
D8.7	Canal Subderivado Coroncay	El canal Subderivado Coroncay capta sus aguas en el Km 5,540 del canal derivado Coyo y riega una parte del ayllu de Coyo. Tiene una longitud total de 940 m y está totalmente revestido con losetas prefabricadas y radier de hormigón.
D8.8	Canal Subderivado Rodríguez	Este canal de sólo 100 m de longitud, se encuentra revestido con losetas de hormigón y capta sus aguas en el Km 5,639 del canal derivado Coyo y riega tres predios del ayllu.
D8.9	Canal Subderivado Sandón	El canal Subderivado Sandón capta sus aguas en el Km 5,790 del canal derivado Coyo mediante una entrega por compuerta manual. Tiene una longitud total de 210 m, de los cuales 90 m están revestidos con losetas prefabricada y radier de hormigón, el resto es de tierra con sección irregular.
D8.10	Subderivado Chocor	El canal Subderivado Chocor capta sus aguas en el Km 5,942 del canal derivado Coyo, y riega parte del ayllu del mismo nombre. Se inicia con un tramo revestido en hormigón de 280 m de longitud, para continuar en tierra como un regador de aproximadamente 350 m.
D8.11	Canal Subderivado Tompató	El canal Subderivado Tompató deriva del canal derivado Coyo en el Km 6,223 de este último. Tiene una longitud de 190 m revestidos en albañilería de piedra y sección rectangular, luego continua en tierra por aproximadamente 100 m.
D9	Canal Derivado Larache	El canal Derivado Larache capta sus aguas en el Km 4,700 del canal San Pedro y sirve los predios del ayllu Larache. Tiene una longitud de 1.880 m de los cuales los primeros 33 m están revestidos en albañilería de piedra y luego continúa en tierra. Entre el Km 0,813 y Km 1,120 existe otro tramo revestido con losetas.
D10	Derivado Solcor	El canal Derivado Solcor capta sus aguas del canal matriz San Pedro en el Km 5,171 mediante una compuerta mecánica en una entrega de hormigón. El canal tiene 1.537 m de longitud. De este derivado nace a su vez un canal subderivado denominado El Peral. Ambos canales riegan el ayllu de Solcor.
D10.1	Subderivado El Peral	El canal Subderivado El Peral capta sus aguas en el Km 0,029 del canal Derivado Solcor, el que a su vez es abastecido por el canal

CUADRO 11.13.2.2-2
DESCRIPCIÓN CANALES QUE CAPTAN EN EL CANAL SAN PEDRO

	CANAL	DESCRIPCIÓN
		Matriz San Pedro. Este subderivado riega el sector Poniente del ayllu de Solcor y tiene una longitud total de 1.705 m. En el Km 0,189 tiene una entrega importante a un ramal de aproximadamente 500 m de longitud.
D11	Canal Derivado Solor Uno	<p>El canal Derivado Solor Uno transporta las aguas del canal Matriz San Pedro al ayllu de Solor, para regar la parte alta de éste. Para ello abastece los subderivados canal Cuatro en el Km 1,167 y canal Tres en el Km 1,680, además de otros ramales de menor importancia. Este derivado tiene una longitud total de 5.684 m de los cuales 4.090 m están revestidos con losetas prefabricadas y radier de hormigón.</p> <p>El canal Derivado Solor Uno, capta sus aguas mediante un marco partididor ubicado en el Km 7,490 del canal Matriz, que divide las aguas del canal San Pedro en las del canal Solor Uno y las que se van a regar la parte baja del ayllu de Solor y el ayllu de Cucuter.</p>
D11.1	Subderivado Canal Cuatro	El canal Subderivado Canal Cuatro capta sus aguas del canal Derivado Solor Uno en el Km 1,167. Tiene una longitud total de 1.662 m, de los cuales los 1.284 m primeros están revestidos con losetas prefabricadas y radier de hormigón.
D11.2	Subderivado Canal Tres	El Subderivado Canal Tres capta sus aguas en el Km 1,608 del canal Derivado Solor Uno y riega una parte del ayllu de Solor. Tiene una longitud de 1.462 m totalmente revestido, en su mayoría con losetas prefabricadas.
D12	Canal Derivado Solor Dos	<p>El canal Derivado Solor Dos capta sus aguas donde termina el canal Matriz San Pedro mediante un marco partididor ubicado en el Km 8,245, el cual divide las aguas que van al canal Solor Dos y de aquellas que riegan al ayllu de Cucuter. Este canal derivado tiene 1.544 m de longitud y se encuentra totalmente revestido con losetas prefabricadas y radier de hormigón.</p> <p>Las aguas del canal Derivado Solor Dos sirven la parte baja del ayllu, para lo cual se ramifica en varios ramales menores y el Subderivado Canal Uno.</p>
D12.1	Subderivado Canal Uno	El Subderivado Canal Uno capta sus aguas en el Km 0,680 del canal Derivado Solor Dos. Se trata de un canal de 1.127 m de longitud totalmente revestido de los cuales 100 m están cubiertos con albañilería de piedra y el resto con losetas prefabricadas y radier de hormigón.
D13	Canal Derivado Cucuter	<p>El canal Derivado Cucuter capta sus aguas del marco partididor del Km 8,245, el cual divide las aguas del canal San Pedro en aquellas que van al canal Solor Dos y las que se entregan a este canal. Tiene 5.620 m de longitud, los cuales se encuentran revestidos con losetas prefabricadas y radier de hormigón y hormigón in situ.</p> <p>El Derivado Cucuter riega el ayllu del mismo nombre, para lo cual</p>

CUADRO 11.13.2.2-2
DESCRIPCIÓN CANALES QUE CAPTAN EN EL CANAL SAN PEDRO

	CANAL	DESCRIPCIÓN
		abastece al canal Subderivado Adelante Uno en el Km 2,955.
D13.1	Subderivado Adelante Uno	Este canal nace en el Km 2,955 del Derivado Cucuter y capta sus aguas mediante una entrega de hormigón por compuerta. Tiene una longitud total de 2.004 m los que están totalmente revestidos en hormigón.

11.14 ORGANIZACIÓN DE REGANTES, DISPONIBILIDAD DE AGUAS Y DERECHOS DE APROVECHAMIENTO

En San Pedro existe la Asociación de Productores del Río San Pedro, que cuenta con 800 socios. Siendo atacameños, se encuentran protegidos por la ley N° 19.253 sobre protección, fomento y desarrollo indígena, que establece dentro de sus disposiciones, mecanismos orientados a formalizar el restablecimiento y protección de derechos de carácter ancestral en comunidades aymaras y atacameñas.

La Dirección General de Aguas del Ministerio de Obras Públicas, en su calidad de organismo rector en materia de recursos hídricos, y la CONADI, como organismo encargado de la protección de las comunidades indígenas, suscribieron con fecha 30 de mayo de 1997, un convenio para avanzar en el restablecimiento y protección de derechos ancestrales de comunidades indígenas aymaras y atacameñas en la I y II Regiones.

Posteriormente, los usuarios formaron legalmente la Asociación Atacameña de Regantes y Agricultores de San Pedro de Atacama, la cual solicitó para sí los derechos de aguas del río San Pedro. A esta solicitud presentaron oposiciones 2 empresas y 2 personas naturales (Explora S.A., Sociedad Tulor S.A., Ana María Barón y Juan Francisco D'Etigny Lira) aduciendo principalmente que, por no ser ellos indígenas, no podían pertenecer a esa Asociación, lo cual se solucionó mediante un avenimiento entre las partes.

Por Oficio Ord. D.G.A. II N° 083 del 15 de febrero de 1996, la Dirección Regional de Aguas remitió en primera instancia al Segundo Juzgado de Letras de El Loa de la ciudad de Calama, el expediente de Regularización NR-II-1932, en el cual se incluyó el río San Pedro de Atacama. Dicho Juzgado solicitó a su vez, antecedentes complementarios para esta causa, rolada con el N° 4057-96, mediante el Oficio N° 334 del 03 de octubre de 1996. Este oficio fue contestado mediante un Informe Técnico Complementario de la Dirección General de Aguas en abril de 1997, a fin de que la causa se tramite en el Juzgado ya indicado.

Finalmente, la causa se tramitó y quedó constituida legalmente la Comunidad de Aguas Indígena de San Pedro de Atacama, inscrita en el Conservador de Aguas de Calama, con los derechos de agua correspondientes.

El expediente de Regularización indica, para el río San Pedro, lo siguiente:

Alveo:	Río San Pedro
Naturaleza de las aguas:	Superficiales y Corrientes
Caudal:	870 l/s
Captación:	Coordenadas UTM Norte 7.475.871 m; Este 582.233 m
Tipo de derecho:	Consuntivo, permanente y continuo.

El sistema legal de concesión de derechos a través de la comunidad, y no en forma individual, permite una amplia libertad para establecer la distribución del agua entre los derivados y los sistemas de turnos entre los regantes, dentro de cada derivado o subderivado. Los derechos así definidos, no pueden ser vendidos o traspasados a terceros que no pertenezcan a la Comunidad.

Para definir los derechos que corresponderían al sistema de regadío de San Pedro de Atacama, la Dirección General de Aguas se basó en los derechos que por uso y costumbre hasta la fecha han utilizado los regantes, los cuales a su vez se basan en un sistema de distribución muy antiguo, en que para repartirse el agua estos regantes se han dividido en 7 grupos, los que son:

- Grupo 1: Regantes de los Ayillos Cuchabrachi, Catarpe, Tambillo, Guachar y Quitor.
- Grupo 2: Regantes de los Ayillos de parte de Conde Duque, Yaye y Checar
- Grupo 3: Regantes de los Ayillos de otra parte de Conde Duque, Solcor y Larache.
- Grupo 4: Regantes de los Ayillos Séquitor y Coyo.
- Grupo 5: Regantes del Aylo Solor.
- Grupo 6: Regantes del Aylo Cucuter.
- Grupo 7: Regantes del Aylo de Conde Duque que riegan desde el Estanque.

La distribución del agua dentro de estos grupos se efectúa mediante turnos muy espaciados, que pueden variar entre 15 y 30 días, con una proporción de tiempo equivalente a 2 horas por hectárea.

La razón principal de este sistema de turnos, que se mantiene vigente desde antaño, probablemente se deba a que los recursos del río son bastante escasos y de mala calidad, con gran contenido de sales, lo que provoca un alto requerimiento de agua de lavado de suelos, demanda que se satisface solamente provocando “golpes de agua”, o inundaciones al terreno, las que solamente pueden efectuarse por períodos cortos de tiempo. En efecto, estudios operacionales recientes han indicado que en la actualidad es posible regar con 85% de seguridad una superficie equivalente de 254 há, cifra muy inferior al terreno regado actualmente, del orden de 850 há.

Sin embargo, si se construyesen obras para mejorar la cantidad y calidad de las aguas, también podría pensarse en una modificación del sistema de turnos. De hecho, existen estudios realizados recientemente para el mejoramiento de la infraestructura de canales y para aumentar el recurso en calidad y cantidad, tal como el embalse Coyil, por ejemplo, que han

demostrado la factibilidad de contar con recurso de agua para regar con seguridad 85% como mínimo 700 há. Bajo estas condiciones, se propondrá una modificación del sistema de turnos.

Con respecto al funcionamiento propiamente tal de las organizaciones, cabe destacar que según los resultados de las encuestas y entrevistas efectuadas a agricultores pertenecientes a comunidades de regantes, comunidades atacameñas, asociaciones de productores y a la CONADI, existen problemas organizacionales que se relacionan con:

- La falta de confianza entre los socios de las organizaciones
- Falta de compromiso, "espíritu de superación" y comunicación entre los socios
- Existencia de liderazgos conflictivos y poco unificadores
- Bajo nivel educacional de los socios
- Carencia de coordinación y permanencia en la asistencia a las reuniones
- Existencia de problemas administrativos y financieros que se polarizan por los conflictos organizacionales existentes.

11.15 SISTEMA DE APLICACIÓN DEL RIEGO Y DISTRIBUCIÓN DE LAS AGUAS

11.15.1 Sistema Actual de Aplicación del Riego

El sistema de riego que se usa actualmente y que es el mismo que se ha usado desde siglos, consiste en la inundación del terreno formando pequeños estanques con pretiles de tierra denominados comúnmente "heras", o también "melgas". Este sistema es apropiado para los suelos del área, pues siendo casi en su totalidad de una alta permeabilidad, permite lavarlos continuamente de las depositaciones de sales de los riegos anteriores, ya que las aguas y el suelo mismo contienen un alto contenido salino.

Este sistema de riego exige una dotación mayor de agua que la normal para permitir que ellas percolen, arrastrando las depositaciones de sales del riego anterior, a una profundidad mayor que la de arraigamiento de los cultivos.

Aún cuando con este sistema se usa una mayor dotación de agua debido a que ella percola totalmente dado lo permeable de los terrenos, no hay pérdidas por derrames superficiales, como sucede con otros sistemas gravitacionales de riego, por lo que las eficiencias de ambos sistemas son similares.

Sin embargo, en muchos casos la forma actual de aplicarlo es inadecuada, pues el tamaño de las heras es generalmente de gran tamaño y no guarda relación con la pendiente del terreno. En ciertos casos, si los pretiles no siguen adecuadamente las curvas de nivel, podría darse el caso que el sector de menor cota al interior de la era quede con una altura de agua exagerada, produciéndose un sobrelavado del suelo con la consiguiente pérdida del recurso y, el sector de mayor cota, apenas sea cubierto por el agua, produciéndose así un mal riego y mal lavado.

En otros casos, la conducción del agua desde las heras de aguas arriba hacia aquellas de aguas abajo, se realiza por boquetes en los pretiles, resultando algunas veces que las primeras tienen un tiempo de aplicación de agua exagerado y, por tanto, un volumen de agua consumido por percolación muchísimo mayor que el que se necesita para el lavado de los suelos.

11.15.2 Distribución de las Aguas

Actualmente existe una organización de regantes que utiliza los recursos superficiales del río San Pedro desde el sector de Cuchabrachi hacia aguas abajo, denominada Central de Regadío San Pedro de Atacama, la cual está conformada por 7 Grupos de Riego que sirven a los distintos ayllos pertenecientes al sistema. Los regantes del canal Vilama no pertenecen a esta organización y constituyen un grupo de riego aparte.

En el Cuadro 11.15.2-1 se indican los distintos grupos de riego y los ayllos que pertenecen a cada uno de ellos.

CUADRO 11.15.2-1
GRUPOS DE RIEGO SAN PEDRO DE ATACAMA

GRUPO	AYLLUS
1	Cuchabrachi, Catarpe, Tambillo, Guachar y Quito
2	Conde Duque, Yaye y Checar
3	Conde Duque, Solcor y Larache
4	Séquito y Coyo
5	Solor
6	Cucuter
7 (estanque)	Conde Duque

La distribución de las aguas, tanto del río San Pedro como del Vilama, se realiza mediante turnos muy espaciados, entre 22 y 30 días, entregándose 2 horas de agua por hectárea a los predios regados con las aguas del canal San Pedro y, 4 horas por hectárea aquellos que son regados con el canal Vilama.

El caudal y volumen de agua que se entrega a nivel de predio es muy irregular debido a diferentes factores. Uno de los factores más importantes tiene relación con la falta de elementos de medición, ya que la entrega del agua se realiza por medio de la abertura de las compuertas hacia los canales derivados y, por tanto, el caudal depende de la abertura que se le dé a la compuerta, quedando así a merced de la pericia y buena disposición del celador. Además, es frecuente que los regantes de aguas arriba obstaculicen el paso del agua hacia los de aguas abajo y, eventualmente, extraigan agua de los canales en días que no les corresponda por turno.

Por otra parte, otro de los problemas detectados es la existencia de tres pequeños canales que son El Naranjo, Tambillo y Bellavista, los cuales se localizan en la ribera derecha del río San Pedro entre Cuchabrachi y Quito, que se alimentan de las aguas del río sin ningún elemento de control, de modo que el caudal que se deja pasar no guarda relación con la pequeña

superficie que riegan, captando a veces todo el caudal del río. Una situación similar se produce con el canal La Patilla.

Por último, si a todo lo anterior se agrega la gran variación de caudal que se produce en el día en el río San Pedro, es predecible la irregularidad del riego en el sistema.

La distribución de los recursos superficiales del canal San Pedro se realiza por medio de cuatro marcos partidores, tres de los cuales están ubicados en el mismo canal y, el otro, en un canal derivado. La partición de estos marcos no es continua, pues llevan compuertas en sus ramas derivadas.

La ubicación de estos marcos, los canales a que dan origen y los porcentajes de partición se indican en el Cuadro 11.15.2-2.

CUADRO 11.15.2-2
CARACTERÍSTICAS DE LOS MARCOS CANAL SAN PEDRO

Marco 1		
Ubicación : Km 4,600 del Canal San Pedro		
Canal de origen: Coyo		
Rama	Canal	% de partición
Entrante	San Pedro	100.00
Izquierda	San Pedro	66.66
Derecha	Coyo	33.34
Marco 2		
Ubicación : Km 7,490 del canal San Pedro		
Canal de origen: Solor Uno		
Rama	Canal	% de partición
Entrante	San Pedro	100.0
Derecha	San Pedro	50.0
Izquierda	Solor Uno	50.0
Marco 3		
Ubicación : Km 8,245 final del canal San Pedro		
Canal de origen: Solor 2 y Cucuter		
Rama	Canal	% de partición
Entrante	San Pedro	100.0
Izquierda	Solor 2	50.0
Derecha	Cucuter	50.0
Marco 4		
Ubicación : Canal derivado del canal San Pedro en el Km 3,154		
Canal de origen: Estanque y Turbina		
Rama	Canal	% de partición
Entrante	Derivado del San Pedro	100.0
Izquierda	Estanque	30.0
Derecha	Turbina	70.0

Por otra parte, en el Cuadro 11.15.2-3 se incluyen las superficies bajo riego de los predios regados por las ramas de los marcos indicados anteriormente.

CUADRO 11.15.2-3
SUPERFICIE BAJO RIEGO (*) POR RAMAS DE LOS MARCOS CANAL SAN PEDRO

MARCO 1			
RAMA	CANAL	SUPERFICIE (ha)	%
Izquierda	San Pedro	389	59.2
Derecha	Coyo	268	40.8
Entrante	San Pedro	657	100,0
MARCO 2			
RAMA	CANAL	SUPERFICIE (ha)	%
DERECHA	San Pedro	122	50.8
Izquierda	Solor Uno	118	49.2
Entrante	San Pedro	240	100,0
MARCO 3			
RAMA	CANAL	SUPERFICIE (ha)	%
Izquierda	SOLOR DOS	40	32.8
Derecha	Turbina	82	67.2
Entrante	Derivado San Pedro	122	100.0
Marco 4			
RAMA	CANAL	SUPERFICIE (ha)	%
Izquierda	Estanque	13	38.2
Derecha	Turbina	21	61.8
Entrante	Derivado San Pedro	34	100.0

Nota (*): información obtenida del estudio R&Q.

Comparando los resultados de la distribución porcentual de partición de los marcos y la distribución de las superficies bajo riego incluidas en los Cuadros 11.15.2-2 y 11.15.2-3, respectivamente, se puede observar lo siguiente:

En el Marco 1:

- Rama izquierda entrega 66,66 % y debería entregar un 59,2 %
- Rama derecha entrega 33,34 % y debería entregar 40,8 %

En el Marco 2:

- Rama izquierda entrega un 50 % y debería entregar un 50,8%
- Rama derecha entrega un 50% y debería entregar un 49,2%

En el Marco 3:

- Rama izquierda entrega un 50% y debería entregar un 32,8%
- Rama derecha entrega un 50% y debería entregar un 67,2%

En el Marco 4:

- Rama izquierda entrega un 30% y debería entregar un 38,2%
- Rama izquierda entrega un 70% y debería entregar 61,8%

De acuerdo a lo anterior, se puede concluir que sólo el Marco 2 está repartiendo casi exactamente lo que correspondería de acuerdo a la superficie bajo riego. Los Marcos 1 y 4 presentan diferencias porcentuales de 7,46 y 8,2, respectivamente, lo cual no es muy significativo y, el Marco 3 presenta una diferencia porcentual importante de 17,2.

Finalmente, se puede indicar que la partición que deberán tener estos marcos en definitiva, será la que corresponda a los derechos de agua que se les asigne a los predios regados por cada una de las ramas, ya sea provisoriamente por la Dirección de Obras Hidráulicas o definitivamente por la DGA cuando se defina la situación de derechos de agua.

Con respecto a los sectores altos de riego del río San Pedro, aguas arriba de Cuchabrachi, en los sectores de Río Grande, Peñaliri y San Juan, no existe distribución, sino que esos regantes, usan toda el agua y todo el tiempo que desean, extrayendo el caudal que les permite los canales y captaciones rústicas que hacen en el río.

11.16 SISTEMA DE TURNOS

Para efectuar la distribución del agua de riego existe el sistema de turnos, que está conformado básicamente por los siguientes grandes grupos:

- Grupo 1: Regantes de los Ayllos Cuchabrachi, Catarpe, Tambillo, Guachar y Quitar.
- Grupo 2: Regantes de los Ayllos de parte de Conde Duque, Yaye y Checar
- Grupo 3: Regantes de los Ayllos de otra parte de Conde Duque, Solcor y Larache.
- Grupo 4: Regantes de los Ayllos Séquitor y Coyo.
- Grupo 5: Regantes del Aylo Solor.
- Grupo 6: Regantes del Aylo Cucuter.
- Grupo 7: Regantes del Aylo de Conde Duque que riegan desde el Estanque.

La distribución del agua dentro de estos grupos se efectúa mediante turnos muy espaciados, que pueden variar entre 15 y 30 días, con una proporción de tiempo equivalente a 2 horas por hectárea.

A futuro se estima que algunos de estos grupos deberían subdividirse en dos o más para evitar que deban regar con dotaciones excesivamente grandes, las que en algunos casos pueden ocasionar fuertes erosiones en los predios, al no poder ser manejadas por el regador. En todo caso, el detalle de estos turnos se entrega más adelante, junto con la recomendación acerca de sus cambios a futuro

11.17 SISTEMA DE RIEGO RÍO VILAMA

El regadío del Sistema Vilama se realiza a través de un solo canal matriz, canal Vilama, que después de captar las aguas en el río del mismo nombre, las entrega al ayllu de Poconche, luego al de Beter y finalmente al de Tulor, a través de 3 derivados y 1 subderivado, totalizando una superficie de riego actual de 94 há y potencial de 40 há adicionales. Se riega también el pequeño ayllu de Vilama a través del canal derivado Vilama, pero no se considera en el presente análisis puesto que la superficie regada es menor a 1 há.

11.17.1 Infraestructura de Obras

Con respecto a la infraestructura de obras, el canal Vilama capta en el río Vilama unos 520 metros aguas arriba del cruce de éste con el camino que va de San Pedro hacia El Tatio, desarrollando un recorrido de 14,63 km, en el cual se encuentra totalmente revestido o entubado.

En el Cuadro 11.17.1-1 siguiente, se incluye la descripción de los canales que abastecen cada ayllu. En la Figura 11.17.1-1 se incluye el unifilar del río Vilama.

CUADRO 11.17.1-1
DESCRIPCIÓN CANALES QUE CAPTAN EN EL CANAL VILAMA

	CANAL	DESCRIPCIÓN
1.	Canal Vilama	<p>Las obras de toma del canal Vilama se localizan en la ribera derecha del río y se ubican en una estrecha garganta rocosa donde se recuperan todas las filtraciones que existen en el río aguas arriba de ella. El sistema de captación consiste en una barrera frontal de hormigón, las obras de admisión propiamente tal, un desarenador y vertedero lateral.</p> <p>Este canal tiene su bocatoma en el río del mismo nombre y se localiza a 520 m aguas arriba del cruce del camino de San Pedro a El Tatio. El canal tiene una longitud total de 14,63 Km y está totalmente revestido o entubado.</p> <p>En los primeros 5 Km de su trazado hasta llegar frente al pueblo de San Pedro, el canal se desarrolla por el piedmont de un lomaje. La pendiente del canal en este sector es alta, por lo cual ha sido necesario la construcción de varios saltos y de una caída entubada de unos 25 m de altura, aproximadamente.</p> <p>En el tramo descrito, el trazado del canal se desarrolla por el costado de las plantas azufreras de Vilama y Purico. En este sector el canal entrega agua para la primera de esas plantas, el ayllu Vilama y para un molino. A continuación, su trazado es casi recto en una longitud de poco más de 5 Km y se desarrolla por un terreno plano, con algunas dunas, hasta llegar al ayllu Poconche en el Km 10,32 donde nace el canal derivado del mismo nombre que va a regar ese ayllu.</p> <p>En todo este sector el canal cruza varios caminos y tiene dos entregas</p>

CUADRO 11.17.1-1
DESCRIPCIÓN CANALES QUE CAPTAN EN EL CANAL VILAMA

	CANAL	DESCRIPCIÓN
		<p>de agua, una para un predio de la CONAF y otra para el riego de un pequeño ayllu denominado El Alambrado. En el Km 7,505 cruza por sobre el canal San Pedro.</p> <p>Inmediatamente después de la salida del derivado Poconche, el canal Vilama gira hacia la derecha, casi en 90°, para dirigirse al ayllu Beter al cual llega en el Km 11,26, donde nace el derivado Beter para el riego de ese ayllu.</p> <p>Posteriormente, después que sale este derivado y en la misma obra de entrega, el canal se encuentra entubado para dirigirse al ayllu Tulor, en una longitud de 913 m. Al final del entubamiento, en el Km 12,183, el canal vuelve a presentarse como canal abierto en una longitud de 1.282 m hasta llegar al desarenador Tulor, en el Km 13,460. A partir de este desarenador y en la misma obra de arte, continúa entubado hasta llegar al ayllu Tulor en el Km 14,530 donde vuelve a presentarse a rasgo abierto y termina en el Km 14,633 en un desarenador y descarga al río San Pedro.</p>
D1	Canal Derivado Vilama	<p>Este derivado corresponde a un pequeño canal que sirve al ayllu del mismo nombre, el que capta sus aguas del canal Matriz Vilama en el Km 1,956. Se inicia con un tramo revestido de 52 m de longitud para entregar sus aguas a un estanque.</p> <p>Este primer tramo se encuentra revestido con losetas de hormigón y es de sección trapecial. El estanque es de hormigón: y está en muy buen estado.</p> <p>Del estanque se abastece una red de canales de tierra en regular estado que riegan los predios del pequeño ayllu de Vilama.</p>
D2	Canal Derivado Poconche	<p>El canal Derivado Poconche capta sus aguas desde el canal matriz Vilama mediante una cámara de compuertas de hormigón con compuertas manuales metálicas.</p> <p>El punto de captación se encuentra en el Km 10,330 del canal matriz Vilama y tiene una longitud de 2,04 km.</p>
D3	Canal Derivado Beter	<p>El canal Derivado Beter capta sus aguas desde el canal Vilama en el Km 11,260 mediante una cámara de compuertas. Este canal derivado riega el ayllu del mismo nombre.</p> <p>El canal se inicia entre el Km 0,000 y Km 0,325 con un revestimiento de losetas prefabricadas y radier de hormigón de sección trapecial. Luego el canal continúa entubado en un tramo de 369 m de longitud y diámetro de 60 cm, el cual pasa por debajo de las dunas.</p> <p>Del canal Derivado Beter sale sólo un subderivado importante en el Km</p>

CUADRO 11.17.1-1
DESCRIPCIÓN CANALES QUE CAPTAN EN EL CANAL VILAMA

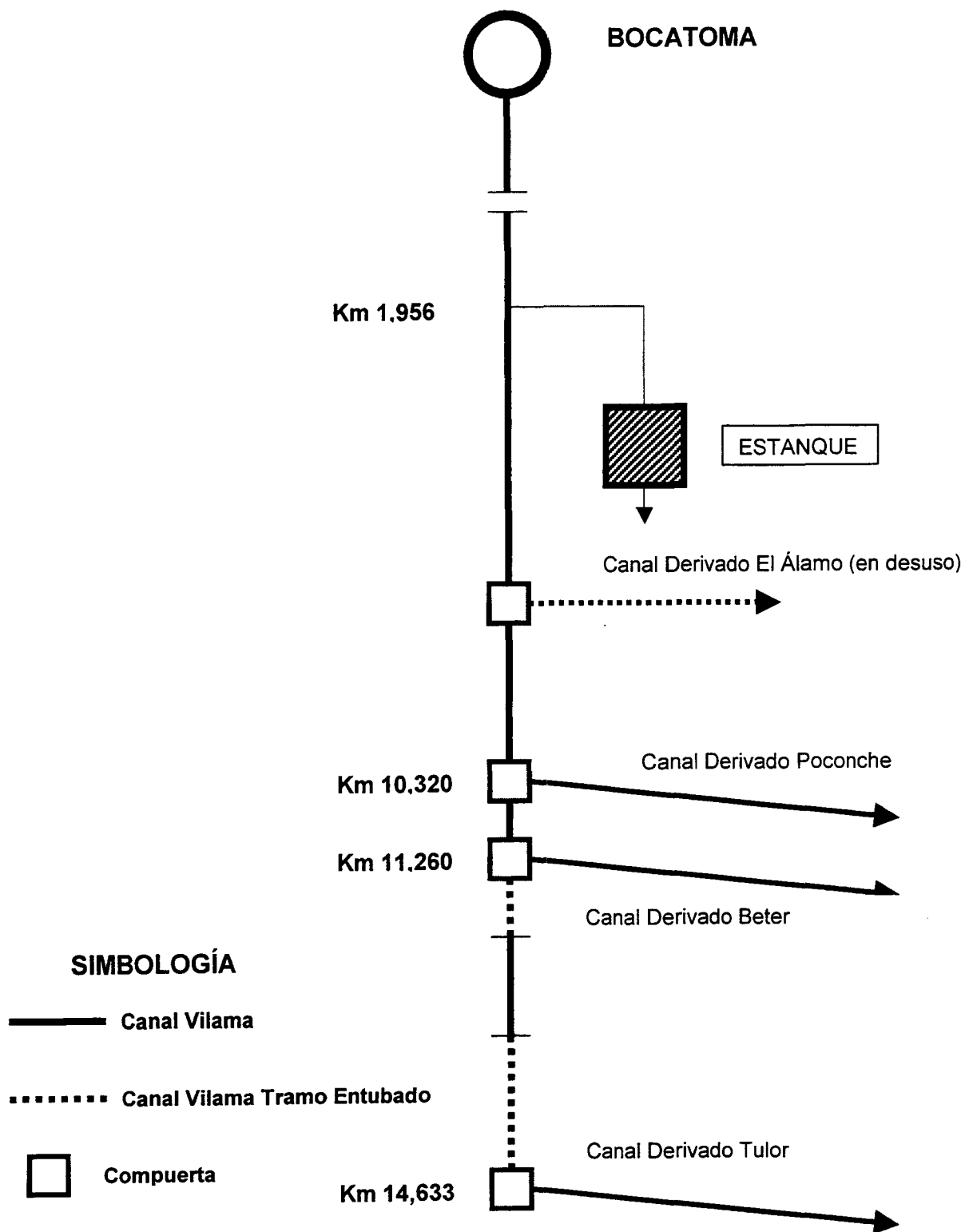
	CANAL	DESCRIPCIÓN
		1,160 una longitud de 460 m, de los cuales 430 m se encuentran están revestidos en hormigón con loseta prefabricada.
D4	Canal Derivado Tulor	<p>El canal Derivado Tulor corresponde a la continuación del Canal Vilama en su última entrega. Este canal se inicia desde un desarenador ubicado a la entrada del ayllu del mismo nombre.</p> <p>El canal se inicia con un tramo de 92 m, con sección rectangular revestido en albañilería de piedra y abovedado con bloques de piedras que lo protegen del avance de dunas. Esta situación continúa posteriormente para evitar el embancamiento debido a la gran cantidad de arena que cae dentro de la obra. El resto del canal que está revestido es de sección trapecial y tiene losetas y radier de hormigón.</p>

El canal Vilama tiene problemas menores, por ser revestido solamente manifiesta algunas quebraduras de bordes de losetas y erosiones superiores. La excepción la constituye su desarenador Tulor, ubicado en el km 13,46, que tiene serios problemas de funcionamiento a causa de un diseño que debió condicionarse a una situación topográfica que no permite desarenar gravitacionalmente por falta de cota. Se recomienda revestir o entubar el cauce de salida del desarenador, a fin de lograr una mayor velocidad, y así reducir la cantidad de sedimentos a extraer manualmente.

El canal derivado Poconche adolece de varios problemas, tales como falta de bermas y losetas quebradas en el primer tramo, hasta el km 1,040. El tercer tramo es no revestido, con sección indefinida, muy ancha, embancamientos de arena, falta de bermas, problemas de vegetación, existencia de curureras, etc En este tramo se pierde mucho agua y es urgente repararlo por el avance eólico de las dunas. El segundo tramo está abovedado. El canal carece de obras de arte de importancia, y las entregas en general están en mal estado, con estructuras de albañilería de piedra deteriorada y sin compuertas adecuadas.

El canal derivado Beter tiene un primer tramo de 325 m en buenas condiciones y un segundo tramo entubado de 369 m sin problemas, salvo en las juntas de los tubos, que tienen los anillos deteriorados. El tercer tramo es similar al primero hasta el km 1,780, a partir del cual el canal es no revestido con fondo arenoso y su estado es malo. Pierde mucho agua por infiltración debido a su fondo arenoso y a una sección irregular a menudo excesivamente ancha. Existe un derivado importante, de 1,160 km, que tiene 460 m revestidos. El resto de los ramales, que tienen longitudes considerables, está sin revestir. En general, los principales problemas consisten en la falta de una sección revestida adecuada, falta de bermas que se hace crítica por el avance de las dunas y presencia inmediata de vegetación, que en varios sectores cubre por completo los canales. También, los regueros prediales están en malas condiciones y sin compuertas adecuadas.

FIGURA 11.17.1-1
RED DE CANALES CANAL VILAMA



El canal derivado Tulor tiene un primer tramo de 92 m revestido y abovedado en buenas condiciones, pero a partir de allí el gran problema son los embancamientos debido al avance de las dunas, que han reducido la capacidad del canal a menos de un 20% de la original. En el km 1,377 el canal se bifurca en dos ramales que entregan el agua directamente a los predios. El ramal derecho tiene una longitud de 400 m y se encuentra en regular estado. El izquierdo tiene una longitud de 700 m y sufre mayormente de secciones irregulares, con anchos muy variables, a veces de hasta 2,5 m. En términos generales, también pierde mucho agua.

11.17.2 Recursos Hídricos y Formas de Riego

Los recursos hídricos, provenientes del río Vilama, poseen una escasa variación mensual. De acuerdo con las fuentes consultadas, el máximo se produce en el mes de julio y es del orden de 215 l/s y el mínimo en octubre es de 172 l/s aproximadamente. El gasto promedio anual es de 197 l/s. A diferencia del río San Pedro, no se presentan mayores oscilaciones diarias del caudal. También existe agua subterránea, detectada en 6 pozos perforados por CORFO excepto el N° 4, pero es químicamente de mala cantidad por el altísimo contenido de Boro, 15 mg/l en promedio. El contenido de Boro en el río Vilama es algo menor, del orden de 10 mg/l, pero siempre muy superior a las aguas del río San Pedro, del orden de 1,4 mg/l.

Las actuales entregas al riego de 94 há se efectúan por medio del sistema de turnos, que han sido definidos de 4 horas por hectárea, correspondiéndole en la actualidad aproximadamente 6 días a Poconche, 11 días a Beter y 8 días a Tulor. El turno recientemente mencionado es lo que se podría denominar “turno completo” y es el que dedican a las empastadas, básicamente alfalfa. Se debe agregar un “medio turno” para las chacras, principalmente maíz, que es de ½ día para Poconche, ½ día para Beter y 2 días para Tulor. El turno total sumaría entonces 28 días, pero es algo superior, del orden de treinta días, porque el medio turno de Poconche es cada 8 días, el de Tulor cada 10 días y el de Beter cada 12 días. Las cifras anteriores son aproximadas, porque las cifras exactas las manejan los regantes en hectáreas regadas, a razón de 4 horas por hectárea según sus derechos por uso y costumbre.

11.17.3 Cultivos y Rendimientos

El Sistema Vilama, fundamentalmente por la mala calidad de las aguas, tiene pocas opciones de variedad de cultivos, las que hoy en día se limitan prácticamente a la alfalfa y algo de maíz. No obstante, las restricciones que impone la calidad del agua no limita los cultivos solamente a los dos indicados. En efecto, se ha demostrado que es posible producir también cultivos tales como trigo, algunas hortalizas y algunos frutales como el peral, higuera, chañar, algarrobo, membrillo, uva de mesa, ciruela, damasco, durazno.

Los rendimientos son relativamente bajos, debido a la calidad de las aguas y a la forma de regar principalmente. Por ejemplo, el rendimiento medio del maíz es de 15 qq/há, el del trigo 20 qq/há y el de la alfalfa 20 qq/há por cada corte cuando está nueva y baja hasta 5 qq/há cuando está vieja. Permite 3 cortes al año.

11.17.4 Organización de Regantes

Con respecto a la organización para el riego, existe una sola Directiva para el Sistema Vilama, que tiene un Presidente, un Secretario, un Tesorero, dos Directores y el Juez de Aguas. Este último es el único remunerado, y es quien se encarga de la distribución de las aguas en todo el Sistema. El Presidente es el Sr. Héctor García Mamani, regante de Tolor. Esta Directiva funciona bien, sin conflictos, y no se observó mayores problemas en la administración de las aguas, pero sí una alta dependencia del pequeño agricultor con el INDAP. Se puede afirmar que esta organización requiere de un permanente apoyo técnico y de gestión, por cuanto tienen grandes posibilidades de presentar proyectos de mejoramiento de sus sistemas de riego a los diferentes programas con subsidio que hoy en día existen, pero para ello no se observan con la preparación suficiente. La Asociación de Productores del Río Vilama cuenta con 70 socios.

Durante las entrevistas realizadas principalmente a las comunidades de regantes, comunidades atacameñas y asociaciones de productores, se pudo detectar que los principales problemas organizacionales se relacionan con:

- La falta de apoyo con programas y proyectos de mejoramiento.
- La falta de conocimientos para explotar mejor los recursos. Siempre han tenido la idea que es posible captar más aguas en Guatín para el canal Vilama, pero no saben como hacerlo.
- Falta de compromiso, "espíritu de superación" y comunicación entre los socios.
- Bajo nivel educacional de los socios.
- Carencia de coordinación y permanencia en la asistencia a las reuniones.
- Existencia de problemas administrativos y financieros.

De acuerdo con información proporcionada por el Sr. Leonardo Reyes, ex Juez de Aguas del Sistema, a continuación se indican 36 regantes identificados en los tres ayllus. Se ha incluido la superficie actual de riego y las horas según la superficie total o sus derechos:

CUADRO 11.17.4-1
SISTEMA Y TURNOS DE RIEGO SISTEMA VILAMA

POCONCHE: (4 regantes)

Sr. Modesto Corantes	4 há, 0,5 de maíz y el resto alfalfa	16 horas
Sr. Sixto Miranda	1 há alfalfa	6 horas
Sra. Luisa Berna	3 há alfalfa	12 horas
Sra. Ada Aramayo	7 há, 1 de maíz, resto alfalfa	72 horas
	Total riego actual: 15 há,	

BETER: (15 regantes)

Sra. Modesta Chinjilla	2 há alfalfa	12 horas
Sr. Concepción López	4 há alfalfa	28 horas
Sr. Cupertino Ayavire	4,5 há, 0,5 de maíz y 4 de alfalfa	24 horas
Sr. Tomás Morales	2 há alfalfa	22 horas
Suc. Marcos Rodríguez	2 há alfalfa	36 horas
Sr. Juan Maizares	0,5 há de alfalfa	8 horas
Sra. Marcelina López	1 há de alfalfa	16 horas
Sr. Leonardo Reyes	5 há de alfalfa	20 horas
Sra. Marta Medalla	1 há alfalfa	6 horas
Sra. Loreto Barrientos	0,5 há alfalfa	4 horas
Sr. Mario Salva	1,5 há, 0,5 de maíz y 1 de alfalfa	6 horas
Sr. Leucadio Sandón	1 há alfalfa	20 horas
Sra. Antolina Salva	1,5 há alfalfa	6 horas
Sr. Sebastián Ramos	3 há alfalfa	12 horas
Srta. Sandra Berna	6,5 há, 0,5 de maíz y 6 de alfalfa	36 horas
	Total riego actual: 36 há	

TULOR: (18 regantes)

Sra. Lidia Reyes	3 há alfalfa	16 horas
Sra. Mercedes Abán	2 há maíz	12 horas
Sra. Narcisa Abán	0,5 há maíz	8 horas
Señor Aguirre	1,5 há de alfalfa	6 horas
Sr. Roberto Mamani	4 há alfalfa	16 horas
Sra. Marcelina López	1 há alfalfa	4 horas
Sr. Héctor García	4 há alfalfa	16 horas
Sr. Leonardo Reyes	4 há alfalfa	16 horas
Sr. Valentín Vilca	6 há alfalfa	24 horas
Sr. Concepción López	1 há alfalfa	4 horas
Sra. Juana López	1 há alfalfa	4 horas
Sr. Candelaïne Ossandón	3,5 há alfalfa	14 horas
Sr. Gabriel Cruz	1 há alfalfa	4 horas
Sr. Marcos Liendro	2 há alfalfa	8 horas
Sr. Sebastián Ramos	0,5 há alfalfa	2 horas
Sr. Concepción López	6 há alfalfa	24 horas
Sr. Rosalío Martínez	1 há alfalfa	4 horas
Sra. Eugenia Morales	1 há alfalfa	4 horas
	Total riego actual: 43 há	
Superficie total de riego actual: 94 há		

Finalmente, es necesario destacar que varios de estos regantes utilizan las tierras del ayllu solamente para regar y cultivar, viviendo en otro lugar. Como ejemplo curioso que ilustra este concepto, está el de Don Leonardo Reyes, quien posee tierras en los tres ayllus,

Poconche, Beter y Tolor, pero vive en el ayllu de Coyo. Esta situación ha significado que existe actualmente muy poca gente habitando en los tres ayllus.

11.18 DIAGNÓSTICO Y PROPOSICIÓN PARA EL MEJORAMIENTO DEL RIEGO

11.18.1 Sistema de Riego San Pedro

De acuerdo con lo anteriormente expuesto, los principales problemas del sistema de regadío de San Pedro son:

- Escasez de agua
- Salinidad de las aguas
- Falta de capacidad y deficiencia de la infraestructura de canales
- Problemas organizativos
- Forma del riego, en especial el sistema de turnos
- Necesidad de apoyo técnico y crediticio

11.18.1.1 Solución a los Problemas de Escasez y Salinidad de las Aguas

El problema de la escasez y salinidad de las aguas ha sido estudiado en varias ocasiones. Los resultados han indicado que existe una alternativa de obras rentable que significaría una notable mejoría en ambos factores. Este conjunto de obras estaría constituido por el embalse Coyil, más una captación de las aguas del río Salado antes de su paso por el sector de ojos de salmuera, y posterior trasvase hacia el río Grande para ser reguladas en el embalse Coyil, más un mejoramiento de la infraestructura de canales.

Este embalse se ubica en la quebrada de Abra Pampa o de Coyil, afluente del río Grande, la cual escurre solamente durante las épocas de precipitaciones, permaneciendo seca durante la gran mayoría del año. Por lo tanto, el embalse se llena fundamentalmente con los recursos del río Grande, que deben ser captados y trasvasados mediante un canal alimentador.

Las principales ventajas de esta ubicación "lateral" se pueden resumir en el bajo costo del vertedero, ya que la quebrada tiene una cuenca propia muy pequeña, y en la posibilidad de dejar pasar las aguas de crecidas del río Grande, que son las de peor calidad en el año por cuanto arrastran las sales depositadas en los cerros y en las riberas. Desde un punto de vista de los objetivos propuestos, el embalse permite mejorar sustancialmente la seguridad de riego, al almacenar las aguas de invierno que actualmente se pierden en el Salar de Atacama, para ser entregadas en verano. También, mejora de manera importante la calidad del agua durante el período de riego, ya que al entregar más recurso que el disponible en el río, produce que la "mezcla" de aguas de los ríos Grande y Salado tenga una menor proporción de este último, que es de muy mala calidad en comparación a las aguas del río Grande. Esta es la función de un embalse que también se conoce como "control de calidad". No obstante, si este embalse se combina con otra obra como el trasvase

desde el río Salado que se indicó, la mejoría en la calidad del agua de riego aumentaría más aún. Esta obra consistiría básicamente en:

- Captación en el río Salado, en la zona de cruce con el camino al Establecimiento San Bartolo.
- Conducción por el río en tubería, en un tramo de aproximadamente 5 km
- Trasvase por un túnel de aproximadamente 950 m, con descarga directa al canal alimentador del embalse Coyil, lo que probablemente significará una conducción adicional de no más de 1 km por tubería, a fin de acortar la longitud del túnel.

El principal problema del embalse, en relación con otras posibles alternativas de captación en sectores más altos de la cuenca, es que las aguas que captan ya han cruzado en gran parte la cordillera de la sal, teniendo una conductividad eléctrica mayor a las aguas de cabecera de la cuenca. No obstante, las alternativas tienen costos prohibitivos, problemas legales y ambientales, además que permiten regar con menor cantidad de agua y sin regulación.

Una ventaja importante del embalse corresponde a su canal alimentador, que aprovecha las obras existentes en el canal by-pass, que se construyó en el sector de San Bartolo.

A continuación, se efectúa una breve descripción de las obras proyectadas en el sistema de canales del río San Pedro.

a) Bocatoma Canales La Patilla y Tambillo

Esta obra consta, desde aguas arriba hacia aguas abajo, de un canal de captación y aducción, de sección rectangular de 0,40 m de ancho por 0,45 m de alto, con un espesor de 0,10 m y una longitud de 15 m en el caso del canal La Patilla y de 7 m para el canal Tambillo; de un vertedero lateral para evacuar los excesos de caudal captados de 2 m de longitud, seguido de una compuerta frontal del tipo "jardín" para controlar el caudal captado; de una regla graduada para medir la carga y un vertedero triangular de 60°, el que actúa como aforador. A continuación del vertedero lateral existe un enrocado de protección en 1 m de longitud.

La obra es de hormigón sin armar ya que no está sometida a grandes solicitaciones, el vertedero triangular está elaborado en una plancha de acero de 5 mm de espesor y enrocado de protección en piedras de un diámetro mínimo de 0,20 m.

Aún cuando, por la superficie que riegan estos canales, sus caudales a utilizar son muy pequeños, se han diseñado estas obras para un caudal mínimo de 50 l/s.

b) Obra de Captación Canal Bellavista

Este canal, que capta sus aguas desde el canal San Pedro, se le ha diseñado una bajada de fondo en dicho canal de 0,20 m de altura continuando luego con una compuerta frontal con mecanismo la cual regulará las aguas captadas. Después de esta compuerta sigue un canal rectangular de 0,60 m de ancho por 0,60 m de alto y 0,10 m de espesor en una longitud de 3,50 m al

final del cual va un vertedero triangular de 60° de corte, el que se complementa con una regla graduada para medir su carga, ubicada 1,00 m antes de él.

A continuación del vertedero viene una grada de bajada de 0,60 m seguida de un canal similar al anterior pero de sólo 0,40 m de alto y con una extensión de 32,00 m. Al final de este canal se tiene una cámara de 1,00 m de ancho por 1,00 m de largo y 1,20 m de alto con un espesor de 0,15 m.

De esta cámara sale una tubería del tipo Spiropecc de 800 mm de diámetro y una longitud de 266,00 m. El diámetro de esta tubería está definido por la dimensión mínima que se requiere para limpiarla, motivo por el cual se han diseñado cámaras de inspección cada 25,00 m. Las cámaras son del mismo material que la tubería y son elaboradas a pedido por el fabricante. En este caso se han especificado cámaras de 1,50 m de diámetro y de 1,80 m de alto las 6 primeras y de 1,30 m las 4 últimas.

Al final de la tubería se tiene una transición rectangular de 0,60 m de alto y ancho variable de 0,80 m a 0,60 m en una extensión de 1,00 m. con un espesor de 0,10 m. Luego sigue un canal rectangular con las mismas dimensiones del primer tramo en canal, el cual empalma con el canal existente.

Toda esta obra es de hormigón, excepto el tramo entubado, que tiene tubos del tipo Spiropecc Clase 60 de 800 mm de diámetro interno.

Los únicos tramos con armadura de refuerzo son aquellos donde se encuentra la compuerta y la cámara de entrada a la tubería, por ser los que tienen los muros más altos.

La tubería se ha enterrado por lo menos 1 m por debajo de su clave, con el fin de evitar que el río la afecte cuando está en crecida.

Al igual que en el caso de los canales La Patilla y Tambillo, esta obra se ha diseñado para un caudal mínimo de 50 l/s aunque la demanda total del área regada por este canal es mucho menor.

c) Revestimiento de los Canales Derivados Silo, Amacay, Paxa y Larache

Para el revestimiento de estos canales derivados, se ha dispuesto una sección rectangular en hormigón de 0,10 m de espesor, de 0,50 m de ancho por 0,50 m de alto, en el caso de los canales Silo y Amacay y de 0,60 m de ancho por 0,60 m de alto en los canales Paxa y Larache.

Estos revestimientos se han complementado con el diseño de las entregas por compuertas, las cuales consisten en tres pilares de hormigón de 0,20*0,20 m y una altura igual a la del canal respectivo. En estos pilares se colocan 4 perfiles U en los cuales se inserta la compuerta, cuyas dimensiones útiles son las mismas de la sección del canal respectivo.

d) Revestimiento Río San Pedro Canalizado

Este revestimiento se ha diseñado manteniendo las dimensiones de los tramos actualmente revestidos, es decir, con un ancho basal de 1,00 m, una altura de 1,00 m y un talud 1/2 (H/V). El revestimiento proyectado es en hormigón con un espesor de 0,15 m.

e) Revestimiento Canal La Patilla

En este canal parte en la misma bocatoma del canal Cuchabrachi. Su cauce hacia aguas abajo, a lo largo del canal es variable y hasta el km 1,025 sólo tiene 2 descargas al río. Se diseñó para un caudal de 120 l/s y el revestimiento es de hormigón con una sección de 0,45 m de ancho basal, 0,45 m de altura y taludes verticales, los muros de la sección tienen un espesor de 0,10 m.

f) Revestimiento Canal El Naranja

Este canal nace en la orilla o ribera derecha del río San Pedro en el sector de Catarpe. Es una salida rústica y de suave pendiente, se encauza desde el río San Pedro por medio de un empedrado de contención simple que permite su nacimiento de fondo de tierra.

Su entorno, a lo largo de su recorrido, lo conforma hacia la derecha el pie de la quebrada y hacia la izquierda los terrenos para sembrado, que en general están a un nivel parejo con la cota del canal. La descarga final termina en un terreno de aproximadamente 1 hectárea, donde existen árboles frutales (algarobos, chañares, perales, etc), en buena cantidad.

Este canal será revestido en hormigón con una sección de 0,45 m de ancho basal, 0,45 m de altura y taludes verticales, los muros de la sección tendrán un espesor de 0,10 m. El caudal de diseño es de 120 l/s.

g) Revestimiento Canal Tambillo

Este canal nace en la orilla o ribera derecha del río San Pedro en el sector de Catarpe. Es de una salida rústica, se encauza desde el río por medio de un empedrado de contención simple, que permite su nacimiento en su fondo natural.

Su entorno al comienzo es de un terreno parejo hasta los primeros 400 m desde donde el canal se carga hacia el pie de la quebrada, quedando su lado derecho inclinado hacia arriba y su lado izquierdo hacia abajo, en estas circunstancias su entorno se vuelve dificultoso y además, con mucha vegetación (chañares, brea alta, junquillos, etc).

Hasta los 700 m solamente existen 2 descargas al río, desde este sector comienzan los terrenos de sembrado hasta el término del canal. El total de terrenos que se riegan es de aproximadamente 10 hectáreas, por medio de 30 compuertas de entrega predial.

Este canal será revestido en hormigón con una sección de 0,45 m de ancho basal, 0,45 m de altura y taludes verticales, los muros de la sección tendrán un espesor de 0,10 m. El caudal de diseño es de 120 l/s.

h) Revestimiento Canal Bellavista

Este canal nace con una salida muy difusa de la ribera derecha aguas abajo del río, ya que en el sector, la planicie del terreno derrama el cauce en forma muy irregular. Su entorno a lo largo de su recorrido lo conforman, hacia la derecha el pie de la quebrada y hacia la izquierda la planicie de la caja del río San Pedro.

En su cauce hasta la unión con el canal revestido no existe ninguna entrega predial, sólo en el km 0,605 existe un derrame amplio de aproximadamente 5,0 m de canal hacia el río.

El proyecto consiste en revestir el canal con hormigón, con una sección de 0,40 m de ancho basal, 0,40 m de altura y taludes verticales, los muros de la sección tienen un espesor de 0,10 m. El caudal de diseño es de 120 l/s.

Cabe destacar que, de acuerdo con los estudios operacionales, el conjunto de obras descrito permitiría regar 866 há con 85% de seguridad y con un agua de salinidad inferior a los 2.000 dS/m. El costo total de las obras sería del orden de los US\$ 6 millones, y los indicadores económicos del proyecto en términos sociales serían VAN = US\$ 0,8 millones, TIR = 14,3 % y N/K = 1,205.

11.18.1.2 Falta de Capacidad y Deficiencia de la Infraestructura de Canales

El problema de la falta de capacidad de conducción de algunos canales se ha hecho patente hoy en día, toda vez que no se han construido los proyectos anteriormente indicados y más aún con la construcción del tranque nocturno de Guachar. La finalidad de este tranque es acumular las aguas de la noche y reforzar el riego del día, pero para ello se requiere mayor capacidad de canales. El proyecto de nuevo riego indicado en párrafo anterior puede dar solución y permitir otro sistema de turnos, pero debe ser adaptado y complementado con una revisión de la capacidad de la red de canales derivados y subderivados considerando la posibilidad de la regulación nocturna, puesto que en estos casos se requiere de una capacidad de conducción prácticamente dos veces mayor.

11.18.1.3 Proyecto de Mejoramiento con la Ley 18.450 de Fomento al Riego

a) Introducción

Este proyecto forma parte del estudio "DISEÑO DEFINITIVO DE 3 ESTANQUES ACUMULADORES NOCTURNOS Y MEJORAMIENTO DE CANALES DEL SISTEMA DE REGADÍO DE SAN PEDRO DE ATACAMA, II REGIÓN", el cual fue contratado por un convenio entre el Gobierno Regional de Antofagasta y el Instituto de Desarrollo Agropecuario de la II Región a la empresa Ingeniería y Construcción San Remo Ltda., cuyo informe final está fechado en abril de 1998.

El proyecto contempló la reparación de 12.723 m de longitud del canal San Pedro, tramo que abarca el canal matriz, el derivado Solcor y el derivado Coyo, la construcción y reparación de obras de arte y la construcción de los estanques reguladores nocturnos de Guachar y Solor con capacidades de 34.000 m³ y 15.000 m³, respectivamente.

En el concurso N° 132 de la Ley 18.450 se presentó la reparación y mejoramiento de la red de riego de San Pedro de Atacama. La obra total se dividió en 7 proyectos, de los cuales 3 resultaron bonificados y los 4 restantes están aprobados pero no obtuvieron bonificación. Los proyectos presentados a este concurso tiene un valor total de UF 89.252,50.

Los 3 proyectos que resultaron seleccionados tienen un costo total de UF 32.079,43 y obtuvieron una bonificación de UF 24.059,57, equivalente al 75% del costo total. Los proyectos bonificados corresponden a los siguientes:

- Construcción de tranque acumulador nocturno (tranque Guachar) y reparación del canal San Pedro
- Reparación canal San Pedro, canal Matriz
- Reparación canal San Pedro, canal Matriz, derivado Coyo

Los proyectos antes mencionados se encuentran construidos y consisten esencialmente en la reparación y ampliación del canal Matriz San Pedro, construcción de obras de arte y la construcción del embalse de acumulación nocturna denominado Guachar.

b) Descripción del Proyecto

Específicamente, el tranque Guachar se diseñó para un volumen de 34.000 m³. A modo descriptivo a continuación se explica su diseño.

▪ Ubicación de la Presa y Capacidad de Estanque

El estanque Guachar se ubica entre el río y el canal San Pedro, aguas abajo de la bocatoma del canal y a 2 km al Norte de la ciudad de San Pedro de Atacama. En sus comienzos, el canal se desarrolla en una planicie con pendiente Norte-Sur menor a 1 % y al pie de la ladera de una cadena de cerros de regular altura.

El estanque Guachar está conformado por un muro perimetral continuo de aproximadamente 540 m de longitud. En planta el muro encierra un área aproximadamente rectangular de 180 m por 90 m, totalizando una superficie del orden de 16.200 m².

▪ Sección transversal típica

El cuerpo del muro de la presa se consultó del tipo de tierra homogéneo, el que se construyó con material local. Este material también provino del interior de la cubeta con el objeto de aumentar la capacidad volumétrica de la misma.

El material se seleccionó bajo 4" y se compactó en capas de 30 cm hasta alcanzar una densidad equivalente al 98% de la densidad máxima compactada seca.

El muro se proyectó con un ancho de coronamiento de 3 m y taludes con inclinación 1:2,25 (H:V). La cota de coronamiento es la 96,20 m.s.n.m. y una altura máxima de 2 m para el muro.

La excavación al interior de la cubeta se efectuó permitiendo un hombro libre de mínimo 15 m a contar del pie del talud interior; la excavación tuvo una profundidad de aproximadamente 1 m.

▪ Impermeabilización del muro

Debido a la alta permeabilidad del material del muro y del suelo de fundación; incluso en muestras compactadas al 98% de la D.M.C.S., se consulta impermeabilizar el talud de aguas abajo del muro y la totalidad de la cubeta del estanque. Además, para evitar la erosión de los taludes de aguas arriba por rebales en la bocatoma del canal, se recomendó extender la impermeabilización del estanque por este costado.

Para la impermeabilización del estanque se consultó la instalación de una geomembrana de HDPE apoyada sobre un geotextil de 500 gr/m² para evitar el punzonamiento. Previamente, el suelo natural debió prepararse mediante la extracción de los clastos de tamaño máximo 1 ½" que se distinguieran por sobre la superficie del terreno.

El anclaje del sistema de impermeabilización se efectuó con zanjas de anclaje en el coronamiento del muro y al pie del talud de aguas arriba. Al pie del talud de aguas abajo se debió colocar una serie de sacos rellenos con tierra o algún otro tipo de peso (de cantos redondeados) para evitar el estiramiento de la geomembrana por efecto del viento. En todo el contorno de la excavación al interior de la cubeta se consultó una tercera zanja de anclaje.

Se tuvo especial cuidado en la colocación y soldadura de la geomembrana, ya que la calidad de la instalación se considera el principal factor para un buen funcionamiento del sistema de impermeabilización.

c) **Diagnóstico de la Situación Actual del Tranque**

En primer lugar llama profundamente la atención una modificación al proyecto original en la obra de descarga del tranque. En efecto, originalmente esta obra de descarga consistía en una tubería de cemento comprimido de 1000 mm de diámetro con compuerta metálica que controlaría la salida del agua y que funcionaría con una presión de 2 m de altura de aguas.

Sin embargo, este proyecto original fue cambiado debido a fallas en la filtración y operación de la compuerta por dos tuberías HDPE de 300 mm con cierre de válvulas. Para ello,

se colocaron las 2 tuberías de 300 mm al interior del tubo de 1000 mm y se rellenó con hormigón H-20 inyectado.

Esta modificación del proyecto no es compatible hidráulicamente con el proyecto original, por cuanto, la velocidad de vaciado del tranque se verá notoriamente disminuida, ya que las dos tuberías de 300 mm no permitiría evacuar el caudal diseñado con la tubería de 1 m. Esta situación podría resultar de suma gravedad en la etapa de operación del sistema cuando éste se encuentre en pleno funcionamiento.

Por otra parte, en la visita de reconocimiento para realizar el diagnóstico de la situación actual del sistema, se pudo apreciar que debido a problemas de operación en las compuertas de entrada al tranque, éste se rebalsó por sobre el muro perimetral de tierra provocando erosión en los terrenos circundantes la destrucción de parte del muro perimetral.

Otro problema que se pudo detectar, es el derrame de las aguas por sobre el muro del costado poniente del tranque por el oleaje que se produce debido a los fuertes vientos de la zona. Lo anterior ha erosionado los taludes del tranque, en los que se observa profundas grietas que podrían afectar la estabilidad de la obra.

Debido a lo anteriormente expuesto, se propone que mientras en tranque no se encuentre en operación en un 100% de su capacidad, mantener el nivel de las aguas no el máximo de diseño, sino que a una cota menor.

Finalmente, se puede indicar que en los peraltes de los canales, se observa una situación poco común, ya que solo se han peraltado unos tramos aislados de ellos. De esta manera, la capacidad de los canales reparados sigue siendo la original mientras no se completen dichos peraltes en todo su trazado.

11.18.1.4 Problemas Organizativos

El diagnóstico reveló una serie de problemas a nivel de las organizaciones, pero que en gran medida pueden comenzar a resolverse con la creación legal de la Comunidad Indígena de Aguas de San Pedro.

Se nota en la gente el deseo de los atacameños de lograr una autonomía de decisión bajo un marco de sustentabilidad, con la finalidad de lograr 4 objetivos básicos:

- mejoramiento de la calidad de vida, disminuyendo la pobreza
- fortalecimiento de la capacidad de la población para generar ingresos
- fortalecimiento y preservación de la identidad étnica
- fortalecimiento de la gestión de los recursos humanos y financieros

En el caso de los regantes, ya se ha creado una sola Comunidad de Aguas, que perfectamente puede actuar bajo los principios anteriores. Sin embargo, se estima que la eventual materialización de los proyectos mayores de obras de riego anteriormente indicados va a constituir un desafío muy grande. Para regar adecuadamente las 866 há, lo más recomendable

sería la creación de comités que representen a los subsistemas de riego que se definan según el esquema de turnos que se adopte. Estos comités deben funcionar en forma independiente, por cuanto cada subsistema tendrá sus propios problemas especiales que resolver, y a la vez tener al menos un representante ante la Directiva de la Comunidad de Aguas.

El desafío es muy grande, por cuanto hay que luchar contra la migración y hacer volver a la gente a sus tierras, lo cual sólo se conseguirá mostrando esta actividad como más atractiva y rentable que las alternativas, para lo cual se requiere de un gran apoyo técnico y crediticio en todo tipo de aspectos del riego y de la producción agrícola. ¡El atacameño del futuro debe ser capaz de integrarse a los nuevos tiempos!

11.18.1.5 Forma del Riego, en Especial el Sistema de Turnos

Tal como se mencionó anteriormente, el sistema de turnos de 2 hr/há cada 25 días no va a ser el más recomendable si se construyen las obras que den seguridad de riego y mejoren la calidad del agua. Se hará una proposición de turnos para una superficie base de 800 há, que puede ser adaptada posteriormente a la superficie de riego definitiva. Se dividirá el área total en sectores de riego con suministro continuo, cada uno de los cuales tendrán que organizarse para repartirse su agua bajo el sistema de turnos del sector.

Los predios bajo riego y las superficies que cultivan en situación actual se obtuvieron del estudio "Manejo Experimental de la Cuenca del Río San Pedro de Atacama, II Región", realizado por R&Q Ingeniería Ltda. para la Dirección de Riego, y su ubicación dentro de cada canal, se obtuvo del Catastro de Usuarios efectuado por la firma CEPA Ltda. para la Dirección General de Aguas. Finalmente, la tasa de riego futura se obtuvo del "Estudio de Alternativas de Manejo del Río San Pedro, II Región", realizado por la firma Luis Arrau Ingenieros Consultores. Consultores.

Por integración de los valores obtenidos se determinó el caudal total que le correspondía a cada canal y, por ende, a cada uno de los grupos de riego existentes. Analizando los resultados, se llegó a la conclusión que a algunos grupos les correspondían caudales excesivamente altos por lo que se subdividieron en subgrupos.

Para determinar el tamaño más conveniente de cada grupo de riego, se ha considerado que caudales menores de 30 l/s son difíciles de aprovechar y que caudales mayores que 150 l/s son muy difíciles de manejar, provocándose pérdidas de agua y erosiones en los terrenos a regar.

Para establecer los tiempos de turnos dentro de cada grupo, se consideró que varios de los cultivos presentes en el área requieren de riegos más seguidos que los 25 días como promedio de los turnos actuales. En caso contrario, bajarán sus rendimientos. Por este motivo se establecieron turnos cada 8 días, estimado como lo más adecuado para la zona, período que podrá ajustarse posteriormente según la experiencia que se adquiera en la práctica. El sistema de obras así lo permite.

En el Cuadro 11.18.1.5-1, se indican los grupos de turnos que se establecieron finalmente, con los canales que los conforman, las superficies regadas en cada uno de ellos, la demanda futura en l/s considerando una tasa de riego de 1,37 l/s/há, el turno que le correspondería cada 22 días y también cada 8 días. Se incluye además, en este cuadro, el porcentaje del caudal total disponible que le correspondería a cada grupo de turno.

CUADRO 11.18.1.5-1
ESQUEMA GENERAL DE TURNOS

	SUPERFICIE (há)	DEMANDA FUTURA (l/s)	TURNO CADA 22 DÍAS (horas - minutos)	TURNO CADA 8 DÍAS (horas - minutos)
GRUPO 1 10.39%				
CANAL CUCHABRACHI	11.8976	16.30	73 -14	26 -38
CANAL EL NARANJO	0.4412	0.60	2 -43	0 -59
CANAL LA PATILLA	10.3680	14.20	63 -49	23 -12
CANAL TAMBILLO	11.3604	15.56	69 -56	25 -26
CANAL GUACHAR	0.3374	0.46	2 - 5	0 -45
CANAL BELLAVISTA	3.9877	5.46	24 -33	8 -56
CANAL DERIVADO CAPIA	27.2218	37.29	167 -34	60 -56
CANAL DERIVADO SILO	20.1622	27.62	124 - 7	45 - 8
TOTAL GRUPO 1	85.7763	117.51	528 - 0	192 - 0
GRUPO 2-A 8.57%				
CANAL SAN PEDRO	3.3890	4.64	25 -17	9 -12
CANAL DERIVADO TURBINA	21.4612	29.40	160 - 6	58 -13
CANAL DERIVADO MUTAR	10.4893	14.37	78 -15	28 -27
CANAL DERIVADO PAXA	28.8769	39.56	215 -25	78 -20
CANAL DERIVADO AGUILAR	6.5600	8.99	48 -56	17 -48
TOTAL GRUPO 2-A	70.7764	96.96	528 - 0	192 - 0
GRUPO 2-B 10.15%				
CANAL DERIVADO COYO	5.4079	7.41	34 - 3	12 -23
CANAL SUBDERIVADO CHECAR	78.4577	107.49	493 -57	179 -37
TOTAL GRUPO 2-B	83.8656	114.90	528 - 0	192 - 0
GRUPO 2-C 5.72%				
CANAL DERIVADO COYO	47.2350	64.71	528 - 0	192 - 0
GRUPO 3-A 7.58%				
CANAL SAN PEDRO	3.9334	5.39	33 - 9	12 - 3
CANAL DERIVADO LARACHE	58.7102	80.43	494 -51	179 -57
TOTAL GRUPO 3-A	62.6436	85.82	528 - 0	192 - 0

CUADRO 11.18.1.5-1 (Continuación)
ESQUEMA GENERAL DE TURNOS

GRUPO 3-B 10.89%				
CANAL DERIVADO SOLCOR	37.8413	51.84	222 -14	80 -49
CANAL SUBDERIVADO EL PERAL	52.0647	71.33	305 -46	111 -11
TOTAL GRUPO 3-B	89.9060	123.17	528 - 0	192 - 0
GRUPO 4-A 9.79%				
CANAL DERIVADO COYO	80.9035	110.84	528 - 0	192 - 0
GRUPO 4-B 6.29%				
CANAL SUBDERIVADO MUCHER	51.9661	71.19	528 - 0	192 - 0
GRUPO 5-A 9.32%				
CANAL DERIVADO SOLOR UNO	60.6535	83.10	416 - 5	151 -18
CANAL SUBDERIVADO TRES	16.3142	22.35	111 -55	40 -42
TOTAL GRUPO 5-A	76.9677	105.45	528 - 0	192 - 0
GRUPO 5-B 9.84%				
CANAL SUBDERIVADO CUATRO	41.2476	56.51	268 - 4	97 -29
CANAL DERIVADO SOLOR DOS	21.7795	29.84	141 -33	51 -28
CANAL SUBDERIVADO UNO	18.2180	24.96	118 -24	43 - 3
TOTAL GRUPO 5-B	81.2451	111.31	528 - 0	192 - 0
GRUPO 6 9.92%				
CANAL DERIVADO CUCUTER	34.3069	47.00	220 -59	80 -21
C. SUBDER. ADELANTE UNO	47.6632	65.30	307 - 1	111 -39
TOTAL GRUPO 6	81.9701	112.30	528 - 0	192 - 0
GRUPO 7 1.54%				
CANAL DERIVADO ESTANQUE	12.6922	17.39	264 - 0	96 - 0
TOTAL ÁREA	825.9476	1131.55		

Con la distribución que se ha diseñado, el mayor caudal que deberá manejar un grupo es de 123 l/s y el menor de 65 l/s, con excepción del grupo 7 que, por poseer un estanque para almacenar el agua de noche, tiene un sistema especial de reparto durante sólo 12 horas diarias, suponiendo que se embalsa durante 12 horas.

Para la operación del sistema, se deberá distribuir primero el caudal disponible para todo el sistema entre los 12 grupos de turnos que se han establecido de acuerdo al porcentaje que le corresponde a cada uno de ellos y que se indica en el cuadro anterior y, dentro de cada grupo, el total del agua de ese grupo le corresponderá a cada canal durante el tiempo que se indica también en dicho cuadro.

Para aquellos predios que por su pequeño tamaño les corresponden pocos minutos de riego (menos de 5 minutos) se les puede mejorar su situación estableciendo que deban regar cada dos turnos, es decir, cada 16 días, durante el doble del tiempo que le corresponde normalmente.

11.18.1.6 Necesidad de Apoyo Técnico y Crediticio

De los entrevistados, se observó que todos conocen a la institución INDAP, aunque no necesariamente todos han sido usuarios de créditos ni asistencia técnica. Se destaca la participación en los siguientes cursos:

- Administración Comercial y Gestión Empresarial
- Fertilización y Control de Plagas
- Cultivos de Parronales y Quinoa
- Instalación y Mantenimiento de Invernaderos
- Preparación de Suelos para Chacras

Por otra parte, cuatro de los entrevistados han obtenido crédito INDAP para adquisición de insumos, forraje, equipos de riego y materiales para construcción de invernaderos, todos ellos tienen deuda crediticia pendiente o morosidad, información que es la tendencia general del 50% de los agricultores (252 colocaciones) de la zona según lo informado por el INDAP, situación que se ha visto afectada por temporales de lluvia y viento que afectaron a la zona el año 1998. Se destaca una fuerte dependencia tanto tecnológica como financiera hacia los organismos estatales.

Asimismo el INDAP participa en la mesa de trabajo intersectorial instancia de coordinación de los servicios públicos del agro, puesto que San Pedro de Atacama es la comuna donde se destinan mayores recursos en la II Región, intentándose incrementar los terrenos cultivables (actualmente 300 ha) y optimizar los turnos de riego que actualmente son de 20 a 30 días. Para el año 2000 se proyecta postular a una modalidad de apoyo tecnológico INDAP-PRODESAL, ya que de acuerdo a las evaluaciones del INDAP, el SAL no ha dado resultados satisfactorios en la zona.

Un proyecto productivo relevante en la zona fue el Proyecto Chile Norte, el que se desarrolló entre los años 1993 y 1998, fue financiado por la Comunidad Económica Europea (CEE) y el Gobierno de Chile por un monto global de 15 millones de dólares. Este proyecto se desarrolló en la I y II Región, en la Región de Antofagasta estuvo localizado en San Pedro de Atacama y Calama y tuvo como objetivo el aumento de los ingresos económicos provenientes de la actividad agropecuaria mediante un apoyo tecnológico, organizacional y financiero.

De acuerdo con los testimonios de los agricultores, este proyecto permitió promover una diversificación productiva importante en la zona, asimismo y de acuerdo a antecedentes entregados por la alcaldesa Sandra Berna permitió consolidar las relaciones del municipio, el Gobierno Regional y los agricultores, ya que el proyecto fomentó la creación de un departamento agropecuario a nivel comunal.

Las experiencias expuestas revelan claramente la necesidad de reforzar las actividades de apoyo a los agricultores que realiza el INDAP, así como asistirlos con el apoyo de instituciones como la Dirección de Obras Hidráulicas, por ejemplo, en el desarrollo de proyectos de carácter intrapredial y postularlos a los beneficios de subsidios que otorga la Ley 18.450, u

otros. También, existen aspectos relacionados con el Código de Aguas y Leyes Indígenas, que deberán conocer y manejar muy bien ahora que están legalizados como Comunidad.

11.18.2 Sistema Vilama

Aún cuando el Sistema Vilama se observa sin mayores problemas organizacionales para su funcionamiento, se estima que ello se debe a que hoy en día el interés por el riego es relativamente bajo, situación que puede revertirse si se le inyecta al sistema un apoyo externo importante, tanto técnico como económico. Se nota una falta de preparación de los agricultores en todo sentido, que probablemente significará una complicación importante para desarrollar una explotación mayor.

Sobre la base de la información obtenida en terreno, el total del área regándose actualmente en Vilama es de 94 há. Si se considera que el caudal 50% estimado para la captación en el río Vilama es de 190 l/s, se tendría una tasa media del orden de 2 l/s/há para esta seguridad.

Sin embargo, los turnos actuales son ineficientes, con gran pérdida de agua, por cuanto el sistema de riego por heras o melgas, que consiste en aislar un paño de terreno mediante pequeños pretilos para poder llenarlo con el agua que le llega durante el turno, requiere de una alta tasa de riego adicional debido a la falta de nivelación de los terrenos. La razón es que si no se inundan completamente durante un período excesivo los sectores bajos de la melga, entonces no se regará con agua suficiente los sectores altos, entendiéndose por tasa suficiente aquella que incluya el lavado de suelos. Entonces, en este proceso, debido a lo arenoso de los suelos es demasiada el agua que se pierde por percolación profunda en los sectores más bajos. Si se suma a estas pérdidas las que se producen en los canales no revestidos, con secciones anchas, irregulares, arenosos, sin sistemas de distribución adecuados, y llenos de “cucureras”, entonces se concluye que actualmente la eficiencia global difícilmente llegue al 25%. Es decir, con seguridad 50% estarían regando con una tasa media de 0,5 l/s/há, con la de la discontinuidad propia del sistema de turnos.

De acuerdo con lo anteriormente expuesto, los principales problemas del sistema de regadío Vilama que se propone intentar resolver con prioridad, son:

- Infraestructura de obras
- Falta de nivelación de los suelos
- Forma de riego
- Falta de apoyo técnico y crediticio

Se estima que los cuatro grandes problemas del sistema deben ser solucionados a través de un solo proyecto integral, que considere en primer lugar un apoyo técnico y crediticio para desarrollar, en primer lugar, **los proyectos de mejoramiento necesarios para no perder tanta agua**, básicamente los revestimientos de canales de la red secundaria hasta los predios. En segundo lugar, **los proyectos necesarios para mejorar el riego intrapredial**, que pasan por una mayor nivelación de los terrenos. Con ambos objetivos cumplidos, lo cual puede lograrse con el apoyo de los subsidios de la ley 18.450, será posible **mejorar la forma de regar**. Finalmente,

con el apoyo técnico y crediticio, será posible **lograr un adecuado nivel de producción y una organización preparada para la operación, mantenimiento y comercialización.**

En efecto, una vez resuelto el problema de las pérdidas de agua y nivelaciones del terreno, se podrá dividir el sistema en dos grupos que trabajen con caudales no inferiores a 50 l/s y no superiores a 150 l/s, con turnos de 8 días cada uno.

Las horas de riego de cada ayllu, según la información entregada por regantes, es la siguiente:

Poconche:	106 horas
Beter:	276 horas
Tulor:	186 horas

Se propone entonces, considerando que el caudal máximo del sistema es del orden de 215 l/s y el mínimo 172 l/s, que se formen los dos grupos siguientes:

- Grupo I, conformado por los ayllus de Poconche y Tulor, con un caudal permanente del 51,4% del captado por el canal Vilama. Operaría con un máximo de 110 l/s y un mínimo de 88 l/s.
- Grupo II, conformado por los regantes del ayllu de Beter, con un caudal permanente del 48,6% del captado por el canal Vilama. Operaría con un máximo de 105 l/s y un mínimo de 84 l/s.

Los caudales anteriores son teóricos de operación, debiendo naturalmente los canales diseñarse para caudales mayores, por ejemplo el doble.

El sistema así definido operaría turnándose Poconche con Tulor, lo que significa que cuando le toca el turno a Poconche, el marco de Poconche capta el 51,4% del canal Vilama y el marco de Beter todo el resto. Cuando el turno es de Tulor, entonces el marco de Poconche debe dejar pasar el agua y el marco de Beter debe captar el 48,6% del caudal que traiga el canal Vilama. Los turnos internos de cada canal se definirán de acuerdo con las horas, o derechos, que tienen los regantes.

Se estima que con el sistema propuesto, se podría perfectamente eliminar las pérdidas de agua a prácticamente la mitad, lo que permitiría incluso poner mayor superficie bajo riego, dado que la superficie potencial de cada sector es bastante mayor, 48 há en Poconche, 104 há en Beter y 84 há en Tulor, como superficie total potencial de riego.

11.19 PLAN DE GESTIÓN PARA EL DESARROLLO

La capacidad de pago actual de los regantes atacameños, para cumplir con los compromisos que les impone el DFL 1.123 o la Ley 18.450, para la construcción de obras de riego, es hoy en día muy limitada. Esto entraba normalmente el planteamiento de cualquier Plan de Gestión para el riego, ya que éste debe comenzar con el mejoramiento del sistema de obras actualmente existente.

En consecuencia, se postula que para lograr la factibilidad de un Plan de Gestión para la agricultura de San Pedro de Atacama, es fundamental que las autoridades correspondientes consideren el problema desde un punto de vista muy especial, con gran contenido étnico y social, geopolítico, de desarrollo, etc., preparando programas de subsidios y asistencia técnica y crediticias bastantes más amplias que las normales, que tomen en cuenta la cultura y costumbres de esta etnia.

El país cuenta con una división política administrativa donde cada uno de sus componentes dispone de un sistema de administración claramente establecido, y donde las autoridades comunales son elegidas libremente por la ciudadanía. En el caso específico de la comuna de San Pedro de Atacama, es el Alcalde y Concejo Comunal los encargados de planificar, priorizar, ejecutar, coordinar, hacer el seguimiento, y evaluar todas y cada una de las acciones y actividades que se emprendan en su jurisdicción.

De esta manera, con el fin de alcanzar el objetivo de desarrollo antes señalado para San Pedro de Atacama, se deberán concentrar acciones tendientes a lograr el fortalecimiento técnico y financiero del gobierno comunal, de tal manera de que sea éste el ente conductor y coordinador de toda acción que emprenda en el área el sector público y privado, sin perjuicio que determinados proyectos y programas deban ser subsidiados y manejados por instituciones de nivel Regional o Nacional.

Para estos efectos se deberán llevar a cabo importantes esfuerzos de modernización y actualización de la estructura y funcionamiento de la administración comunal. Base fundamental de ello es la transformación de las actividades administrativas hacia una racionalización de la gestión pública, con flexibilidad presupuestaria local, y la correspondiente autonomía en las decisiones.

El municipio debe tender a alcanzar el máximo aprovechamiento de los recursos locales, en forma integrada al país, y complementándose con áreas de interés económica, política y social, constituyéndose en un polo de atracción de las inversión pública y privada, nacional y extranjera. Debe propender, y también presionar, para el incremento y mejoramiento de la infraestructura productiva y de servicios, de tal forma de detonar un proceso de desarrollo sustentable a corto, mediano y largo plazo.

También debe conducir y propiciar acciones coordinadas entre los sectores públicos y privados, para el adecuado fomento a la capacidad emprendedora comunal, creando las medidas e instrumentos necesarios para reforzar la base empresarial local, y atraer nuevos inversionistas en las diversas ramas de la actividad económica.

El municipio debe iniciar en forma inmediata acciones destinadas a conformar, o reforzar un departamento de planificación, a través del cual se establezcan las líneas de trabajo, se identifiquen proyectos y se conforme una cartera de proyectos en distintas etapas de desarrollo, se designen las personas responsables, se determinen los presupuestos y sus fuentes de financiamiento, y se efectúen los seguimientos y evaluaciones correspondientes. Esta función puede ser asumida por una empresa consultora externa, que se reporte directamente ante el Alcalde y Concejo Municipal.

Por otro lado, los organismos públicos ministeriales, o dependientes de los mismos, deberán hacer esfuerzos para trabajar estrechamente coordinados con la autoridad local, de tal manera de dar respuesta a las estrategias de desarrollo y a los programas de desarrollo establecidos por el municipio.

Como resultado de los análisis desarrollados anteriormente se puede concluir que es tarea prioritaria crear un compromiso entre las organizaciones locales y regionales para enfrentar los múltiples aspectos que tienen relación con la implementación de un Plan de Gestión de Desarrollo de San Pedro de Atacama. Entre estos aspectos cabe señalar:

Situación de los recursos hídricos e infraestructura de riego	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Cantidad y calidad de las aguas ▪ Situación legislativa ▪ Administración de los recursos ▪ Proposición de mejoramiento y nuevas obras de riego
Uso del suelo	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Uso actual del suelo ▪ Crecimiento de la población urbana, rural y turística ▪ Plan regulador
Situación agrícola	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Identificación de fortalezas y debilidades para una agricultura sustentable
Aspectos ambientales	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Mantención de las condiciones de oasis ▪ Identificación y proposición de iniciativas para la evitar contaminaciones de todo tipo ▪ Desertificación
<u>Tratamiento de aguas servidas</u>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Determinación del uso de las aguas servidas ▪ Tratamiento de las aguas servidas y costos ▪ Identificación de áreas para ser regadas ▪ Creación de parques y áreas verdes
Forestación	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Factibilidad de forestación de áreas amenazadas ▪ Identificación de especies apropiadas ▪ Análisis de experiencias en condiciones similares
Integración del turismo	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Identificación y fortalecimiento de las actividades indirectas del turismo en el ámbito agrícola

A. DEFINICIÓN DEL PLAN DE ACCIÓN**- Objetivo General:**

Proposición de las acciones para el desarrollo de políticas y prácticas en el manejo del territorio comunal por las distintas instituciones públicas y privadas para la mantención y sustentabilidad del riego en San Pedro de Atacama, lo cual garantizaría la condición de oasis del lugar.

- Objetivos Específicos:

1. Utilizar la planificación del ordenamiento territorial para asegurar la mantención de la zona de riego y del oasis de San Pedro de Atacama.
2. Crear las condiciones de mejores expectativas de desarrollo agrícola para que la juventud se interese en esta actividad y no emigre hacia otras ciudades. Este es uno de los mayores problemas a resolver y que requiere de una fuerte inyección de capitales, quizás mucho mayores de aquellos que la misma actividad agrícola pueda generar, por lo tanto, se requiere de fuertes subsidios para el cumplimiento de este objetivo específico.
3. Capacitar a los regantes para manejar adecuadamente los recursos hídricos disponibles y la infraestructura de riego existente, así como también, los mejoramientos que pudieran realizarse.
4. Organizar el uso del suelo productivo, de expansión urbana y de servicios en función de la sustentabilidad ambiental del oasis.
5. Resguardar las aguas superficiales y subterráneas en el entorno de San Pedro.
6. Procurar la inserción ordenada, funcional y ambientalmente protegida de los programas de desarrollo habitacional y turístico.
7. Promover un manejo sistemático de los residuos sólidos y líquidos generados por los habitantes de San Pedro de Atacama, ya que de acuerdo a investigaciones realizadas por la DOH se ha detectado contaminación en los canales de riego en los sectores en que éstos atraviesan la ciudad.
8. Incorporar a los recursos hídricos disponibles, las aguas servidas tratadas del poblado de San Pedro de Atacama.
9. Proposición y validación de alternativas rentables y técnicamente probadas para los agricultores del valle de San Pedro.
10. Aumentar mediante programas de información y capacitación a los agricultores existentes y a los nuevos que podrían incorporarse al sistema.

B. IMPLEMENTACIÓN DEL PLAN DE ACCIÓN

Una vez definidos los objetivos será posible identificar las acciones para cumplir con los objetivos propuestos con el fin de determinar los plazos e instituciones responsables de su realización.

Las acciones propuestas se han organizado 4 programas en función de naturaleza de ellas. Estos programas son: ordenamiento agrícola, ordenamiento hídrico, ordenamiento territorial y ordenamiento institucional. A continuación se definen cada uno de ellos.

PROGRAMAS	DESCRIPCIÓN
Ordenamiento Agrícola	Conjunto de acciones que tienen como propósito el fomento de la actividad agrícola y forestal en el valle de San Pedro de Atacama, así como también, la superación de los obstáculos para su implementación y desarrollo.
Ordenamiento Hídrico	Conjunto de acciones que tienen como finalidad cumplir con las normas y prácticas derivadas del Código de Aguas, especialmente aquellas con las cuales se rigen las comunidades atacameñas.
Ordenamiento Territorial	Conjunto de acciones que permitan el desarrollo armonioso del valle de San Pedro y sus alrededores mediante el uso o actualizaciones de los instrumentos normativos que señala la legislación urbanística y ambiental.
Ordenamiento Institucional	Conjunto de acciones destinadas a mejorar la capacidad institucional para implementar el plan de desarrollo y para involucrar a la comunidad en sus fines y objetivos.

C. INSTITUCIONES Y ORGANISMOS INVOLUCRADOS

Gobernación de la Provincia del Loa
 Comisión Nacional de Riego
 Secretaría Regional de Agricultura
 Secretaría Regional de Bienes Nacionales
 Secretaría Regional de Vivienda y Urbanismo
 Secretaría Regional de Minería
 Ilustre Municipalidad de San Pedro de Atacama
 SERPLAC
 CONAMA
 CONADI
 Dirección Regional de Obras Hidráulicas
 Dirección Regional de Aguas
 Dirección Regional de Planeamiento del MOP
 Dirección Regional de CONAF
 Dirección Regional de INDAP
 Dirección Regional de Arquitectura
 Dirección Provincial de Educación
 Dirección Provincial del SAG
 CODELCO
 ESSAN S.A.

12. PROGRAMA COMERCIALIZACIÓN DE BIENES CON DENOMINACIÓN DE ORIGEN

12.1 OBJETIVOS

El programa tiene por objeto analizar la factibilidad de comercializar productos que cuenten con un sello a través del que se acredite que su procedencia es de la localidad de San Pedro de Atacama, de manera de aprovechar la cantidad de turistas nacionales y extranjeros que visitan la Comuna, y el prestigio que ésta tiene en varios países americanos, europeos y asiáticos.

Mediante este mecanismo se espera incrementar el número de negocios, los volúmenes de comercialización, y la velocidad de venta de aquellos productos o artículos que presentan las mejores opciones, y de ser posible, mejorando la presentación aumentar el nivel de precios con que ellos se comercializan.

12.2 REQUISITOS QUE DEBE CUMPLIR UN PRODUCTO PARA SER CONSIDERADO COMO ORIGINARIO DE UN TERRITORIO¹

Para que un bien pueda ser comercializado internacionalmente con un sello que identifique su procedencia, o denominación de origen, debe cumplir con un conjunto de normas establecidas para estos efectos en los acuerdos de libre comercio que suscriben los Estados.

Si bien es cierto en estos documentos se establecen los requisitos que debe cumplir un producto para ser considerado originario de determinado país, ello también puede hacerse extensivo para aquellos bienes que se producen en San Pedro de Atacama, y se comercializan dentro del territorio nacional, y fuera de él.

Para que un bien pueda contar con denominación de origen debe cumplir las siguientes principales condiciones:

- Ser obtenido en su totalidad, o producido enteramente en el territorio en cuestión.
- Ser producido a partir exclusivamente de materiales originarios del lugar
- Ser producido en el territorio a partir de materiales no originarios que cumplan con un cambio de clasificación arancelaria producto de la transformación experimentada, y el bien resultante cumpla con un valor de contenido regional o local, y con las demás disposiciones aplicables que se enuncian en esta enumeración. (ver Anexo 12.2-2).
- Ser producido en el territorio y cumplir con el valor de contenido local y con las demás disposiciones aplicables que se enuncian es esta enumeración.

¹ A título informativo se presenta en Anexo 12.2-1 algunos artículos de la Ley de Alcoholes que tratan este aspecto.

- Ser producido en el territorio, pero uno o más de los materiales no originarios utilizados en la producción del bien no cumpla con un cambio de clasificación arancelaria debido a que: a) el bien se ha importado de una parte sin ensamblar o desensamblado, pero se haya clasificado como un bien ensamblado y, b) el bien sea de la misma partida que las partes que lo integran, y que dicha partida no se divida en sub partidas, o la sub partida sea la misma tanto para el bien como para sus partes, y los describa específicamente. De este requisito quedan exento los bienes comprendidos en el capítulo 61 y 63 del Sistema Armonizado.
- Cuando el valor del contenido local no sea inferior al 50% del valor de transacción, o del 40% del costo neto, y el bien cumpla con las demás disposiciones aplicables de este capítulo.

De esta manera, quedan excluidos de ser clasificados como bienes originarios aquellos productos en que se efectúen las siguientes operaciones:

- la dilución en agua o en otra sustancia que no altere materialmente las características del bien
- operaciones simples destinadas a asegurar la conservación del bien durante su transporte o almacenamiento, tales como aireación, refrigeración, extracción de partes averiadas, secado o adición de sustancias;
- el desempolvado, cribado, clasificación, selección, lavado o cortado:
- el embalaje, reembalaje o empaque para la venta al menudeo;
- la reunión de bienes para formar conjuntos, juegos o surtidos;
- la aplicación de marcas, etiquetas o signos distintivos similares;
- la limpieza, inclusive la remoción de óxido, grasa, pintura u otros recubrimientos; y
- la simple reunión de partes y componentes que se clasifiquen como un bien. Lo anterior no se aplicará a los bienes que ya habían sido ensamblados y posteriormente desensamblados por conveniencia de empaque, manejo o transporte.

Tampoco se confiere origen a un bien por cualquier actividad o práctica de fijación de precios, respecto de la cual se pueda demostrar, a partir de pruebas suficientes, que su objetivo es evadir el cumplimiento de las disposiciones antes enunciadas.

12.3 CATASTRO DE PRODUCTOS QUE PODRÍAN CONTAR CON DENOMINACIÓN DE ORIGEN

En San Pedro de Atacama se producen una serie de bienes que eventualmente podrían contar con un sello que acreditara su origen. Dentro de ellos se encuentran diversos productos en artesanías, y algunos productos agrícolas típicos de la zona.

En el local que disponen los artesanos de San Pedro de Atacama (calle Ignacio Carrera Pinto # 561), se encuentran diversos artículos en madera de cactus, tales como lamparas, pantallas para lamparas, paneras, apliques, joyeros, tambores y pequeños cofres. Estos artículos son producidos en la localidad de Talabre (ver Anexo 12.3-1).

Entre los productos artesanales tejidos, ya sea a palillo a con telar, se encuentran bajadas de cama, chales, frazadas, suéteres, bolsos, bufandas, gorros de lana, gorros con orejas, pasa montañas, guantes, medias y calcetas, talegas y ponchos. El centro de producción se encuentra en la localidad de Camar.

La artesanía en piedra cuenta con replicas a escala de las fachadas de las iglesias altiplánicas y su torres, pequeñas representaciones del cono del volcán Licancabur, replicas de las ruinas de la aldea de Tulor, también una amplia variedad de figuras de animales como burros, llamas y alpacas, y algunos objetos utilitarios, tales como porta focos, ceniceros, pedestales para lamparas. Todos estos artículos se trabajan en un tipo de roca volcánica llamada liparita, que se explota en canteras de Toconao.

Los productos artesanales en metal son poco trabajados. Los que se elaboran corresponden a llaveros y pinches para el pelo, con figuras de replicas de los petroglifos que se encuentran en los alrededores de la localidad (ver Anexo 12.3-1).

Cabe señalar que en el pueblo también se instala otra feria artesanal, al costado de la Municipalidad de San Pedro de Atacama, donde la mayoría de los productos expuestos son originarios de Perú o de Bolivia. Las personas que atienden en estos locales no son lugareños, sino que gente de los más diversos orígenes.

Esta última feria artesanal ha generado una disputa entre habitantes locales y afuerinos, que ha llevado a los habitantes de San Pedro de Atacama a sostener que todo el desarrollo del turismo y las actividades anexas a él, no han significado ningún progreso para los habitantes originarios de la localidad, ya que no se les protege contra la llegada de inmigrantes, y sólo pueden acceder a labores tales como hacer aseo en hoteles y atender la lavandería.

Por otro lado, la producción agrícola que actualmente se cosecha en la zona no cuenta con los requisitos mínimos para ser procesada y comercializada con sello de origen. Varios son los factores que determinan esta restricción, entre los cuales se destacan los siguientes: falta de sanidad en las aguas de regadío (presencia de coliformes) y en los productos cosechados, baja producción anual y fuertes oscilaciones en los volúmenes recolectados anualmente, alta presencia de arsénico y boro en suelos y agua de regadío, falta de estudios que permitan asegurar que los productos comercializados no tienen elementos químicos dañinos para

la salud (boro, arsénico), falta de una política y estrategia tendiente a enfrentar la presencia de elementos químicos pesados en los alimentos y, falta de iniciativa de los agricultores para aprovechar las oportunidades que se han creado con el explosivo auge turístico que ha tenido la localidad.

Sin embargo, en caso de tomarse las medidas correspondientes para subsanar, o mitigar, algunos de los problemas antes enunciados, se estima que en la zona podría existir la posibilidad de procesar algunos productos agrícolas que pueden resultar atractivos para los turistas que visitan San Pedro de Atacama, e incluso podrían llegar a ser exportados con sello de origen a Norteamérica, Europa, y Asia. Tal es el caso de peras orgánicas en frascos de vidrio y, vino orgánico producido en la zona.

De acuerdo a los registros de exportaciones del Banco Central, el país exporta anualmente US\$ 7 millones en productos artesanales, de estos la mayoría lo constituyen diversos tipos de platería, joyas en lapislázuli, algunos objetos tallados en maderas nativas, y chamantos. Las estadísticas del Banco Central no dispone de registros que permitan conocer el origen de los productos exportados, por lo que no se tiene información cierta sobre los volúmenes y montos de exportaciones de productos generados en San Pedro de Atacama. Sin embargo se estima que los volúmenes exportados desde esta última localidad, de existir, son muy bajos.

Tampoco se cuenta con estadísticas sobre la exportación de bienes agrícolas sometidos a industrialización, y menos aún de bienes agrícolas procesados artesanalmente. Se estima que este tipo de productos no logran, al menos en la actualidad, cumplir con las normas requeridas para su exportación oficial hacia los mercados desarrollados.

Por otra parte PROCHILE, institución encargada de fomentar las exportaciones, opera a nivel nacional, y por ende no cuenta con financiamiento ni recursos humanos para implementar acciones de fomento destinadas a una localidad en particular. Por tal motivo cualquier acción específica que se requiera de Prochile necesariamente debe insertarse dentro de sus programas nacionales.

12.4 PAÍSES DE ORIGEN Y CARACTERÍSTICAS DE LOS TURISTAS QUE VISITAN SAN PEDRO DE ATACAMA

Según estimaciones hechas por la Oficina de Información Turística que existe en la localidad, dependiente del Servicio Nacional de Turismo (SERNATUR), a la zona llegan aproximadamente 9.400 turistas cada temporada. De ellos, un 65% (6.110 personas) serían extranjeros, principalmente franceses, alemanes e italianos, y en menor grado de importancia, brasileños y argentinos. El 35% restante correspondería a turistas nacionales (3.290 personas), provenientes tanto de la zona norte como sur del país.

Los turistas europeos que visitan la localidad lo hacen durante todo el año. Por lo general corresponden a parejas de adultos jubilados o en actividad laboral que disponen de recursos que les permite utilizar la mejor infraestructura turística que se ofrece en la zona. También llegan jóvenes mochileros con una menor capacidad de gasto, pero que les es suficiente

como para alojarse en buenos hoteles, acudir a restaurantes de renombre y recorrer todas las opciones turísticas que se les ofrece en la zona. Este grupo de personas representa una demanda potencial importante para cualquier tipo de producto típico de la zona que les sirva de souvenir, y que puedan ingresar libremente a sus países de origen.

Los turistas latinoamericanos corresponden usualmente a familias que viajan en su propio vehículo, y tienen, por lo general, una menor capacidad de gasto que el turista europeo y asiático, Sin embargo, se estima que ellos se constituyen en importantes clientes potenciales de productos que cuenten con sellos de certificación de origen de San Pedro de Atacama.

Los turistas chilenos se pueden subdividir en tres grupos: núcleos familiares, jóvenes mochileros, de edades de entre dieciocho y veinticinco años, por lo general estudiantes universitarios que aprovechan sus períodos de vacaciones y, jóvenes estudiantes del último año de enseñanza media que acuden a la zona en viaje de estudio. Se estima que todos ellos son clientes importantes para distintos tipo de productos típicos de la zona.

Con el fin de aprovechar el poder adquisitivo que tiene cada uno de los grupos de turistas antes individualizados es importante programar una producción que permita salir al mercado con distintos precios para un mismo artículo, ya sea modificando los insumos utilizados, la forma de presentación, o el peso y medida del bien ofertado.

12.5 PRODUCTOS MÁS DEMANDADOS POR LOS TURISTAS

De acuerdo a lo manifestado por la señora Gabriela Rodríguez, Gerente del PROFO de Artesanos de San Pedro de Atacama, los productos más demandados por las personas que visitan el pueblo, son los artículos tejidos con lana de alpaca, lana que es teñida con colorantes naturales extraídos de la vegetación que crece en la zona. También se comercializan bien diversos tejidos de lana de alpaca y de llama en sus colores natural, lo que permite obtener tejidos de aspecto más rústicos. La lana es hilada por los propios artesanos, empleando para ello ruecas de madera a la que le dan movimiento mediante un pedal. Dentro de los artículos más cotizados, tanto por visitantes nacionales como extranjeros, se destacan faldas, gorros y jerseys.

Los artículos tallados en piedra también presentan una demanda importante, sobre todo aquellos de uso ornamental, tales como torres de iglesias, y pedestales de lámparas. Otros artículos que tienen buena acogida son las diversas artesanías en madera de cactus.

No se tiene experiencia, como tampoco información sobre la aceptación que podría llegar a tener entre los turistas que visitan el pueblo de San Pedro de Atacama la venta de productos agrícolas elaborados en la zona. Sin embargo se estima que si ello llegara a ocurrir, los productores y elaboradores deben tener presente que dichos artículos tienen que cumplir con todas las normas sanitarias internacionales, ya que de lo contrario el turista se vería impedido de introducirlo a sus respectivos países, y por ende sus potencialidad de volúmenes de venta se verían fuertemente afectada.

Con relación a esto último cabe señalar que los suelos y las aguas con que se riegan los cultivos en la zona se caracterizan por tener altas concentraciones de sales, arsénico, boro y coliformes. Para encontrar una solución a esta problemática el Estado, Municipalidad y pobladores deben hacer grandes esfuerzos y destinar sumas importantes, en caso contrario es muy difícil llegar a generar en la zona productos agrícolas factibles de ser exportados con sello de origen hacia los países desarrollados.

12.6 PROGRAMAS QUE SE DEBEN EMPRENDER PARA COMERCIALIZAR PRODUCTOS CON DENOMINACIÓN DE ORIGEN DE SAN PEDRO DE ATACAMA

Para incentivar la venta de productos artesanales de la zona, y para que ellos puedan contar con un sello que los identifique como originarios de la localidad de San Pedro de Atacama – Chile, se deben diseñar estrategias que permitan lograr los siguientes objetivos.

- Cumplir con todas las normas establecidas en los acuerdos de libre comercio suscritos por Chile, en lo referentes a las características que deben cumplir los productos para contar con denominación de origen.
- Lograr un cambio tecnológico en la producción agrícola de aquellos productos factibles de ser comercializados con sello de origen San Pedro de Atacama.
- Solucionar el problema de contaminantes químicos y orgánicos en los productos agrícolas factibles de ser comercializados con denominación de origen
- Informar a la comunidad nacional e internacional de la sanidad de los productos en cuestión
- Organizar a los productores agrícolas y artesanos de la comuna de San Pedro de Atacama para enfrentar el desafío de colocar sus producciones en el mercado internacional, ya sea mediante exportaciones, o ventas directas a turistas
- Capacitar a los artesanos para que puedan producir artículos de primera calidad, y en volúmenes factibles de ser colocados.
- Establecer un mecanismo para el control y fiscalización de la calidad de los productos y del origen de los mismos.

Con el fin de lograr los objetivos antes señalados se estima conveniente organizar un grupo interinstitucional de trabajo, liderado por la municipalidad de San Pedro de Atacama, que involucre organismos tales como: Intendencia, PROCHILE, CORFO, INDAP, INIA, Universidad Arturo Prat, SERNATUR, Ministerio de Salud, y particulares.

Este grupo, liderado por la Municipalidad de San Pedro de Atacama, debe abocarse a definir y determinar prioridades que permitan acotar los objetivos de las estrategias de

desarrollo antes enunciadas, fijar los planes y proyectos que se deben ejecutar para lograr cada uno de los objetivos de desarrollo, buscar los financiamientos para que estos planes y proyectos puedan llevarse a cabo, nombrar a la, o las personas encargadas de cada proyecto y plan, velar por la calidad de los trabajos que se desarrollen, realizar, directamente o a través de terceros, acciones tendientes a hacer el seguimiento y evaluación permanente de los proyectos y programas, tomar las medidas que sean pertinentes para efectuar las correcciones que sean necesarias, de acuerdo a las recomendaciones que resulten del proceso de seguimiento y evaluación permanente.

13. SUBPROYECTO AGROTURISMO

13.1 OBJETIVOS

Este subproyecto tiene como objeto analizar la posibilidad y factibilidad de desarrollar un programa de agro-turismo que pueda constituirse en una fuente de empleo y de ingresos para los grupos de agricultores de la zona, aprovechando de este modo el flujo de turistas nacionales y extranjeros que visitan la localidad.

13.2 INFRAESTRUCTURA COMUNAL DE SERVICIOS

La Comuna de San Pedro de Atacama, ubicada en la Región de Antofagasta, al Sur-Oriente de Calama, tiene una superficie de 23.457,5 Km². Su población es de 2.563 habitantes, que se concentra mayoritariamente en el pueblo de San Pedro de Atacama, donde residen 1.446 personas, equivalente al 56 % de la población. La comuna limita por el Oriente con la República Argentina, con la que se conecta a través de dos pasos fronterizos: Jama y Sico.

Toconao, situado a 28 km al sur de San Pedro de Atacama y al oriente del Salar, es el segundo centro poblado de la comuna con 546 habitantes, la mayoría de ellos trabaja en la minería no metálica que se desarrolla en el salar. Socaire, pequeño centro poblado que se sitúa en la vía hacia el paso fronterizo de Sico, con alrededor de 420 habitantes, se constituye en el tercer centro poblado en orden de importancia. Peine es un pequeño centro poblado compuesto por unos 300 habitantes, que se sitúa hacia al sur oriente del Salar de Atacama.

San Pedro de Atacama, principal centro poblado y cabecera comunal, cuenta con un conjunto de servicios que le otorgan un lugar de privilegio frente a otros pueblos y aldeas del sector. Entre ellos destacan los siguientes: Posta Médica, atendida por un profesional médico y cuatro auxiliares paramédicos; Oficina de Correos de Chile; dos centrales de teléfonos y más de 250 líneas que permiten comunicarse con cualquier parte del mundo; Oficina del Registro Civil; Oficina de Policía Internacional, y Carabineros de Chile. Además la Comuna cuenta con supermercados, estación de servicios, casa de cambio y oficina de información turística. También dispone de establecimientos educacionales con más de 630 alumnos en tres niveles de educación, pre-básica, básica y media, y un Liceo Agrícola de reciente construcción con 80 matrículas.

San Pedro de Atacama no se encuentra conectado a la red nacional de energía eléctrica. La Municipalidad dispone de dos motores generadores que proporcionan la energía que requiere el pueblo. Uno de estos motores trabaja en verano, desde las siete de la mañana hasta las cinco de la tarde, el segundo lo hace entre las cinco de la tarde y la una de la madrugada. No obstante un número importante de hoteles cuenta con generadores propios.

El agua de consumo para la población se obtiene mediante una planta de tratamiento por osmosis inversa, de reciente inauguración, y que supuestamente asegurará el abastecimiento de agua a toda la población. También se hizo un mejoramiento de la red de conducción y se extendió el servicio hasta los ayllus de Solor, Quito y Coyo. Este recurso aún

no llega a todas las viviendas de la localidad, sin embargo se estima que ello quedará superado en un corto plazo. El pueblo no cuenta con un sistema de alcantarillado que permita conducir las aguas servidas hasta un lugar común de evacuación, o hasta una planta de tratamiento

La empresa Gas Norte proporcionará el gas para consumo domiciliario de San Pedro de Atacama, a cambio de ello se le permitió a dicha empresa instalar su tubería principal en las inmediaciones del centro poblado.

13.3 SITIOS DE INTERÉS TURÍSTICO

La comuna de San Pedro de Atacama cuenta con varios sitios de interés para los visitantes, lo que queda de manifiesto al considerar la gran cantidad de turistas nacionales y extranjeros que anualmente acuden a ella. Dentro de los principales atractivos destacan, entre otros, los siguientes:

- Salar de Atacama, con sus lagunas, flamencos y otras aves que forma parte de una fauna de altura, que es una verdadera curiosidad científica.
- Valle de la Luna, conocido internacionalmente, y que sirvió como lugar para el entrenamiento de los astronautas del programa Apolo.
- Museo Arqueológico Gustavo Le Paige, que cuenta con un sinnúmero de piezas de gran valor histórico y arqueológico. Este Museo es conocido mundialmente y expone once mil años de evolución de la comunidad atacameña.
- Iglesia de San Pedro de Atacama, declarada Monumento Nacional, una de las más antiguas del país. Su construcción fue ordenada por Pedro de Valdivia en el año 1540. Está construida con materiales tradicionales de la zona, donde destaca la piedra, adobe enlucido, la madera de chañar, algarrobo y cactus.
- Pucará de Quitar. Sitio histórico que marcó, uno de los últimos focos de resistencia de los atacameños ante las tropas de Pedro de Valdivia
- Géiser del Tatio
- Ruinas de Tulo
- Montaña de Sal
- Termas de Puritama
- Casa Colonial
- Centros Artesanales, en los que se ofrece a los turistas productos típicos de la zona.

13.4 AGENCIAS Y SERVICIOS DE TURISMO

En San Pedro de Atacama existen pequeñas empresas de turismo que ofrecen servicios de visitas guiadas a los sitios de mayor interés. Estas empresas actúan en un marco de colaboración mutua, más que en un plano de competencia, existiendo el traspaso de pasajeros cuando no se llenan los cupos en los vehículos de alguna de ellas. Disponen de vehículos adecuados y cuentan con guías capacitados para desempeñar su función. Dentro de ellas destacan: Desert Adventure, Cosmo Andino Expediciones, Planeta Aventura, Turismo Labra, Turismo Ollagüe, y Expediciones Corvatsch.

Por otro lado, el Hotel Explora, de reciente inauguración y con categoría cuatro estrellas, dispone de una organización propia, con guías bilingües en varios idiomas, y con vehículos modernos y funcionales.

A lo antes señalado se debe agregar el servicio de transporte de pasajeros que prestan dos líneas de buses intercomunales entre la ciudad de Calama y San Pedro de Atacama. La frecuencia de salida es de cuatro veces al día, donde dos de ellas se prolongan hasta la localidad de Toconao.

13.5 INFRAESTRUCTURA DE ALOJAMIENTO

Actualmente San Pedro de Atacama dispone de 348 habitaciones, con un total de aproximadamente 750 camas, distribuidas en 211 habitaciones en hoteles y 137 habitaciones en residenciales. Aún cuando estos hoteles y residenciales aparecen en los folletos de publicidad del Servicio Nacional de Turismo (Sernatur), ellos no se encuentran clasificados según su categoría de acuerdo número de estrellas.

- Hotel Explora: calle Domingo Atienza s/n

El Hotel Explora es un edificio de tres niveles de altura con 52 habitaciones, desde cuya terraza se puede tener una visión panorámica de toda la parte urbana de la comuna. Es el hotel de mayor calidad de la localidad. Cuenta con todos los servicios de un hotel de lujo, entre los cuales se encuentran: bar, cafetería, restaurante, custodia de valores, custodia de equipajes, estacionamientos, caballerizas, lavandería, piscina, servicios a la habitación, giras con guías propios, paseos a caballo, etc.

- Hotel-Hostería San Pedro de Atacama: calle Solcor s/n

La Hostería San Pedro de Atacama dispone de un conjunto de cabañas que se ubican en un amplio terreno, las que junto a los edificios centrales de administración, reúnen 36 habitaciones. Además dispone de siete cabañas, todo lo que arroja una capacidad total de 105 camas.

Este hotel, que es uno de los más antiguos, cuenta con una amplia variedad de servicios entre los que se destacan: bar, cafetería, restaurante, custodia de equipajes, estacionamientos, lavandería, piscina, y servicios a la habitación.

- Hotel La Casa de Don Tomás: Tocopilla s/n

El Hotel la Casa de Don Tomás dispone de cuatro bloques de habitaciones en un piso, todos de adobe con buenas terminaciones y buenos baños. Entre los servicios hoteleros con que se cuenta están: bar, cafetería, custodia de equipajes, estacionamiento de vehículos, lavandería, piscina, y servicios a la habitación.

- Hotel Tulor: Domingo Atienza s/n

El Hotel Tulor tiene un diseño arquitectónico que por sus formas hace recordar las ruinas de Tulor. En su construcción se usaron materiales tradicionales de la zona, esto es paredes de barro, y techos de barro con paja brava. Sólo dispone de 9 habitaciones aunque éstas son amplias y cuentan con baño privado.

Los servicios hoteleros que se dispone en este establecimiento son: bar, restaurante, custodia de equipaje, estacionamiento de vehículos, lavandería, además del servicio a la habitación. Cuenta también con una sala para eventos y una exposición permanente de muestras de la cultura atacameña.

- Hotel Terrantai: calle Tocopilla s/n

El Hotel Terrantai dispone de 14 habitaciones, todas con baño privado y ubicado en un lugar central del pueblo. Sus instalaciones son bastante originales en lo que se refiere a las terminaciones de muros de los edificios, construidos completamente con base a piedras y barro. Dispone además de servicio de giras propio. Los servicios hoteleros que ofrece son los siguientes: bar, cafetería, custodia de equipajes, lavandería, piscina, y servicios a la habitación.

- Hotel Tambillo: Calle Antofagasta s/n.

El Hotel Tambillo dispone de 14 habitaciones. Los servicios hoteleros que se ofrece son: bar, restaurante, cafetería, estacionamiento de vehículos, custodia de equipajes y servicios a la habitación.

- Hostal Puri

Dispone de 7 habitaciones, ofrece piezas para dos personas y habitaciones compartidas hasta con ocho camas. Entre los servicios hoteleros que ofrece destacan: bar, cafetería, restaurante, custodia de equipajes, estacionamiento, lavandería, servicios a la habitación.

- Hostal Supay

Cuenta con siete habitaciones, todas con baño privado: tres de ellas simples, dos matrimoniales, una cuádruple, y una séxtuple, lo que implica 17 camas. Los servicios hoteleros que ofrece son: bar, restaurante, custodia de equipajes, estacionamiento, lavandería y servicios a la habitación.

- Hostal y Camping Takha-Takha

Tiene trece habitaciones, cuatro de ellas con baño privado, las nueve restantes con baño compartido. Adyacente al hostal se encuentra un camping para ocho carpas. Los servicios que se ofrecen son: custodia de equipajes, estacionamiento y servicios a la habitación.

Las residenciales son 12, y en total reúnen 137 habitaciones. La calidad de la infraestructura y los servicios que prestan son muy variables, aunque todas ellas pueden ser catalogadas como de un nivel inferior a la de los hoteles más modestos. Aquí se encuentran desde la habitación con baño privado, hasta habitación compartida con siete personas.

Las principales residenciales, y de mayor categoría, son las siguientes:

- Residencial Corvatsch

Ofrece diez habitaciones con baños privados, y otras diez con baño compartido, una de estas últimas dispone de camarotes para siete personas. Los servicios a pasajeros incluyen custodia de equipajes, estacionamientos para vehículos, lavandería y servicio a la habitación.

- Residencial La Florida

Dispone de 30 habitaciones y 70 camas para alojados, los baños son compartidos para diez piezas, existiendo para hombres y mujeres. Los servicios que se ofrece son: cafetería, restaurante, custodia de equipaje y servicios a la habitación.

- Residencial Don Raúl

Con 18 habitaciones, cuatro de las cuales tienen baño privado y 14 baño compartido. Ofrece lavandería, estacionamiento de vehículos y servicios a la habitación.

Por otra parte, el poblado cuenta con varios sitios habilitados para camping autorizados, que por lo general operan sólo en verano, ya que el frío en invierno limita su uso. Conviene aclarar que camping debe entenderse en este caso como un sitio plano con vegetación natural en que es posible instalar una carpa y donde los baños están alejados y en el mejor de los casos existen para hombres y para mujeres. No cuentan con sistemas a los que puedan acoplarse

las casas rodantes para disponer de energía eléctrica, agua potable y evacuación de aguas servidas.

Entre los camping autorizados esta el de la Hostal Takha-Takha que tiene una cabida para ocho carpas, en que los servicios de baños y duchas se comparten con algunas de las habitaciones del Hostal. En el camping del Hostal Puri, con capacidad para 25 carpas, los baños para los usuarios son independientes y están separados para hombres y mujeres. El camping “Edén Atacameño” cuenta con una cabida de 30 carpas, en tanto que el camping Alberto Terrazas tiene una cabida para 36 carpas, y se encuentra alejado del centro del pueblo. El camping Los Perales tiene capacidad para 36 carpas. El Hotel Tulo también cuenta con un sitio para camping, que se encuentra anexo a las instalaciones del hotel.

13.6 SERVICIOS DE ALIMENTACIÓN

Los servicios de alimentación son variados existiendo 12 restaurantes de diferentes categorías. Los más conocidos son los restaurantes La Estaca, El Adobe, La Casona, y El Flamenco. Se caracterizan por la oferta en sus menús de comida vegetariana.

- La Estaca: un restaurante de 16 mesas, en interiores y exteriores, es muy visitado por los turistas extranjeros, su propietario y administrador es un empresario que llegó hace dieciséis años desde Santiago.
- El Adobe: restaurante de 22 mesas en un amplio salón, bastante popular.
- La Casona y El Flamenco: son los dos restaurantes más clásicos, el primero se destaca por la amplitud de su local. La oferta de menús es sencilla y familiar.

Otros restaurantes son la Residencial Chiloé y la Residencial Juanita, que ofrecen un menú sencillo y bien preparado. Quienes deseen disfrutar una cena acompañada de música andina y show folklórico, pueden visitar El Fogón del Diablo o bien El Tambo Cañaverl.

13.7 PROGRAMAS DE DESARROLLO TURÍSTICO

El Servicio Nacional de Turismo Sernatur, es la entidad rectora oficial, encargada de promover y gestionar el desarrollo de la actividad turística al interior del país. De acuerdo a lo informado, esta institución considera a la localidad de San Pedro de Atacama como área prioritaria. Sin embargo, no cuenta con proyectos específicos ni planes de desarrollo de agroturismo para dicha área.

La actividad turística en San Pedro de Atacama es desarrollada por empresas privadas de diferentes tamaños, todas las cuales se han beneficiado, en menor o mayor medida, de las externalidades subyacentes generadas por las fuertes inversiones realizadas últimamente por el Estado en la zona. Dentro de estas inversiones fiscales caben destacan las siguientes:

- Pavimentación del camino internacional, ruta 23, que une la ciudad de Calama con el paso fronterizo de Jama, pasando por las afueras de San Pedro de Atacama. Este aporte del Estado al desarrollo turístico de la zona permite un acceso expedito y rápido, tanto a visitantes que transitan por la ruta panamericana norte de nuestro país, como de extranjeros que provienen del otro lado de la cordillera de Los Andes. Además se espera un incremento notable del número de vehículos de carga que transita por el camino internacional, lo que generará nuevas oportunidades para la venta de productos de la zona, y para la prestación de servicios, como alojamiento, alimentación, abastecimiento de combustibles y lubricantes, reparaciones en talleres mecánicos, etc.
- Apoyo al proyecto de instalación del radiotelescopio ALMA (Atacama Large Millimeter Array). En este proyecto trabajarán investigadores de nivel mundial, se desarrollarán encuentros y visitas, todo lo cual creará una fuerte demanda de servicios ofrecidos por la actividad turística (hospedaje, alimentación, tours, entre otros)
- Planta de purificación de agua. Esta inversión del Estado permite que la población residente disponga de agua potable para la preparación de alimentos y para su consumo como bebida. La actividad turística se verá facilitada por el hecho de poder garantizar un medio ambiente menos contaminado, una manipulación de alimentos acorde a normas internacionales, y la posibilidad de ingerir agua libre de agentes patógenos.
- Proyecto de apertura de la ruta longitudinal altiplánica. Esta vía en el futuro unirá las localidades de Visviri y San Pedro de Atacama, comunicando por el altiplano la Región de Tarapacá con la Región de Antofagasta. Si bien es cierto que este proyecto aún no se materializa, en el futuro tendrá un fuerte impacto en el turismo local y regional.
- Proyecto de desarrollo turístico en la localidad de Caspana. Esta iniciativa de INDAP está dirigida a entregar a los agricultores de dicha localidad nuevas alternativas de trabajo e ingresos. Si bien es cierto Caspana se encuentra relativamente cercana a San Pedro de Atacama, aunque fuera del área en estudio, el hecho de que se emprenda un proyecto turístico en dicha zona permitirá ir conformando paulatinamente un área de atracción turística, donde el visitante pueda encontrar una diversidad importante de puntos de

interés, ya sea por su valor histórico, por su belleza natural, o por la representación que en ella se encuentra de una cultura milenaria.

- **Habilitación de un camping en Toconao.** En este proyecto, que también es impulsado por INDAP, se pretende alcanzar objetivos similares a los antes expuestos para el caso de Caspana.

Por otro lado, el sector privado permanentemente se encuentra evaluando la posibilidad de efectuar nuevas inversiones en la actividad turística de la zona, o mejorar las ya existentes. Es extremadamente difícil conocer estos proyectos de inversión, ya que como es lógico de suponer, ellos se planifican y evalúan en la forma más reservada posible, de manera de minimizar el riesgo de que terceros se adelanten y logren ventajas no deseadas. Sin embargo, se pudo conocer de tres inversiones que este sector está proyectando a corto plazo:

- **Hotel la Casa de Don Tomás:** construirá un área destinada servicio de restaurante.
- **Camping Los Perales:** construirá seis nuevas habitaciones, lo que si bien significará una reducción de la superficie del camping, implicará una fuerte mejora en la calidad de los servicios.
- **Empresa Inca Tours:** está interesada en la construcción de cabañas en una suerte de asociación con pequeños propietarios de la localidad.

13.8 REQUISITOS QUE DEBEN CUMPLIR LOS PROYECTOS DE AGROTURISMO

El sector privado es libre de ejecutar cualquier tipo de proyecto turístico que cumpla con los requisitos y regulaciones establecidas por instituciones tales como la I. Municipalidad de San Pedro de Atacama, el Servicio Nacional de Salud, la Inspección del Trabajo, la Superintendencia de Electricidad, la Corporación Nacional Forestal, y otras que de una u otra manera tienen ingerencia en la construcción y operación de establecimientos de turismo, y en la prestación de servicios a terceros.

Es así como, por ejemplo, la Dirección de Obras de la I. Municipalidad de San Pedro de Atacama para aprobar un proyecto de construcción exige una cierta armonía con la arquitectura local. A su vez, el Servicio Nacional de Turismo solicita el cumplimiento de algunos requisitos para certificar un determinado establecimiento, lo que le entrega una cierta garantía al turista sobre la calidad de servicios y atenciones que recibirá, y al establecimiento, una categoría, que por lo general, es considerada por la mayoría de los visitantes antes de optar por alguna de las alternativas que se le ofrecen.

Los requisitos solicitados por Sernatur son de público conocimiento y están detallados en el Reglamento sobre Certificación, Calificación y Registro de Establecimientos que Prestan el Servicio de Alojamiento Turístico.

13.9 DISPOSICIÓN DE LOS AGRICULTORES A DESARROLLAR ACTIVIDADES DE AGRO-TURISMO

De acuerdo a lo expresado por los propios agricultores en el cuestionario que les fuera aplicado en el mes de enero del año 2000, el 90% de los entrevistados manifestó no haber desarrollado actividades de turismo, el resto, se ha desempeñado en áreas de servicio tales como albañilería u obrero de la construcción de hoteles, e infraestructura turística. El 75% señaló estar dispuesto a trabajar en el rubro siempre y cuando éste sea rentable.

Las percepciones positivas existentes respecto al turismo son que éste es bueno porque produce un aumento en el nivel de empleos directos e indirectos, y por ende en la generación de ingresos monetarios. Los aspectos negativos planteados dicen relación con que el rubro es conveniente solamente para quienes otorgan servicios de hotelería y camping, pero no para los campesinos y agricultores "que siguen igual". También se observa la percepción de que "todo es menos tranquilo que antes".

Al consultar sobre el tipo de actividad turística que eventualmente les interesaría desarrollar, las respuestas se centran principalmente en la prestación de servicios de hospedaje, instalación de un camping, o efectuar algún tipo de comercio con los visitantes que llegan al pueblo. Las dificultades que a juicio de los entrevistados existirían para concretar estas ideas son la avanzada edad que ellos tienen (62 años como promedio), la migración de hijos en edad laboral (65% de las familias), la escasa mano de obra disponible a nivel familiar y local, la barrera idiomática que tendrían que enfrentar para atender a turistas no hispanoparlante, la falta de recursos monetarios, y el clima imperante que dificulta la vida al aire libre durante los meses de invierno.

Según información recogida mediante entrevistas no estructuradas aplicadas a un número pequeño de jóvenes, se pudo constatar que este grupo poblacional se manifiesta más interesado en emprender nuevos desafíos, y a "probar suerte con el turismo". Se estima que en el futuro ellos deben ser los sujetos de cualquier iniciativa que se emprenda en este campo.

Con relación a ello cabe señalar que de acuerdo a lo expresado en la Ley Indígena, el Ministerio de Bienes Nacionales ha decidido recientemente entregar a comunidades atacameñas cuatro sitios arqueológicos de la Segunda Región, específicamente los pukarás de Lasana, Chiu Chiu y Quitar, además de la aldea de Tular. En una primera etapa esta transferencia se hará bajo un régimen de concesión, para posteriormente entregarlos en propiedad. Las comunidades atacameñas y sus organizaciones podrán emprender acciones tendientes a evitar que estos sitios continúen deteriorándose, cerrar los terrenos, implementar en ellos infraestructura turística, y cobrar entrada a los visitantes.

Este hecho se constituye en una clara oportunidad para que sean los propios pueblos protagonistas de la historia los encargados de mantener y usufructuar de las instalaciones construidas por sus antepasados. A su vez, ello permitirá desarrollar las organizaciones en torno a un proyecto que, de ejecutarse en forma adecuada e involucrar a sus pares, puede llegar a presentar altos niveles de rentabilidad financiera y social. Si ello fuera así, la población

atacameña, los agricultores que aún quedan en el área de San Pedro de Atacama, y los hijos de los mismos, tendrían una clara demostración de las ventajas que existen en la zona para desarrollar otras actividades turísticas anexas, sin que ello implique abandonar la cultura y forma de vida que desarrollan actualmente en torno a la agricultura.

13.10 CARTERA DE IDEAS DE PROYECTO

Al visitar la localidad, e intercambiar ideas con personas que prestan servicios en distintas actividades, surgen algunas ideas de proyectos que podrían ser implementadas a mediano o largo plazo, previa evaluación de ellas a nivel de prefactibilidad.

- Organizar en San Pedro de Atacama un festival anual de música andina, promocionada a nivel nacional e internacional a través de Sernatur y Embajadas Chilenas.
- Organizar en San Pedro de Atacama una muestra anual de gastronomía andina, promocionada a nivel nacional e internacional a través de Sernatur y Embajadas Chilenas. Esta muestra eventualmente podría coincidir con el festival de música andina.
- Promocionar la visita a San Pedro de Atacama en temporada baja, aprovechando los altos ingresos que percibe parte importante de la población de Antofagasta, Calama, Chuquicamata, y Tocopilla.
- Rescatar la lengua "cunza" y editar sendos diccionarios español-cunza, e inglés-cunza. Estos ejemplares podrían ser comercializados junto a publicaciones que se expenden en el museo arqueológico.
- Creación de una página WEB, donde se den a conocer todos los antecedentes de la localidad y sus alrededores, además de informar sobre todas las alternativas de alojamiento, alimentación, medios de transporte, giras a sitios de interés, entre otras.
- Transformación del Liceo Agrícola, o su ampliación para el funcionamiento de un Centro de Capacitación en Servicios Turísticos, para trabajos bajo contrato, o por cuenta propia. Algunos temas podrían ser: reparación y mantención de infraestructura de turismo, preparación y manipulación de alimento, atención de comedores, organización y dirección de eventos de entretenimiento y distracción, visitas guiadas, prestación de servicios de alojamiento y alimentación a turistas, operación de agencias de viaje, transporte de personas.
- Implementación de un circuito de turismo-aventura a caballo, que pase por diferentes sitios de interés y que sea operado por agricultores de la zona.
- Establecimiento de una red de camping en terrenos de agricultores atacameños de San Pedro de Atacama, y sus alrededores.
- Establecimiento de una red de cabañas en los terrenos de agricultores, donde se preste servicio de alojamiento y alimentación al visitante.
- Adecuación del tranque de agua, propiedad de la comunidad de regantes de San Pedro de Atacama, como un lugar de recreación para veraneantes.

13.11 CRITERIOS PARA LA PRIORIZACIÓN DE PROYECTO

Frente a la necesidad de racionalizar la asignación de recursos monetarios, y con miras a orientar las acciones hacia la consecución de los objetivos de desarrollo, es menester establecer e implementar una metodología que permita priorizar y seleccionar la cartera de proyectos en sus distintas etapas de preinversión.

La metodología propuesta a continuación consiste en examinar y establecer algunos criterios, para posteriormente identificar y ponderar las distintas variables que conforman cada criterio. Todo ello permite guiar al analista en la selección de aquellos proyectos que debieran pasar a la siguiente etapa del ciclo de proyectos, ya sea formulación de estudios con mayor detalle, o inicio de negociación del financiamiento para su ejecución.

El número de criterios que se debe emplear depende de la complejidad que tengan los proyectos, del nivel de desarrollo que ellos hayan alcanzado, y de la cantidad de proyectos que conformen la cartera de proyecto. En términos generales se puede señalar que se debe abordar al menos los siguientes aspectos fundamentales: objetivos del proyecto, rentabilidad financiera, efectos sociales, e impacto ambiental. La ponderación que se le otorgue a cada criterio y variable es un elemento subjetivo, por lo que se recomienda que ellos sean el resultado del trabajo conjunto de un equipo interdisciplinario de profesionales.

A continuación se proponen algunos criterios y variables de priorización, con sus respectivos factores de ponderación.

CRITERIOS Y VARIABLES	PUNTAJE	FACTOR	TOTAL PUNTOS
1.- Objetivos		0.20	
1.1 Enfrenta problema áreas declaradas Prioritarias Si (100 pts) No (0 pts)			
1.2 Tipo de Beneficiarios del Proyecto. Personas Naturales (50 pts) Empresas Particulares (30 pts) Instituciones Públicas (20 pts)			
2.- Rentabilidad		0.50	
2.1. Tiempo de ejecución Más de 5 años (60 pts) Entre 2 y 5 años (30 pts) Menos de 2 años (10 pts)			
2.2 Tasa Interna de Retorno Sobre 20% (70 pts) Entre 12% y 20 % (30 pts) Entre 8% y 12% (0 pts) Menos de 8% (SE ELIMINA)			
2.3 Valor Actual Neto Más de UF (60 pts) Entre UF Y (30 pts) Entre UF Y (10 pts) Menos de UF (0 pts)			
2.4 Relación Beneficio Costo Sobre 1,3 (70 pts) Entre 1,1 y 1,3 (30 pts) Entre 1,0 y 1,1 (0 pts) Igual o menor a 1 (SE ELIMINA)			
3.- Efectos sociales		0.15	
3.1 Número de beneficiarios directos del proyecto. Más de (40 pts) Entre Y (30 pts) Entre Y (20 pts) Menos de (10 pts)			
3.2 Tipo de empleo predominante Permanente (60 pts) De temporada (40 pts)			
4.- Medio ambiente		0.15	
4.1 Tipo de impacto Negativo (0 pts) Neutro (30 pts) Positivo (70 pts)			

13.12 DESARROLLO A NIVEL DE PERFIL DE DOS IDEAS DE PROYECTO

A continuación se desarrollan a nivel de perfil dos de las ideas de proyecto que fueron identificadas por los propios agricultores al momento de ser entrevistados en el mes de enero del año 2000. Estas ideas de proyecto han sido puestas en práctica por los pequeños propietarios agrícolas y pescadores artesanales de la zona sur del país, con excelentes resultados.

13.12.1 Construcción de Cabañas de Turismo en las Propiedades Agrícolas

13.12.1.1 Objetivos

El objetivo que se pretende alcanzar con la ejecución del presente proyecto, es dotar a algunas familias campesinas de una cabaña, con el fin de que ellas participen en la actividad turística que se desarrolla en la zona, mediante la prestación de servicios de alojamiento a los turistas nacionales y extranjeros que visitan la localidad de San Pedro de Atacama.

A través de este proyecto se espera diversificar las fuentes de ingresos monetarios, incrementar el monto anual de los mismos, dar trabajo al núcleo familiar, y disminuir el grado de migración de la juventud hacia los centros poblados de importancia regionales y nacionales.

13.12.1.2 Descripción del Proyecto

Considerando que los pequeños propietarios agrícolas de San Pedro de Atacama disponen de terrenos, que ellos se encuentran localizados en una zona donde últimamente ha existido un fuerte desarrollo turístico, y que la demanda de alojamiento se presenta a lo largo de prácticamente todo el año, se ha estimado conveniente formular un proyecto, a nivel de idea, para la construcción de cabañas rústicas, administradas por los propios agricultores y sus familiares.

Las cabañas se ubicarán al interior de la propiedad agrícola, y cerca de la casa habitación de los agricultores. Dispondrá de uno o dos dormitorios, un baño, además de un sector para living-comedor y cocina, todo ello en 50 metros cuadrados.

La construcción se efectuará con la mayor cantidad posible de materiales típicos de la zona. Se tendrá especial cuidado en mantener la línea arquitectónica imperante en el pueblo, y de las formas tradicionales atacameñas. Contará con cimientos y sobre cimientos de hormigón, sobre los cuales se levantarán paredes de adobe, que en su parte exterior serán afinadas con barro y paja, en tanto que en su parte interior el afinamiento se hará con yeso. La tabiquería se construirá con listones de pino revestidos con volcánita pintada por ambas caras. La techumbre y envigado estará construida por cerchas de chañar o algarrobo, cubierta por tres capas de barro y paja brava para evitar la penetración de aguas lluvias. El piso será de radier, sobre el que se instalará superflexit, u otro material de mayor atractivo. Las puertas serán de madera terciada, en tanto que los marcos de las ventanas de aluminio.

Dado que en la comuna no existe red de alcantarillado, las aguas servidas se evacuarán hacia una fosa séptica y un pozo de absorción, conforme a las exigencias planteadas por la Dirección de Obras Municipales y la Dirección de Obras Sanitarias. Para el abastecimiento de agua y energía eléctrica se espera contar con el apoyo de la I Municipalidad de San Pedro de Atacama, de tal manera de poder efectuar los empalmes respectivos.

La cabaña ser arrendará totalmente equipada para acomodar a cinco o seis personas. Contará con camas y sofás cama, cocina, de ser posible, refrigerador, vajilla, sábanas, frazadas, y todos aquellos utensilios y elementos habituales en una cabaña de turismo. El baño dispondrá de silencioso, lavatorio de pedestal, ducha con agua fría y caliente.

La mantención y limpieza de la cabaña estará a cargo de la familia del propietario agrícola, la que además podrá ofrecer al visitante otro tipo de servicios, tales como venta de alimentos y bebidas, preparación de comidas típicas, lavado de ropa, organización de giras a lugares de interés, y arriendo de caballos. Se espera que con el correr del tiempo, y una vez lograda la experiencia y los conocimientos necesarios, la familia que participe del proyecto vaya mejorando cada vez más la calidad y la diversidad de los servicios prestados.

13.12.1.3 Estimación de Costos

Los costos del proyecto se desglosan en costos de inversión y costos de operación. Los primeros se refieren a todos aquellos gastos que se deben solventar con el fin de construir y equipar la cabaña, dejar operativo el sistema de eliminación de aguas servidas, efectuar el empalme a las redes de energía eléctrica y agua potables, adecuar y ornamentar el terreno alrededor de la cabaña, y equiparla con todo el mobiliario y utensilios requeridos. Se estima que los costos de inversión ascienden a la suma de \$ 16 millones, de los cuales \$14 millones corresponderían a la construcción de la cabaña, y dos millones de pesos al equipamiento de la misma.

Los costos de operación están dados por el pago de ítem, tales como: cuenta de energía eléctrica y agua potable, compra de gas licuado, cancelación de honorarios a la persona de la familia que se preocupe de la limpieza de la cabaña y de la atención de los visitantes, reparaciones y mantenciones, adquisición de útiles de aseo, e imprevistos. Con relación a la limpieza y mantención se estima que esta función no debiera demandar más del 50% del tiempo de trabajo de una persona, por cada uno de los días en que se ocupe la cabaña. Debido a la magnitud de los niveles de ingreso monetario percibidos por la población objetivo del proyecto se encuentran exentos del Impuesto a la Renta; a su vez, las Contribuciones gravan la propiedad agrícola, de manera que los niveles de tributación no cambiarán en forma significativa por el hecho de que el agricultor desarrolle esta nueva actividad.

13.12.1.4 Estimación de Ingresos

Los ingresos del proyecto están dados por la recaudación por concepto de arriendo diario de la cabaña, y por el valor residual que esta infraestructura tenga al final del período de evaluación. Se estima que como promedio es posible pensar en un nivel de ocupación equivalente al 35%, vale decir 128 días al año. Una parte importante de estos días corresponderían a los meses de verano, fines de semanas largas, y época de vacaciones de jóvenes escolares y universitarios. En la eventualidad de que algún organismo privado o estatal emprenda una campaña de promoción de este sistema, ya sea a través de publicaciones en Turistel, edición de folletos y trípticos de circulación nacional e internacional, el nivel de ocupación considerado podría verse incrementado en forma significativa.

El precio, o canon diario de arriendo de la cabaña completa tiene gran incidencia en los ingresos posibles de alcanzar. Para efectos de cálculo se asume que este valor será de \$ 25.000 diario, lo que es bastante modesto si se considera la calidad de la cabaña, y que ella tiene capacidad para cinco o seis personas cómodamente instaladas. De acuerdo a los supuestos antes señalados, los ingresos anuales que genera el proyecto ascienden a la suma de \$ 3,2 millones.

Con relación al valor residual de la inversión al término del período de evaluación se desechó la idea de considerar que el negocio después de diez años tendría un valor superior al inicial, ello debido a la plusvalía que se espera que tengan los terrenos y construcciones de San Pedro de Atacama, y por el valor le asigna el mercado a un negocio establecido y con una cartera de clientes nacionales y extranjeros. En definitiva se optó castigar la rentabilidad del proyecto asumiendo un valor residual de la inversión en infraestructura equivalente al 80% de los costos de inversión.

En los flujos tampoco fueron considerados los eventuales ingresos que puede percibir la familia del agricultor por concepto de venta de otro tipo de servicios, tales como alimentos y bebidas, preparación de comidas típicas, lavado de ropa, organización de giras a lugares de interés y, arriendo de caballos.

Considerando que la construcción y equipamiento de la cabaña demandará alrededor de seis meses, durante el primer año de ejecución del proyecto sólo se percibirá el 30% de los ingresos esperados. Posteriormente este porcentaje se irá incrementando paulatinamente en la medida de que se vaya dando a conocer entre los turistas, y las agencias de turismo esta nueva alternativa de alojamiento, recién al cuarto año de ejecución se espera lograr la meta de 128 días de ocupación.

13.12.1.5 Rentabilidad y Sensibilización del Proyecto

La ejecución del proyecto es conveniente para los pequeños agricultores de San Pedro de Atacama que cuentan con terrenos localizados al interior del pueblo, o en lugares de fácil acceso y donde existan las condiciones para llevar a cabo una idea como ésta.

La Tasa Interna de Retorno a 10 años plazo es del 15,8%, el Valor Actual Neto de los flujos de fondo, al 10%, es de \$ 4,2 millones, en tanto que el período de recuperación del capital sin actualizar es de siete años.

Si se sensibiliza el proyecto considerando para ello cambios en los parámetros que presentan mayor riesgo, o incumplimiento de los supuestos asumidos, se observan los siguientes resultados:

- Si suben los ingresos en un 20%, ya sea por un mayor porcentaje de ocupación, o por un incremento en el precio diario de la cabaña: TIR = 20,2%; VAN, 10% = \$ 7,4 millones.
- Si bajan los ingresos en un 20%, ya sea por un menor porcentaje de ocupación, o por una disminución en el precio diario de la cabaña: TIR = 11,3%; VAN 10% = \$ 967 mil.
- Si suben los costos operacionales en un 20%: TIR = 15,1%; VAN, 10% = \$ 3,7 millones.
- Si bajan los ingresos en un 20%, ya sea por un menor porcentaje de ocupación, o por una disminución en el precio diario de la cabaña, y a su vez suben los costos operacionales en un 20%. TIR = 10,6%; VAN, 10% = \$ 467 mil.

CUADRO 13.12.1.5-1
COSTOS, INGRESOS Y RENTABILIDAD DEL PROYECTO CONSTRUCCIÓN DE CABAÑAS DE TURISMO EN LAS
PROPIEDADES AGRÍCOLAS (PESOS)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ingresos	958.125	1.916.250	2.714.688	3.193.750	3.193.750	3.193.750	3.193.750	3.193.750	3.193.750	13.993.750
Día ocupación	38	77	109	128	128	128	128	128	128	128
Precio diario	25.000	25.000	25.000	25.000	25.000	25.000	25.000	25.000	25.000	25.000
Valor Residual Inversión										10.800.000
Costos de Inversión	15.000.000									
Construcciones	13.500.000									
Alajamiento	1.500.000									
Costos de Operación	148.106	296.213	419.635	493.688	493.688	493.688	493.688	493.688	493.688	493.688
Energía Eléctrica	13.414	26.828	38.006	44.713	44.713	44.713	44.713	44.713	44.713	44.713
Agua potable	19.163	38.325	54.294	63.875	63.875	63.875	63.875	63.875	63.875	63.875
Gas	16.608	33.215	47.055	55.358	55.358	55.358	55.358	55.358	55.358	55.358
Salarios	76.650	153.300	217.175	255.500	255.500	255.500	255.500	255.500	255.500	255.500
Repar. y Mantenión	8.808	17.617	24.957	29.361	29.361	29.361	29.361	29.361	29.361	29.361
Útiles aseo e imprevistos	13.464	26.928	38.149	44.881	44.881	44.881	44.881	44.881	44.881	44.881
Utilidad Anual	-14.189.981	1.620.037	2.295.053	2.700.062	2.700.062	2.700.062	2.700.062	2.700.062	2.700.062	13.500.062
Utilidad Acumulada	-14.189.981	-12.569.944	-10.274.891	-7.574.829	-4.874.767	-2.174.704	525.358	322.5420	5.925.482	19.425.545

13.12.2 Establecimiento de un Lugar de Camping Con Diez Sitios

13.12.2.1 Objetivos

El proyecto tiene por objetivo aprovechar los terrenos con que cuentan algunos pequeños propietarios agrícolas de San Pedro de Atacama para establecer en ellos un lugar de camping que disponga de la infraestructura y del equipamiento necesario para su funcionamiento. Con ello se pretende mejorar el nivel de ingresos monetarios de los agricultores y sus familiares, además de diversificar el origen de los mismos, y reducir el nivel de migración de los jóvenes hacia los grandes polos de desarrollo regional y nacional.

13.12.2.2 Descripción del Proyecto

En San Pedro de Atacama y en sus alrededores existen agricultores que tienen terrenos adecuados para construir en ellos un lugar de camping para diez sitios de carpa y, dos o tres para estacionar "campers" o casas rodante. Las propiedades que sean seleccionadas para desarrollar este tipo de proyecto deberán contar con bosquetes, o hileras de árboles que le den cierto atractivo al lugar y a la vez aseguren al visitante un lugar con sombra para instalarse.

Los sitios se encontrarán separados entre sí por setos vivos o vegetación natural que permita cierto grado de independencia visual y acústica. Cada uno de ellos dispondrá de alrededor de 70 metros cuadrados, su distribución y forma dependerá de las características de la propiedad agrícola en cuestión, de la distribución de los árboles y arbustos, y de los accidentes que tenga el terreno, factor determinante para el acceso en vehículo a los sitios. Todos los sitios dispondrán de una mesa y banquetas para ocho personas, un "barbecue", basurero de tamaño adecuado e iluminación por ampolletas. Contarán con pasto natural, el que se mantendrá corto y en buen estado de conservación.

En el punto de entrada al camping se construirá una glorieta con material típico de la zona, que servirá para recibir al visitante, asignarle su lugar de ubicación, y expender alimentos, bebidas, artículos de aseo personal y útiles de limpieza, leña, y otros elementos que la familia del agricultor estime conveniente.

Equidistante a los sitios de ubicación de las carpas, se construirá un lugar para instalar baños comunes de hombres, y baños comunes de mujeres, además de sendos sectores para el lavado de vajilla y ropa. Cada baño contará con al menos cinco escusados, cinco lavatorios con pedestal, y cinco duchas; en el baño de hombres el 20% de los escusados podrá ser reemplazado por urinarios para uso de adultos y niños. En el sector de lavado de vajilla y ropa se instalarán no menos de seis bateas o artesas enlosadas. Todos los sistemas contarán con surtidores de agua fría y caliente.

Se estima que esta infraestructura central requerirá de aproximadamente 100 metros cuadrados de construcción. Sus características de diseño deberán ser conversadas con un arquitecto con el fin de hacer algo económico, pero a la vez de buen gusto y que sea práctico en

su utilización. El piso será de hormigón afinado con tierra de color, paredes exteriores y divisorias de ladrillo estucado, divisiones de silenciosos y duchas de internit en marcos de perfil ángulo, pintados con esmalte u óleo semibrillante, techumbre de vigas o cerchas de madera autóctona a la vista, con cubierta de paja brava u otro material liviano que se adecue a los requerimientos arquitectónicos y al paisaje del sector.

Considerando que en la comuna no existe un sistema recolector de aguas servidas, y que algunos de camping pueden quedar algo distantes al centro poblado mismo, es que se ha pensado la construcción de una fosa séptica y un pozo absorbente acorde al número de usuarios de los servicios higiénicos contemplados. Para ello se tendrán en consideración las normas y directrices dadas por la Dirección de Obras de la Municipalidad y por la Dirección de Obras Sanitarias correspondiente. El abastecimiento de agua se logrará mediante empalme a la red de agua potable del pueblo, y de no ser posible ello, la adquisición de un hidrosistema e instalación de estanques reservorios, que serán abastecidos por camiones aljibes u otras fuentes de agua aprobadas por la entidad sanitaria correspondiente. La energía eléctrica se obtendrá de la red de alumbrado público que opera la Municipalidad, o del funcionamiento de un pequeño motor generador que se dispondrá con este objeto.

El lugar para el estacionamiento de "campers" y casas rodantes se ubicará aledaño a la infraestructura de los baños, de tal manera de que ellos se puedan conectar fácilmente a los servicios de agua potable, energía eléctrica nocturna y evacuación de aguas servidas. Al igual que en el sector de carpas, el de casas rodantes contará con sombra, caminos de acceso ripiado o empastado para evitar polvo, mesas, lugar de parrilla, etc.

La mantención y limpieza diaria del recinto, baños y sector de lavado, así como la extracción de basuras será de responsabilidad de los miembros de la familia campesina. También lo será la atención de los turistas y la prestación de servicios anexos que eventualmente puedan requerirse u ofrecerse.

13.12.2.3 Estimación de Costos

Los costos del proyecto se subdividen en costos de inversión, que deben ser solventados en el transcurso del primer año del proyecto, y costos de operación, que se generan a lo largo de todo el período de ejecución del proyecto.

Los costos de inversión están dados por la adecuación del terreno, el mejoramiento de accesos, caminos y senderos, aislación de sitios de carpa, construcción e instalación de mesa, banquetas y "barbecue", construcción de pérgola de administración, construcción del sector de baño y lavado, construcción del sistema de evacuación de aguas servidas, adquisición de hidrosistema y generados, y otros menores de larga enumeración. De acuerdo a las estimaciones efectuadas, los costos de inversión inicial ascienden a la suma de \$ 21,9 millones, dentro de los cuales se incluye un 10% de imprevistos.

Los costos de operación se generan, entre otros, por la reparación y mantención de sitios, infraestructura, equipos e implementos, pago de energía eléctrica o combustible, adquisición de gas licuado, cancelación de honorarios al, o a los familiares del agricultor que se haga responsables del camping cuando hayan visitantes. Los costos de operación en su gran mayoría son variables, es decir, están estrechamente vinculados al nivel de ocupación que tenga el camping, y al número de días en que éste cuente con turistas.

Tal como ya se mencionó, la atención del camping y turistas será responsabilidad de los miembros de la familia del agricultor. Ellos trabajarán en esta actividad sólo cuando se requiera, ya sea porque se cuenta con clientes, o se deban efectuar labores de mantención y reparación. Para efectos de cálculo se asumió que como promedio se requerirán dos personas a tiempo completo durante los días que el camping esté siendo utilizado.

Las familias campesinas beneficiarias de este tipo de proyecto se caracterizan por ser de bajos ingresos económicos, por lo que se encuentran exentos de pagar Impuesto a la Renta. El impuesto a los Bienes Raíces gravan el terreno agrícola y no a las construcciones que en ella existen, de tal manera que los niveles de tributación no cambiarán en forma significativa por el hecho de que el agricultor desarrolle esta nueva actividad.

13.12.2.4 Estimación de Ingresos

Los ingresos se perciben por la recaudación por concepto de arriendo de lugares para carpas y "campers" o casas rodantes. A ello se debe sumar el valor residual de las inversiones al término del período de evaluación del proyecto, lo que se estima en un 80%. Cabe hacer notar que en el flujo de ingresos no se contempló el valor que le asigna el mercado a un negocio que está funcionando, y que cuenta con una cartera de clientes relativamente importante.

Para estimar los ingresos operacionales se asumió como hipótesis que el camping contará con visitantes 128 días al año, los que se concentrarán básicamente en los meses de verano, los fines de semana largos, y el período de vacaciones de colegios y universidades. En cada uno de estos días el nivel de ocupación de la infraestructura será del orden del 60%, tanto para el sector de carpas como para el sector de casas rodantes. En la eventualidad que algún organismo privado o estatal emprenda una campaña de promoción de este sistema, ya sea a través de publicaciones en Turistel, edición de folletos y trípticos de circulación nacional e internacional, este nivel de ocupación podría verse incrementado en forma significativa.

Durante los primeros años el nivel de ocupación será significativamente inferior al proyectado, debido, entre otras cosas, al tiempo que demandará la construcción e implementación del camping, al período que se requiere para que las agencias de turismo y turistas que visitan la zona conozcan esta nueva alternativa de alojamiento. Se espera que recién al cuarto año de operación se establezcan los ingresos del proyecto.

El valor diario que se cobrará por sitio se ha estimado en base a precios vigentes establecidos por CONAF, y otros camping similares que operan en la zona. El valor diario por

sitio de carpa es de \$ 8.000, en tanto el de casa rodante tendrá un recargo del 60%, vale decir \$ 12.800 diarios.

13.12.2.5 Rentabilidad y Sensibilización del Proyecto

La ejecución del proyecto es conveniente para los pequeños agricultores de San Pedro de Atacama que cuentan con terrenos de fácil acceso y disponen de un lugar atractivo y adecuado para instalar un camping. La Tasa Interna de Retorno a 10 años plazo, es del 18,8%, y el Valor Actual Neto de los flujos de fondo actualizados al 10%, es de \$ 8,4 millones.

Otro factor que justifica la ejecución de este tipo de proyectos es considerar que se dará trabajo a dos personas integrantes de la familia campesina durante aproximadamente 128 días al año. A lo cual se debe agregar también el tiempo de trabajo e ingresos que se pueden percibir ofreciendo servicios complementarios, tales como: venta de alimentos, leña, bebida, giras turísticas, y arriendo de caballo.

Si se sensibiliza el proyecto considerando para ello cambios en los parámetros que presentan mayor riesgo, o posibilidad de incumplimiento de los supuestos asumidos, se observan los siguientes resultados:

- Si suben los ingresos en un 20%, ya sea por un mayor porcentaje de ocupación, o por un incremento en el precio diario de la cabaña: TIR = 27,0 %; VAN, 10% = \$ 16,6 millones.
- Si bajan los ingresos en un 20%, ya sea por un menor porcentaje de ocupación, o por una disminución en el precio diario de la cabaña: TIR = 10,2%; VAN 10% = \$ 178 mil.
- Si suben los costos operacionales en un 20%: TIR = 15,4%; VAN, 10% = \$ 5,0 millones.
- Si bajan los ingresos en un 20%, ya sea por un menor porcentaje de ocupación, o por una disminución en el precio diario de la cabaña, y a su vez suben los costos operacionales en un 20%: TIR = 6,5%; VAN, 10% = \$ - 3,1 millones.

CUADRO 13.12.2.5-1
COSTOS, INGRESOS Y RENTABILIDAD DEL PROYECTO ESTABLECIMIENTO DE UN LUGAR DE CAMPING
CON DIEZ SITIOS (PESOS)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ingresos	2.433.024	4.866.048	6.893.568	8.110.080	8.110.080	8.110.080	8.110.080	8.110.080	8.110.080	18.097.080
Días ocupación	38	77	109	128	128	128	128	128	128	128
Días sitio carpa arrendados	230	461	653	768	768	768	768	768	768	768
Días sitio camper arrendados	46	92	131	154	154	154	154	154	154	154
Valor Residual de inversión										9.987.000
Costos de Inversión	21.939.500	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Construcción infraestructura	14.905.000									
Adecuación terreno y caminos	1.000.000									
Mesas, bancas, barbecue, etc	3.000.000									
Equipamiento baños y lavad	740.000									
Hidrosistema, generador, inst.	300.000									
Otros varios e imprevistos	1.994.500									
Costos de Operación	900.574	1.640.942	2.364.720	3.015.264	3.555.958	3.555.958	3.555.958	3.555.958	3.555.958	3555.958
Energía y combustibles	96.768	193.536	274.176	322.560	322.560	322.560	322.560	322.560	322.560	322.560
Agua potable	138.240	276.480	391.680	460.800	460.800	460.800	460.800	460.800	460.800	460.800
Reparaciones y Mantenciones	199.450	299.175	448.763	673.144	1.009.716	1.009.716	1.009.716	1.009.716	1.009.716	1.009.716
Materiales e implementos	100.000	150.000	225.000	337.500	506.250	506.250	506.250	506.250	506.250	506.250
Honorarios encargados	307.200	614.400	870.400	1.024.000	1.024.000	1.024.000	1.024.000	1.024.000	1.024.000	1.024.000
Otros varios e imprevistos	58.916	107.351	154.701	197.260	232.633	232.633	232.633	232.633	232.633	232.633
Utilidad Anual	-20.407.050	3.225.106	4.528.848	5.094.816	4.554.122	4.554.122	4.554.122	4.554.122	4.554.122	1.4541.122
Utilidad Acumulada	-20.407.050	-17.181.944	-12.653.096	-7.558.280	-3.004.159	1549963	6.104.085	10.658.206	15.212.328	29.753.449

14. ANÁLISIS AMBIENTAL

14.1 ASPECTOS GENERALES

El presente análisis ambiental tiene por objetivo evaluar, a nivel de estudio de prefactibilidad, los probables impactos ambientales que sean atribuidos a las actividades que generen la construcción y la operación de los cuatro proyectos planteados en este estudio y plantear en forma general las medidas de mitigación que procedan. El propósito es además indicar si, de acuerdo a la legislación ambiental vigente y a las características de los proyectos, procede su incorporación al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA), ya sea como Declaración de Impacto Ambiental (DIA) o Estudio de Impacto Ambiental (EIA).

Los proyectos a analizar son los siguientes:

- a) Regadío del Desierto Mediante el Uso Agrícola de las Aguas Recuperadas de Antofagasta a Nivel de Factibilidad.
- b) Ordenamiento de la Agricultura Regada en Calama a Nivel de Factibilidad.
- c) Ordenamiento y Gestión del Riego en San Pedro de Atacama a Nivel de Factibilidad.
- d) Desarrollo Agropecuario en Baquedano, Comuna de Sierra Gorda.

Desde el punto de vista del tipo de cada uno de los proyectos que se plantea desarrollar y las características de la zona de su emplazamiento, se considera relevante considerar, en forma sintetizada, el estado de los factores ambientales físicos siguientes:

- Suelo: uso y calidad para agricultura.
- Agua: uso actual de aguas servidas tratadas y calidad según uso en agricultura.

Los principales aspectos ambientales que se abordan en cada uno de los proyectos, se refieren en primer lugar a los impactos posibles durante la etapa de construcción (efectos por el trazado o ubicación de las obras, generación de polvo, ruido y otros); a los efectos posibles del riego en el suelo y plantas, de acuerdo a la calidad del agua utilizada; verificación de si el emplazamiento de los proyectos produce interferencia con Monumentos Nacionales u otros sitios con protección legal.

14.2 REGADÍO DEL DESIERTO MEDIANTE EL USO AGRÍCOLA DE LAS AGUAS RECUPERADAS DE ANTOFAGASTA

14.2.1 Descripción del Proyecto Propuesto

14.2.1.1 Objetivos del Proyecto y Antecedentes Generales

El objetivo de este proyecto es el regadío de terrenos ubicados al norte de la ciudad de Antofagasta, con aguas servidas tratadas (Planta de ESSAN), que actualmente van al mar.

Las nuevas áreas potencialmente regables, se sitúan a unos 8.5 Km de la planta de tratamiento, a un costado de la Avenida Edmundo Pérez Zujovic, frente al predio fiscal de Carabineros de Chile. Se trata de terrenos fiscales (Ministerio de Bienes Nacionales), cuyo valor estimado actual, es al menos \$ 45 millones la hectárea.

De acuerdo a un análisis preliminar, se tendría que diseñar a nivel de factibilidad una impulsión desde la planta de tratamiento de la ciudad hasta un estanque en la ladera del cerro, para continuar con una tubería matriz que conduzca las aguas hacia la zona de riego.

Antofagasta produce en promedio, unos 500 a 550 l/s de aguas servidas, con un mínimo de 200 a 250 l/s en la noche y un máximo de 600 a 700 l/s. El caudal de aguas servidas llegaría a 1070 l/s en el año 2005. La empresa Biwater tiene una concesión para el saneamiento del litoral costero hasta el año 2025. Dicha empresa está ubicada en la parte norte de la ciudad, lugar donde se concentran la mayor parte de los colectores de aguas servidas de la zona urbana de Antofagasta.

Esta planta de tratamiento, construida por CORFO en 1970, tiene considerado un tratamiento primario de las aguas servidas, las que luego son descargadas al mar. Sólo unos 20 l/s, provenientes de un colector que capta aguas servidas netamente domésticas (de mejor calidad), son derivados hacia las unidades de tratamiento secundario convencional, con lodos activados y cloración final. La capacidad de las dos unidades de tratamiento es de 120 l/s en total, pero nunca se ha tratado más de 45 l/s en la planta. El agua tratada es elevada 60 m hasta un estanque distante dos Km de la planta, hacia el oriente; desde ese punto es nuevamente elevada unos 80 m y conducida por una tubería matriz hacia el norte, por los faldeos de los cerros, hacia la zona de riego, desde la cual se derivan las tuberías de riego que entregan el agua a los regantes del sector la Chimba.

14.2.1.2 Descripción de las Obras del Proyecto

El proyecto que se plantea consiste en la construcción de una tubería cuyo trazado comprende desde la salida de la planta de tratamiento actual de Biwater, siguiendo por las calles de la ciudad de Antofagasta hasta empalmar con la cota 150, para llegar finalmente aproximadamente por dicha curva de nivel hasta la zona de riego.

El trazado de esta tubería tiene dos sectores, a saber:

- Trazado por zona urbana de Antofagasta
- Trazado por zona rural de Antofagasta

a) **Trazado por zona urbana de Antofagasta**

En este sector, el caudal de diseño es de 420 l/s y la longitud impulsión de 3.941 metros, en zona urbana. Se contempla que los materiales de la demolición de los pavimentos y de la excavación, serán íntegramente transportados a botadero. Se estima que un 10% de la excavación de la zanja para la tubería corresponde a roca. A lo largo de la tubería de acero, se disponen machones de hormigón armado, que reforzarán el tubo de acero ante cambios de dirección de la tubería.

Este trazado es en tubería de acero de diámetro 550mm y sigue el recorrido que se detalla en el Cuadro 14.2.1.2-1 siguiente.

CUADRO 14.2.1.2-1
TRAZADO DE TUBERÍA EN SECTOR URBANO DE ANTOFAGASTA

KM INICIAL	KM FINAL	DESCRIPCIÓN
0.000	0,142	Planta de tratamiento existente.
0,142	0,533	Calle Iquique
0,533	0,718	Calle Victoria
0,718	0,953	Avda. Pedro Aguirre Cerda
0,953	1,160	Calle Irarrázaval
1,160	2,449	Calle Industrial
2,449	3,941	Calle Nicolás Tirado

- Trazado en zona rural, cota aproximada 150.

Las características básicas de esta aducción son las siguientes:

- Primer tramo en tubería de acero, desde el recinto de la
- Segundo tramo, en tubería de polietileno de alta densidad.
- Cruce de quebradas o cauces naturales: no tiene

- Impulsión tubería de acero 550 mm:

Desde la planta de Biwater, se desarrolla una tubería enterrada de acero de 550 mm de diámetro en una longitud de unos 3.940 metros. El trazado de la tubería en este tramo, se emplaza en plena área urbana, por lo que se contempla realizar una reposición de los

pavimentos de las calles en que sea trazado. Los materiales de la demolición de los pavimentos y de la excavación, serán íntegramente transportados a botadero. Se estima que un 10% de la excavación de la zanja para la tubería corresponde a roca. A lo largo de la tubería de acero, se disponen machones de hormigón armado, que reforzarán el tubo de acero ante cambios de dirección de la tubería.

b) Impulsión tubería Pecc

Una vez que la tubería sale del sector urbano, se inicia el trazado de una tubería Pecc de 560 mm de diámetro por ladera de cerro, aproximadamente desde el Km 3,9 hasta el Km 16,2, totalizando unos 12,3 kilómetros de longitud.

c) Estanques acumuladores de agua

Al final de la tubería Pecc, se contempla seis estanques acumuladores de agua, que serán construidos en tierra y revestidos en su fondo y talud interior con una membrana de protección. El volumen de cada estanque acumulador corresponde a unos 2.000 m³. Desde los estanques acumuladores se realiza la descarga para que los recursos sean nuevamente re-elevados hasta el punto desde el que se realiza el riego de los predios. La descarga desde los tranques se realiza mediante una tubería de acero de 10" de diámetro, con machones cortafuga construidos en hormigón armado. Los seis estanques acumuladores totalizan unos 12.000 m³ de capacidad.

d) Plantas Re-elevadoras

Con el objeto de servir los suelos agrícolas que se ubican sobre los estanques acumuladores, se consultan tres diferentes plantas re-elevadoras, cuyas características principales son las siguientes:

Planta Re-elevadora N° 1: Esta obra consiste en una sala de máquinas de 15 m², en que se dispone una Motobomba de 44 KW, que son alimentadas mediante una subestación eléctrica, que cuenta con una extensión eléctrica hasta el suministro de A.T. de una longitud de 960 m.

Planta Re-elevadora N° 2: Esta obra consiste en una sala de máquinas de 30 m², en que se disponen tres Motobombas de 140 KW, que son alimentadas mediante una subestación eléctrica, que cuenta con una extensión eléctrica hasta el suministro de A.T. de una longitud de 960 m.

Planta Re-elevadora N° 3: Esta obra consiste en una sala de máquinas de 55 m², en que se disponen seis Motobombas de 250 KW, que son alimentadas mediante una subestación eléctrica, que cuenta con una extensión eléctrica hasta el suministro de A.T. de una longitud de 1.370 m.

e) **Distribución del riego hasta la entrada de predios**

La distribución del riego hasta los predios agrícolas, se realizará mediante tuberías Pecc de diámetro 400 mm y tuberías de PVC Clase 4, enterradas, en los siguientes diámetros: 140, 160 y 250 mm. Adicionalmente, para el riego de los predios, se consultan medidores de agua, con las siguientes dimensiones y cantidades: 3" (19 unidades), 4" (17 unidades), 6" (16 unidades). Todas los medidores se dispondrán en cámaras de registro.

14.2.1.3 Descripción de las Acciones del Proyecto Etapa de Construcción

Las principales acciones del proyecto, durante la etapa de construcción se sintetizan en el cuadro 14.2.1.3-1 siguiente:

CUADRO 14.2.1.3-1
RESUMEN DE ACCIONES DEL PROYECTO Y CANTIDADES DE CADA ITEM

OBRAS PROVISIONALES:		
INSTALACIÓN DE FAENAS	gl	1
REPLANTEO y CONTROL TOPOGRÁFICO (15 días x 4 meses)	día	60
TRANSPORTE INTERNO DE MATERIAL	m ³	2500
TRASPORTE DE MAQUINARIA	viaje	15
KM 0 PLANTA DE BOMBEO EN RECINTO BIWATER		
OBRA CIVIL SALA DE MAQUINAS - SUPERFICIE = 55 m ²	gl	1
EXCAVACIÓN - SENTINA	m ³	105
TRANSPORTE DE MATERIAL A BOTADERO	m ³	131
EMPLANTILLADO e = 5 cm - SENTINA	m ³	2
HORMIGÓN 8 SACOS - SENTINA	m ³	18
ENFIERRADURA - SENTINA	kg	900
MOLDAJE - SENTINA	m ²	70
MOTOBOMBAS: 6 BOMBAS	KW	1990
FITTING, MANIFOLD AC Y ACCESORIOS PARA MOTOBOMBAS	Gl	0,2
SUBESTACIÓN Y TABLEROS	KW	1990
EXTENSIÓN ELÉCTRICA EN AT - 100 m	unid	0,1
IMPULSIÓN TUBERÍA DE ACERO 550 mm - 3.941 m:		
EXCAVACIÓN ZANJA CON MAQUINA	m ³	8105
TRANSPORTE DE MATERIAL A BOTADERO	m ³	10131
EXCAVACIÓN EN ROCA	m ³	901
TRANSPORTE DE MATERIAL A BOTADERO	m ³	1352
DEMOLICIONES	m ³	1182
TRANSPORTE DE MATERIAL A BOTADERO	m ³	1773
CAMA DE ARENA	m ²	3350
TUBERÍA DE ACERO 550 mm - e = 9,5 mm Kg/ml 79,6	kg	313704
REPOSICIÓN PAVIMENTOS - HORMIGÓN H15	m ³	1478
RELLENO DE ZANJA	m ³	7914

CUADRO 14.2.1.3-1 (Continuación)
RESUMEN DE ACCIONES DEL PROYECTO Y CANTIDADES DE CADA ÍTEM

EXCAVACIÓN - MACHONES TUBERÍA	m ³	22
HORMIGÓN H15 8 SACOS - MACHONES TUBERÍA	m ³	18
ENFIERRADURA - MACHONES ANCLAJE TUBERÍA	kg	810
EMPLANTILLADO e = 5 cm - MACHONES DE ANCLAJE	m ³	1
MOLDAJE - MACHONES DE ANCLAJE	m ²	72
RELLENO ESTRUCTURAL MACHONES DE ANCLAJE	m ³	5
IMPULSIÓN TUBERÍA PECC 560 mm - 12.259 (DEL KM 3.941 AL KM 16.200):		
EXCAVACIÓN ZANJA CON MAQUINA	m ³	28521
TRANSPORTE DE MATERIAL A BOTADERO	m ³	35651
EXCAVACIÓN EN ROCA - 10% EXC. TOTAL	m ³	3169
TRANSPORTE DE MATERIAL A BOTADERO	m ³	4754
CAMA DE ARENA	m ²	10420
TUBERÍA PECC 560 mm C6 C/UNIONES 52,9 KG/ML	ml	12259
RELLENO DE ZANJA	m ³	24618
ESTANQUES ACUMULADORES DE AGUA (2.000 m³ C/U - SON 6):		
SELECCIÓN DE MATERIAL Y ACOPIO PARA MUROS ESTANQUES	m ³	6438
COLOCACIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE MATERIAL CON MAQUINA	m ³	8048
COMPACTACIÓN RODILLADA POR CAPAS	m ³	8048
PERFILAMIENTO GENERAL TALUDES Y FONDO A MANO	m ³	840
SUMINISTRO MEMBRANA PROTECCIÓN - FONDO Y TALUDES	m ²	8016
SUMINISTRO GEOTEXTIL REVESTIMIENTO - FONDO Y TALUDES	m ²	8016
INSTALACIÓN LAMINAS - FONDO Y TALUDES	m ²	8016
OBRA DESCARGA	Gl	6
PLANTAS RE-ELEVADORAS N° 1, 2 y 3		
OBRA CIVIL SALA DE MAQUINAS - SUPERFICIE = 15 m ²	Unid	2,3
EXCAVACIÓN - SENTINA	m ³	193
TRANSPORTE DE MATERIAL A BOTADERO	m ³	241
EMPLANTILLADO e = 5 cm - SENTINA	m ³	4
HORMIGÓN 8 SACOS - SENTINA	m ³	37
ENFIERRADURA - SENTINA	Kg	1850
MOLDAJE - SENTINA	m ²	145
MOTOBOMBAS - 44 KW - 1 BOMBA	KW	434
FITTING, MANIFOLD AC Y ACCESORIOS PARA MOTOBOMBAS	Gl	0,6
SUBESTACIÓN Y TABLEROS	KW	434

14.2.2 Estado Actual de los Factores Ambientales más Relevantes para el Proyecto

14.2.2.1 Aguas Servidas Tratadas Usadas en Riego

El riego con aguas servidas en Antofagasta, que se está realizando con las aguas tratadas de la Planta de Tratamiento de la empresa Biwater, está regulado por la Resolución del Servicio Nacional de Salud de la II Región N° 095 del 14 de Enero de 1993, la que especifica cero coliformes fecales para las aguas tratadas a ser usadas en riego. Para esto indica que esas aguas deben tener 0.8 mg/l de cloro residual.

Las aguas tratadas están siendo utilizadas en el riego del sector La Chimba, ubicado a unos 5 a 6 Km al norte de la planta de tratamiento. Se trata de pequeños parceleros que cultivan hortalizas y algunos árboles. El método de riego más frecuente es manual, utilizando mangueras provistas de regadores, conectadas a las tuberías que entregan las aguas tratadas. Conjuntamente con lo anterior, también el agua tratada es usada por las industrias del sector, para riego de jardines, aseo, etc. Otro usuario del agua tratada es el Cementerio Parque ubicado al Norte de Antofagasta, a un costado de la Avenida Edmundo Pérez Zujovic.

El costo del agua tratada es de UF 18 más IVA para los regantes de La Chimba y de UF 25 más IVA para los industriales por cada 1000 m³. Lo anterior equivale a \$ 320/m³ para riego y \$ 445/m³ para uso industrial respectivamente.

La planta de tratamiento de aguas servidas de la ciudad de Antofagasta está a cargo de la empresa Biwater, la cual trata las aguas servidas entregando como producto de ellas, aguas para uso industrial y agua potable de la calidad que se indica en el siguiente Cuadro 14.2.2.1-1. Tal como se visualiza en este cuadro, que contiene los resultados de los análisis, el efluente de la planta de tratamiento de las aguas servidas de Antofagasta es de mala calidad, y sus características son las peores de las tres analizadas.

Su nivel de salinidad es bastante alto, alcanzando en la muestra analizada una conductividad eléctrica de 4.050 µmhos/cm, lo cual impone severas restricciones a muchos cultivos y los que son capaces de prosperar los hacen con rendimientos reducidos.

Sumado al problema de la salinidad se tiene que sodio, que alcanza niveles peligrosos por su alta proporción dentro de los cationes, lo cual se denota por un 57,46 %. El uso de esta agua para eventuales cultivos sólo sería recomendable para suelos de texturas livianas, que permitan una fácil lixiviación; por el nivel de sodio, al usar estas aguas en suelos de texturas finas, se corre el riesgo de que se produzca una desfloculación de suelo, quedando este disperso y dificultando la lixiviación de las sales aportadas por las aguas.

CUADRO 14.2.2.1-1
 INFORME DE ANÁLISIS DE CALIDAD DE AGUAS
 SERVIDAS TRATADAS DE ANTOFAGASTA
 (Fuente: Biwater, empresa a cargo de la planta)

ANÁLISIS	AGUA INDUSTRIAL	AGUA POTABLE	VALOR NORMA REGADIO (NCh 1.333)
Amonios (mg/L)	58,36	< 0,04	
Arsénico (mg/L)	< 0,03	0,05	0,10
Boro (mg/L)	5,19 (1)	6,5 (1)	0,75
Calcio (mg/L)	95,37	72	
Cloro Residual (mg/L)	0,8	0,8	
Cloruros (mg/L)	743 (1)	255 (1)	200
Cobre (mg/L)	< 0,05	< 0,01	0,20
Conductividad (umho/cm)	2870 (2)	1120 (2)	
DB0 ₅ (mg/L)	< 5	< 5	
Dureza Cálrica (mg/L)	257	180	
Dureza Magnésica (mg/L)	117	180	
Dureza Total (mg/L)	374	360	
Fosfatos (mg/L)	13,35	-	
Hierro (mg/L)	0,46	0,11	
Manganeso (mg/L)		< 0,05	0,20
Magnesio (mg/L)	37,69	44	
Mercurio (mg/L)	< 0,001	-	0,001
N.M.P. Coliformes Fecales/100 ml	< 2	< 2	1.000
N.M.P. Coliformes Totales/100 ml	< 2	< 2	1.000
Nitrógeno de Nitratos (mg/L)	No Detectable	0,1	
Nitrógeno de Nitritos (mg/L)	0,17	< 0,004	
Oxígeno Disuelto (mg/L)	5	8	
PH	7,5	7,38 (26,8 °C)	
Potasio (mg/L)	32	-	
Salinidad (%)	0,17	0,07	
Sólidos Disueltos (mg/L)	1889	812	
Sólidos Suspendidos (mg/L)	14	10	
Sólidos Totales (mg/L)	1944	822	
Sulfato (mg/L)	201,97	148	
Temperatura (°C)	21,5	22,8	
Turbiedad (N.T.U.)	2,3	0,23	
Cromo (mg/L)	< 0,05	< 0,01	0,10

Notas:

- (1) : Excede el valor estipulado en la Norma NCh 1.333, en uso para riego.
 (2) : Conductividad con restricción de uso agrícola, ligera a moderada, según FAO 29, Rev.1

Los cloruros determinados en esta ocasión son también bastante altos estando muy por sobre lo estipulado en la NCh 1.333. Aparte de esta situación, con los niveles encontrados sería posible esperar ciertas toxicidades por la presencia de este ión. Para el caso particular de los sulfatos estos también son altos, excediendo a lo indicado en la NCh 1.333; sin embargo debido a que los sulfatos están dentro de los constituyentes de la salinidad más

inofensivos, no deberían esperarse mayores problemas de toxicidad específica y su mayor influencia estaría en el potencial osmótico de la solución suelo.

De acuerdo a las pautas Riverside, las aguas de esta Planta son C4S3, de muy alto peligro o riesgo de salinización y alto peligro de sodificación.

Según Wilcox y Magistad esta agua es de clase III y la Clasificación de Doonen indica clase 3 con 35,09 mg/l de salinidad efectiva. Según los Índices de Eaton esta agua sería recomendable al no tener carbonato de sodio residual, sin embargo el sodio “encontrado” alcanza a 64,3 5 y el posible a 74,2 %.

De acuerdo a la presencia de microelementos las aguas de esta planta están excedidas en sus concentraciones de Boro y Litio para cítricos.

En resumen, la aptitud de estas aguas sería limitada, debido a su alta salinidad. Sin embargo, se considera apresurado considerar lo anterior como un diagnóstico definitivo sobre la base de una sola muestra, por lo que es recomendable hacer un seguimiento de la calidad de estos efluentes a fin de confirmar o modificar lo expuesto anteriormente.

14.2.2.2 Suelos para Uso Agrícola

El área de interés se encuentra ubicado al norte de Antofagasta, en una franja estrecha ubicada entre el mar y los primeros cerros de la Cordillera de la Costa. Según los antecedentes geológicos, esta franja que se amplía hacia el norte corresponde a una terraza marina de naturaleza arenosa geológicamente reciente, producto del solevantamiento continental.

A partir de la información de terreno y los análisis efectuados, se han separado tres sectores del proyecto, denominados: A, B y C. La superficie de cada sector se indica en el Cuadro 14.2.2.2-1 y las características de cada uno se sintetizan a continuación.

CUADRO 14.2.2.2-1
SUPERFICIE DE LOS SECTORES DIFERENCIADOS EN ANTOFAGASTA

Sector	Hectáreas
A	95,6
B	69,2
C	133,4
TOTAL	298,2

NOTA: El sector entre el camino al aeromodelismo y el límite sur del estudio es de 32,7 há.

Sector A

Corresponde al área norte de la franja de interés, en posición topográfica más alta. La terraza marina aparece en gran parte del área cubierta por material coluvial como se evidencia de la presencia de grava angular. En el detalle, el suelo superficial es de

textura arenosa a franco arenosa gruesa y en profundidad (hasta 1.5 m.) se alternan capas de distinta granulometría, dentro del tamaño arena (arena fina, media, gruesa), a gravilla. En superficie se presentan piedras escasas de origen coluvial de hasta 50 cm de diámetro. La topografía es de pendiente suave (2 – 3%) de dirección predominante E – O.

En cuanto a las características químicas del suelo, el pH varió de 7,9 a 8,0; la salinidad total varió de 3,1 a 5,6 dS/m, el contenido de Boro en el extracto varió entre 0,9 y 1,9 mg/l. El contenido de arsénico fue inferior a 0.5 p.p.m.

De acuerdo a estas características, el suelo en su condición actual puede ser utilizado por la mayoría de los cultivos agrícolas, exceptuando los sensibles a Boro, tales como; las especies frutales caducas y perennes y, dentro de los cultivos, poroto verde o seco.

Sector B

Este sector se ubica hacia el sur del anterior, abarcando prácticamente hasta la proyección del inicio del recinto de Carabineros. Se mantienen las características generales anteriores, con una pendiente más suave (1 – 2%). En superficie la textura es franco arenosa fina a arenosa y en profundidad se alterna capas de texturas franco arenosa con arena gruesa, gravilla, de distinto grado de compactación. A los 30 cm se aprecia un fragipan arenoso de poco espesor y otro a los 60 cm. A partir de esa profundidad, el suelo es arenoso y presenta compactación moderada a fuerte.

El pH del suelo varió entre 7,7 y 7,8 y la salinidad aumentó respecto a la unidad anterior variando entre 7.0 a 9.1 dS/m. El contenido de Boro fluctuó entre 3.2 a 4.5 mg/l y el arsénico se situó en un valor bajo (0,6 mg/l).

De acuerdo a estas características, el suelo en su estado actual presenta limitaciones para el desarrollo de la mayoría de los cultivos agrícolas.

Sector C

Sector a continuación de B hacia el sur. Se inicia frente a la proyección del recinto de Carabineros y abarca hasta el fin del sector estudiado, esto es, 400 m. al sur del camino al Aeromodelismo.

El suelo mantiene las características superficiales anteriores, pero la textura va del franco arenoso fino al franco limoso. Sin embargo, en superficie se advierten pequeñas áreas de suelo “polvillento”, indicativo de exceso de sales.

El perfil presenta cambios considerables; es fuertemente calcáreo, presentando un fragipan calcáreo a 30 cm y un duripan calcáreo (Tosca dura en seco y húmedo) de considerable espesor (20 – 30 cm) a los 60 cm. En profundidad el suelo retoma las características de arena de distinta granulometría con compactación moderada.

La salinidad varió considerablemente en el sector, desde valores altísimos en las áreas de suelos “polvillento”, a valores menores pero igualmente muy altos en el resto, según se detalla en Cuadro 14.2.2.2-2 siguiente.

CUADRO 14.2.2.2-2
SALINIDAD, CONTENIDO DE BORO Y ARSÉNICO SUPERFICIAL (0-30 cm) EN EL SECTOR C (ANTOFAGASTA)

MUESTRA	pH	C.E. (dS/m)	B (mg/l)	As (mg/l)
Área Norte	7,5	32,8	6,8	6,0
Área Sur	7,3	65,4	7,9	
Manchones de suelo “polvillento”	7,5	109,9	58,1	

De acuerdo a estas características, este sector es inapto para ser cultivado en sus actuales condiciones.

14.2.3 Análisis de Impactos Ambientales

14.2.3.1 Verificación de Interferencias del Proyecto con Zonas de Restricción Ambiental

▪ Monumentos Nacionales

Conforme a la Ley 17.288 de 1970, relativa a los Monumentos Nacionales, se establece las categorías de "Monumentos Históricos", "Monumentos Públicos", "Monumentos Arqueológicos de Propiedad del Estado", "Zonas Típicas" y "Santuarios de la Naturaleza".

En estas categorías, en la zona de influencia del estudio y por extensión, en la comuna de Antofagasta, donde se desarrolla el estudio, se encuentran los siguientes Monumentos Nacionales :

Monumentos Históricos

- Aduana de Antofagasta
- Ruinas de Huanchaca
- Estación de FFCC Antofagasta – Bolivia
- Escuela D-73, comuna de Antofagasta
- Edificio calle Washington N° 491 y colindante, comuna de Antofagasta
- Edificio del cuartel general de bomberos, calle Sucre N° 545, comuna de Antofagasta

Zonas típicas

- Centro histórico de la ciudad de Antofagasta

De acuerdo con el trazado de la tubería que se ha planteado para la zona urbana, detallada anteriormente, no se producirá interferencia con ningún Monumento Nacional.

▪ **Parques Nacionales, Monumentos Naturales y Reservas Nacionales**

El Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas del Estado (SNASPE) es un conjunto de ambientes naturales, terrestres o acuáticos, que el Estado protege y maneja para lograr su conservación. Este sistema está compuesto por Parques Nacionales, Monumentos Naturales y Reservas Nacionales.

Las áreas del SNASPE de la II Región son las siguientes:

- Parque Nacional Llullaillaco
- Parque Nacional Pan de Azúcar
- Monumento Nacional “La Portada”
- Reserva Nacional “La Chimba”
- Reserva Nacional “Los Flamencos”

De acuerdo al emplazamiento planteado para las obras del proyecto, éstas se encuentran fuera de estas zonas de restricción ambiental.

14.2.3.2 Impacto de las Acciones del Proyecto Durante la Etapa de Construcción

De acuerdo con la definición de los ítem de cada una de las obras consideradas, durante la construcción se visualiza que la mayor parte de las acciones son las propias de faenas en zona urbana, similares a cualquier trabajo en que deba intervenir el pavimento y que produce interferencias puntuales en el tránsito vehicular.

Las acciones del proyecto que requieren de un mayor análisis, debido a que pueden producir los impactos ambientales potenciales más relevantes, son los siguientes:

- Instalación de faenas
- Transporte de material de excavación a botadero.
- Generación de ruidos y polvo en zona urbana.
- Permisos, servidumbres, expropiaciones y otras gestiones de tipo administrativo y legal.

De acuerdo a la naturaleza de las actividades anteriormente mencionadas, se prevé que el impacto ambiental que se producirá durante la etapa de construcción será el habitual en los trabajos que se realizan en la zona urbana, como instalaciones de tuberías de alcantarillado o de

agua potable. Por lo tanto, la magnitud de dichos impactos será leve a moderada, dependiendo de las medidas específicas de mitigación de los efectos de ruido y polvo que se adopten, materia que corresponderá definir en el diseño detallado del proyecto.

14.2.3.3 Impacto de las Acciones del Proyecto Durante la Etapa de Operación

Las principales acciones que se prevé durante la operación de este proyecto son las siguientes:

- Conducción de las aguas por la tubería hasta la zona de riego.
- Desarrollo de nuevas actividades productivas, relacionadas con la agricultura de riego, y generación de efectos tales como mayor cantidad de mano de obra empleada, y en general una mayor dinámica de las actividades ligadas a la agricultura.

Por lo anterior, se prevé que durante la operación del proyecto no se producirán efectos o impactos ambientales de tipo negativo, sino algunos impactos ambientales positivos (externalidades positivas del proyecto), como los siguientes:

- Mejor impacto visual que el actual, por cambio de paisaje.
- Mejor percepción de nivel de calidad de vida, debido al nivel de actividad económica en la zona.

14.3 DIAGNÓSTICO Y PROPUESTA DE DESARROLLO PARA EL ORDENAMIENTO DE LA AGRICULTURA REGADA EN CALAMA

14.3.1 Descripción del Proyecto

Este proyecto tiene por finalidad conocer la factibilidad técnica y económica de desarrollar acciones tendientes a utilizar aguas servidas tratadas provenientes de la ciudad de Calama, para regar aproximadamente 250 ha de terrenos agrícolas y áreas verde de esparcimiento. También se espera conocer la posibilidad de liberar derechos de agua en el río Loa, mediante el canje por derechos de aguas servidas tratadas.

Este riego con aguas servidas tratadas consulta la utilización de las aguas servidas de la ciudad, que serán tratadas en una futura planta, cuya construcción será licitada de acuerdo con los términos de referencia de la licitación pública internacional llamada por ESSAN el 06/09/99, bajo el título "LICITACIÓN PÚBLICA INTERNACIONAL CONTRATO PARA SERVICIOS DE TRATAMIENTO Y DISPOSICIÓN DE LAS AGUAS SERVIDAS DE CALAMA, II REGIÓN-CHILE, AGOSTO 1999".

Actualmente, ESSAN tiene construido un colector que recolecta todas las aguas servidas de Calama, las que son descargadas a la quebrada Quetena, al poniente de la ciudad. Esta quebrada es afluente del río San Salvador, el que descarga sus aguas al río Loa. El lecho de la quebrada de Quetena es muy permeable, razón por la que las aguas descargadas se infiltran rápidamente, muy cerca de la descarga actual.

De acuerdo con estimaciones de ESSAN, la producción de aguas servidas de Calama tendrá una variación entre 165 l/s y los 275 l/s, entre los años 2000 y 2020.

El área de interés del proyecto se ubica al poniente de la ciudad de Calama, abarcando las localidades de Likantatay, Verdes Campiñas, Cobija y Cerro Negro. Estas localidades son de límites imprecisos y están ubicados en áreas suburbanas o en áreas con claro avance urbano.

Se trata de un terreno que en total tiene 190,02 hectáreas de terrenos con poca pendiente y poca cobertura vegetal. El detalle de esta zona se presenta en el Cuadro 14.3.1-1 siguiente.

CUADRO 14.3.1-1
SUPERFICIE DE RIEGO CALAMA

PAÑO	SUPERFICIE (há)	UBICACIÓN
1	6,16	Verdes Campiña
2	12.11	Verdes Campiña
3	3.91	Verdes Campiña
4	6.00	Likantatay
5	35.02	Likantatay
6	3,89	Likantatay
7	4,81	Likantatay
8	31,56	Cerro Negro
9	16,42	Cerro Negro
10	70.14	Cerro Negro

La solución adoptada para este proyecto consiste en un estanque para la acumulación de las aguas servidas tratadas provenientes de la Planta de Tratamiento, el cual se ubicaría en el extremo sur poniente del terreno de ESSAN, y podría ser alimentado gravitacionalmente de acuerdo con el desnivel existente. En este estanque se instalaría una batería de bombas, formada por 5 unidades de 30 l/s de capacidad cada una, las que darían presión a la red de tuberías proyectada. Conforme a los diseños adoptados, la presión mínima en cada punto de entrega de la red de tuberías es de 4 m columna de agua.

Se indica a continuación los ítem principales que corresponde a cada una de las obras planteadas:

- a) OBRAS PROVISIONALES**
 Instalación de faenas
 Replanteo y control topográfico

Transporte interno de material
Transporte de. Maquinaria

b) ESTANQUE ACUMULADOR DE AGUA (APROX. 4.000 m³)

Excavación cubeta con máquina
Selección de material y acopio para muros estanques
Colocación y distribución de material con máquina
Compactación rodillada por capas
Perfilamiento general taludes y fondo a mano
Suministro membrana protección - fondo y taludes
Suministro geotextil revestimiento - fondo y taludes
Instalación laminas - fondo y taludes
Transporte material a botadero

c) RÁPIDO DE DESCARGA ALIMENTACIÓN TRANQUE

Excavación para obra de arte
Hormigón H15 8 sacos
Emplantillado e = 5 cm
Moldaje
Enfierradura
Enrocado
Albañilería de piedra - cubeta al pie
Relleno estructural

d) DESCARGA DEL TRANQUE ACUMULADOR

Albañilería de piedra - cubeta descarga
Excavación para obra de arte
Cama de arena
Tubería de acero descarga L = 24 m; e = 6 mm
Hormigón H15 8 sacos - machones cortafuga tubería
Emplantillado e = 5 cm – machones cortafuga tubería
Moldaje - machones cortafuga tubería
Relleno estructural

e) PLANTA RELEVADORA AL PIE DEL TRANQUE ACUMULADOR

Obra civil sala de maquinas
Obra civil - excavación
Obra civil – hormigón 8 sacos
Obra civil - enfierradura
Obra civil - emplantillado
Obra civil - moldaje
Excavación - sentina
Transplante de material a botadero
Emplantillado e = 5 cm sentina
Hormigón 8 sacos - sentina

Enfierradura - sentina
Moldaje - sentina
Motobomba: 5 bombas
Fitting, Manifold AC y accesorios para motobombas
Subestación y tableros
Extensión eléctrica en AT – 250 m

- f) **TUBERÍA DE PVC - D = 355 mm - L = 50 m**
Excavación zanja con maquina
Transporte de material a botadero
Excavación en roca
Transporte de material a botadero
Cama de arena
Tubería PVC, d = 355 mm
Relleno de zanja
- g) **TUBERÍA DE PVC - D – 315 mm - L = 480**
Excavación zanja con maquina
Transporte de material a botadero
Excavación en roca
Transporte de material a botadero
Cama de arena
Tubería PVC - d = 315 mm
Relleno de zanja
- h) **TUBERÍA DE- PVC - D - 200 mm - L = 9900 m**
Excavación zanja con maquina
Transporte de material a botadero
Excavación en roca
Transporte de material a botadero
Cama de arena
Tubería PVC - d = 200 mm
Relleno de zanja
- i) **MEDIDORES DE AGUA PARA PREDIOS**
Medidores de agua – 3”
Cámaras para medidores

14.3.2 Estado Actual de los Factores Ambientales más Relevantes para el Proyecto

14.3.2.1 Aguas Servidas Tratadas Usadas en Riego

La ciudad de Calama no cuenta con planta de tratamiento de aguas servidas, lo cual se espera será implementado a futuro. Para poder tener una visión de la calidad de las aguas que se traten a futuro, se tomó una muestra de las aguas servidas en el colector que recibe la

totalidad de las aguas servidas de la ciudad, emisario que descarga a la Quebrada de Quetena. Para este análisis se parte del supuesto que la calidad química de las aguas tratadas no tendrá una diferencia substancial con las aguas sin tratar; en lo relativo a la calidad bacteriológica de las aguas tratadas, sí se deberían producir diferencias sustanciales como resultado de los procesos de depuración y final desinfección con cloro.

Las aguas efluentes del sistema de alcantarillado de Calama tienen substancialmente mejores características que las de Antofagasta, siendo su conductividad eléctrica de sólo 1.662 $\mu\text{mhos/cm}$. Un nivel salino que si bien no es bajo es tolerable por una gran mayoría de especies sin tener reducciones mayores en sus rendimientos; el nivel porcentual de sodio es de 44,53 % lo que indica que se está en el límite de lo tolerable, aunque de acuerdo a la NCh 1.333 esta excedida. De todas formas se considera que esta agua es substancialmente mejor a la usada en riego en el área de la Ciudad de Calama, la cual bordea los 6.000 $\mu\text{mhos/cm}$, y que impone severas restricciones en su uso agrícola

De acuerdo a los niveles de salinidad y sodio en el uso de esta agua para riego, habría que seleccionar adecuadamente las especies de cultivo en conjunto con los respectivos suelos, adoptando aquellos de texturas mas bien livianas y de fácil percolación, para evitar la acumulación de sales.

Los niveles de cloruros y sulfatos son manejables con un adecuado sistema de drenaje y selección de especies y variedades que se adapten a las particulares condiciones imperantes.

Con respecto a los microelementos presentes en estas aguas, se encuentra niveles excedidos con respecto a Litio para cítricos; sin embargo esta situación carece de importancia debido a que por condiciones climáticas es difícil que estas especies puedan prosperar en la zona de Calama.

Respecto a las clasificaciones de aguas enunciadas estas son: C3S1, o agua de alto peligro de salinización y bajo riesgo de sodificación, de acuerdo con la Norma Riverside; según Eaton tienen 47,2 % de sodio “encontrado” y 64,8 % de sodio “posible” no presentando carbonato de sodio residual, siendo por este concepto “recomendable”. De acuerdo con Wilcox y Magistad, el agua es clase II, buena a perjudicial. Finalmente según Doonen, el agua tiene 11,25 meq/l de salinidad efectiva, lo que significa clase 3 en suelos sin drenaje, pasando a 2 cuando este drenaje es restringido o bueno.

En resumen adoptando las precauciones y prácticas de manejo adecuadas, esta agua es perfectamente utilizable para fines agrícolas. Se trata de aguas con mejor calidad que las captadas directamente del río Loa por los agricultores, con la diferencia que las aguas servidas tratadas tendrían fósforo y nitrógeno, fertilizantes indispensables en suelos áridos, arenosos y deficientes en materia orgánica. En todo caso, de acuerdo a los antecedentes recopilados, la planta de tratamiento de aguas servidas de Calama sería diseñada y operada para que sus efluentes cumplan la norma de calidad de agua para riego.

14.3.2.2 Suelos para Uso Agrícola

Los informes de suelos disponibles sobre el área de este proyecto no satisfacen los requerimientos de este estudio, razón por la cual se realizaron trabajos de muestreo con barreno en varias parcelas con desarrollo agrícola.

Las muestras efectuadas en Likantatay y Verdes Campiñas indican que el lavado del suelo efectuado en la habilitación previa de los suelos, unidos al lavado implicado en el cultivo agrícola (riegos por inundación), conduciría al cabo de 5 años a situaciones de baja salinidad, persistiendo eso sí niveles de Boro altos pero tolerables para varios cultivos, dentro de estos: zapallo, avena, acelga, betarraga, espinaca, apio, lechuga, repollo, zanahoria, cebolla, ajo, albahaca, perejil. Estos cultivos y otros con los cuales habría que experimentar y seleccionar variedades (tomate, pimentón, melón, sandía, maíces híbridos, alcachofa), podrían desarrollarse sin una merma notoria de rendimiento (más de 50%).

Es probable que el período de tiempo hasta habilitar el suelo podría acortarse al conocer la calidad química del agua de riego y adecuar una estrategia de lavado acorde a ésta y al suelo, que afortunadamente es de permeabilidad moderada y buen drenaje.

Las áreas vírgenes al norte y norponiente requerirían, previo a un lavado intenso y de alta frecuencia, de un trabajo de habilitación que considere subsoladura a 1.0 m. de profundidad para romper las áreas con fragipan. Además se requeriría de un estudio detallado que indique las áreas con toscas duras superficiales no removibles.

Para el área de Cobija y Cerro Negro valen, en general, las mismas consideraciones. Sin embargo, la presencia de una tosca dura calcárea (travertino) produce problemas al drenaje. Dada la profundidad (1-1,2 m) y el espesor (al menor 30 cm), es muy difícil y costosa removerla. Sin embargo, el travertino no es impedimento absoluto al paso de agua y mantiene un mínimo de canalículos por los cuales el agua puede percolar, pero aún así habrá que estudiar en la práctica el comportamiento frente al lavado. Si bien la percolación del agua puede presentar algún grado de problema al efectuar lavados, el drenaje general del área es bueno, existiendo pendiente hacia el poniente y vías de desagüe (pequeños bajos) que van conduciendo las aguas, al drenaje natural muy profundo representado por el profundo cajón de Ojopache.

14.3.3 Análisis de Impactos Ambientales

14.3.3.1 Verificación de Interferencias del Proyecto con Zonas de Restricción Ambiental

▪ Monumentos Nacionales

Conforme a la Ley 17.288 de 1970, relativa a los Monumentos Nacionales, se establece las categorías de "Monumentos Históricos", "Monumentos Públicos", "Monumentos Arqueológicos de Propiedad del Estado", "Zonas Típicas" y "Santuarios de la Naturaleza".

En estas categorías, en la zona de influencia del estudio y por extensión, en la comuna de Calama, donde se ubica el proyecto, se encuentran los siguientes Monumentos Nacionales:

Monumentos Históricos

- Pukará de Lasana
- Pukará de Turi.
- Iglesia de San Francisco de Chiu Chiu
- Iglesia y Campanario de Caspana

Zonas Típicas

- Pueblo de Ayquina y campos o terrazas de cultivos inmediatos.

De acuerdo al emplazamiento de las obras del proyecto, no se producirá interferencia con los Monumentos Nacionales indicados.

De igual forma, no se producirá interferencia con las áreas de protección ambiental del Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas del Estado (SNASPE).

14.3.3.2 Impacto de las Acciones del Proyecto Durante la Etapa de Construcción

De acuerdo con la definición de los ítem de cada una de las obras consideradas, durante la construcción se visualiza que la mayor parte de las acciones son las propias de faenas en zona de límite urbano, en camino sin pavimentar, que puede producir interferencias puntuales en el tránsito vehicular.

Las acciones del proyecto que requieren de un mayor análisis, debido a que pueden producir los impactos ambientales potenciales más relevantes, son los siguientes:

- Instalación de faenas
- Transporte de material de excavación a botadero.
- Generación de ruidos y polvo en zona urbana.

- Permisos, servidumbres, expropiaciones y otras gestiones de tipo administrativo y legal.

De acuerdo a la naturaleza de las actividades anteriormente mencionadas, se prevé que el impacto ambiental que se producirá durante la etapa de construcción tendrá una magnitud leve a moderada, dependiendo de las medidas específicas de mitigación de los efectos de ruido y polvo que se adopten, materia que corresponderá definir en el diseño detallado del proyecto.

14.3.3.3 Impacto de las Acciones del Proyecto Durante la Etapa de Operación

Las principales acciones que se prevé durante la operación de este proyecto son las siguientes:

- Conducción de las aguas por la tubería hasta la zona de riego.
- Desarrollo de nuevas actividades productivas, relacionadas con la agricultura de riego, y generación de efectos tales como mayor cantidad de mano de obra empleada, y en general una mayor dinámica de las actividades ligadas a la agricultura.

Por lo anterior, se prevé que durante la operación del proyecto no se producirán efectos o impactos ambientales de tipo negativo, sino algunos impactos ambientales positivos (externalidades positivas del proyecto), como los siguientes:

- Mejor impacto visual que el actual, por cambio de paisaje.
- Mejor percepción de nivel de calidad de vida, debido al nivel de actividad económica en la zona.

14.4 ORDENAMIENTO Y DE GESTIÓN DEL RIEGO EN SAN PEDRO DE ATACAMA

14.4.1 Descripción del Proyecto Propuesto

14.4.1.1 Antecedentes Generales

El área de estudio se encuentra ubicada en la comuna de San Pedro de Atacama, provincia del Loa, II Región, entre los paralelos 22°00' latitud sur y los meridianos 68°00' y 68°30' longitud oeste. Comprende la parte norte de la Cuenca del río San Pedro de Atacama, desde el límite norte del Salar de Atacama hasta el nacimiento de los ríos San Pedro y Vilama que son los que abastecen de agua a los sectores de riego o ayllus del área de estudio.

Con las aguas del río San Pedro se riegan los pequeños ayllus ubicados al norte del pueblo de San Pedro de Atacama que son: Cuchabrachi, Catarpe, Tambillo, Guachar, Bellavista,

Suchor, y Quito y los ubicados al sur del pueblo Conde Duque, Larache, Solcor, Yaye, Séquito, Checar, Solor, Coyo y Cúcuter.

Además se riegan algunas localidades agrícolas ubicadas en el curso superior del río y sus afluentes, siendo las principales las de Santiago de Río Grande, San Juan de Peñaliri, además de San Bartolo que actualmente está abandonado.

El pueblo de San Pedro de Atacama, se encuentra en el ayllu Conde Duque, a 2.440 m.s.n.m. Se encuentra a 100 Km al sur este de la ciudad de Calama.

De acuerdo con los antecedentes recopilados y analizados, los principales problemas del sistema de regadío de San Pedro son:

- Escasez de agua
- Salinidad de las aguas
- Falta de capacidad y deficiencia de la infraestructura de canales
- Problemas organizativos
- Forma del riego, en especial el sistema de turnos
- Necesidad de apoyo técnico y crediticio

Las soluciones que se han planteado en este estudio a dichos problemas se resumen en los numerales siguientes.

14.4.1.2 Soluciones Propuestas para los Problemas de Escasez y Salinidad de las Aguas

a) Embalse Coyil y obras anexas

El problema de la escasez y salinidad de las aguas ha sido estudiado en varias ocasiones. Los resultados han indicado que existe una alternativa de obras rentable que significaría una notable mejoría en ambos factores. Este conjunto de obras estaría constituido por el embalse Coyil, más una captación de las aguas del río Salado antes de su paso por el sector de ojos de salmuera, y posterior trasvase hacia el río Grande para ser reguladas en el embalse Coyil, más un mejoramiento de la infraestructura de canales.

Este embalse se ubica en la quebrada de Abra Pampa o de Coyil, afluente del río Grande, la cual escurre solamente durante las épocas de precipitaciones, permaneciendo seca durante la gran mayoría del año. Esta obra consistiría básicamente en:

- Captación en el río Salado, en la zona de cruce con el camino al Establecimiento San Bartolo.
- Conducción por el río en tubería, en un tramo de aproximadamente 5 Km.

- Trasvase por un túnel de aproximadamente 950 m, con descarga directa al canal alimentador del embalse Coyil, lo que probablemente significará una conducción adicional de no más de 1 Km por tubería, a fin de acortar la longitud del túnel.

b) Obras planteadas en el sistema de canales del río San Pedro

- Bocatoma Canales La Patilla y Tambillo

Esta se ha diseñado estas obras para un caudal mínimo de 50 l/s. Comprende, desde aguas arriba hacia aguas abajo, de un canal de captación y aducción, de sección rectangular de 0,40 m de ancho por 0,45 m de alto, con un espesor de 0,10 m y una longitud de 15 m en el caso del canal La Patilla y de 7 m para el canal Tambillo; de un vertedero lateral para evacuar los excesos de caudal captados de 2 m de longitud, seguido de una compuerta frontal del tipo "jardín" para controlar el caudal captado; de una regla graduada para medir la carga y un vertedero triangular de 60°, el que actúa como aforador. A continuación del vertedero lateral existe un enrocado de protección en 1 m de longitud.

- Obra de Captación Canal Bellavista

Este canal, que capta sus aguas desde el canal San Pedro, se le ha diseñado una bajada de fondo en dicho canal de 0,20 m de altura continuando luego con una compuerta frontal con mecanismo la cual regulará las aguas captadas.

Toda esta obra es de hormigón, excepto el tramo entubado, que tiene tubos del tipo Spiropecc Clase 60 de 800 mm de diámetro interno. La tubería se ha enterrado por lo menos 1 m por debajo de su clave, con el fin de evitar que el río la afecte cuando está en crecida.

- Revestimiento de los Canales Derivados Silo, Amacay, Paxa y Larache

Para el revestimiento de estos canales derivados, se ha dispuesto una sección rectangular en hormigón de 0,10 m de espesor, de 0,50 m de ancho por 0,50 m de alto, en el caso de los canales Silo y Amacay y de 0,60 m de ancho por 0,60 m de alto en los canales Paxa y Larache.

Estos revestimientos se han complementado con el diseño de las entregas por compuertas, las cuales consisten en tres pilares de hormigón de 0,20*0,20 m y una altura igual a la del canal respectivo.

- Revestimiento Río San Pedro Canalizado

Este revestimiento se ha diseñado manteniendo las dimensiones de los tramos actualmente revestidos, es decir, con un ancho basal de 1,00 m, una altura de 1,00 m y un talud 1/2 (H/V). El revestimiento proyectado es en hormigón con un espesor de 0,15 m.

- Revestimiento Canal La Patilla

En este canal parte en la misma bocatoma del canal Cuchabrachi. Su cauce hacia aguas abajo, a lo largo del canal es variable y hasta el Km 1,025 sólo tiene 2 descargas al río. Se diseñó para un caudal de 120 l/s y el revestimiento es de hormigón con una sección de 0,45 m de ancho basal, 0,45 m de altura y taludes verticales, los muros de la sección tienen un espesor de 0,10 m.

- Revestimiento Canal El Naranjo

Este canal será revestido en hormigón con una sección de 0,45 m de ancho basal, 0,45 m de altura y taludes verticales, los muros de la sección tendrán un espesor de 0,10 m. El caudal de diseño es de 120 l/s.

- Revestimiento Canal Tambillo

Este canal nace en la orilla o ribera derecha del río San Pedro en el sector de Catarpe. Es de una salida rústica, se encauza desde el río por medio de un empedrado de contención simple, que permite su nacimiento en su fondo natural.

Este canal será revestido en hormigón con una sección de 0,45 m de ancho basal, 0,45 m de altura y taludes verticales, los muros de la sección tendrán un espesor de 0,10 m. El caudal de diseño es de 120 l/s.

- Revestimiento Canal Bellavista

Este canal nace con una salida muy difusa de la ribera derecha aguas abajo del río, ya que en el sector, la planicie del terreno derrama el cauce en forma muy irregular. Su entorno a lo largo de su recorrido lo conforman, hacia la derecha el pie de la quebrada y hacia la izquierda la planicie de la caja del río San Pedro.

El proyecto consiste en revestir el canal con hormigón, con una sección de 0,40 m de ancho basal, 0,40 m de altura y taludes verticales, los muros de la sección tienen un espesor de 0,10 m. El caudal de diseño es de 120 l/s.

Cabe destacar que, de acuerdo con los estudios operacionales, el conjunto de obras descrito permitiría regar 866 há con 85% de seguridad y con un agua de salinidad inferior a los 2.000 dS/m. El costo total de las obras sería del orden de los US\$ 6 millones, y los indicadores económicos del proyecto en términos sociales serían VAN = US\$ 0,8 millones, TIR = 14,3 % y N/K = 1,205.

14.4.1.3 Soluciones Propuestas para los Problemas de Falta de Capacidad y Deficiencia de la Infraestructura de Canales

El problema de la falta de capacidad de conducción de algunos canales se ha hecho patente en la actualidad, toda vez que no se han construido los proyectos anteriormente indicados y más aún con la construcción del tranque nocturno de Guachar. La finalidad de este tranque es acumular las aguas de la noche y reforzar el riego del día, pero para ello se requiere mayor capacidad de canales. El proyecto planteado precedentemente puede ser una solución al problema y permitir otro sistema de turnos, pero debe ser adaptado y complementado con una revisión de la capacidad de la red de canales derivados y subderivados, considerando la posibilidad de la regulación nocturna, puesto que en estos casos se requiere de una capacidad de conducción prácticamente dos veces mayor.

14.4.1.4 Soluciones a Problemas Organizativos

Para regar adecuadamente las 866 há, se recomienda la creación de comités que representen a los subsistemas de riego que se definan según el esquema de turnos que se adopte. Estos comités deben funcionar en forma independiente, por cuanto cada subsistema tendrá sus propios problemas especiales que resolver, y a la vez tener al menos un representante ante la Directiva de la Comunidad de Aguas ya creada.

14.4.1.5 Forma del Riego, en Especial el Sistema de Turnos

El objetivo es solucionar los problemas del sistema de turnos actual, de 2 hr/há cada 25 días, el cual no será el más recomendable si se construyen las obras que den seguridad de riego y mejoren la calidad del agua.

Para esto, se realizó el diseño de turnos cada 8 y 22 días, considerando una tasa de riego de 1,37 l/s/há, Con la distribución que se ha diseñado, el mayor caudal que deberá manejar un grupo es de 123 l/s y el menor de 65 l/s, con excepción del grupo 7 que, por poseer un estanque para almacenar el agua de noche, tiene un sistema especial de reparto durante sólo 12 horas diarias, suponiendo que se embalsa durante 12 horas.

14.4.1.6 Necesidad de Apoyo Técnico y Crediticio

De acuerdo con los antecedentes de la situación actual de asistencia técnica, obtenido de las encuestas realizadas en este estudio, revelan claramente la necesidad de reforzar las actividades de apoyo a los agricultores que realiza el INDAP, así como asistirlos con el apoyo de instituciones como la Dirección de Obras Hidráulicas, por ejemplo, en el desarrollo de proyectos de carácter intrapredial y postularlos a los beneficios de subsidios que otorga la Ley 18.450, u otros. También, existen aspectos relacionados con el Código de Aguas y Leyes

Indígenas, que deberán conocer y manejar muy bien ahora que están legalizados como Comunidad.

14.4.1.7 Sistema Vilama

Sobre la base de la información obtenida en terreno, el total del área regándose actualmente en Vilama es de 94 há. Si se considera que el caudal 50% estimado para la captación en el río Vilama es de 190 l/s, se tendría una tasa media del orden de 2 l/s/há para esta seguridad.

Los principales problemas del sistema de regadío Vilama que se propone intentar resolver con prioridad, son:

- Infraestructura de obras
- Falta de nivelación de los suelos
- Forma de riego
- Falta de apoyo técnico y crediticio

Se estima que los cuatro grandes problemas del sistema deben ser solucionados a través de un solo proyecto integral, que considere en primer lugar un apoyo técnico y crediticio para desarrollar, en primer lugar, *los proyectos de mejoramiento necesarios para no perder tanta agua*, básicamente los revestimientos de canales de la red secundaria hasta los predios. En segundo lugar, *los proyectos necesarios para mejorar el riego intrapredial*, que pasan por una mayor nivelación de los terrenos. Con ambos objetivos cumplidos, lo cual puede lograrse con el apoyo de los subsidios de la ley 18.450, será posible *mejorar la forma de regar*. Finalmente, con el apoyo técnico y crediticio, será posible *lograr un adecuado nivel de producción y una organización preparada para la operación, mantenimiento y comercialización*.

Se propone entonces, considerando que el caudal máximo del sistema es del orden de 215 l/s y el mínimo 172 l/s, que se formen los dos grupos siguientes:

- Grupo I, conformado por los ayllus de Poconche y Tulor, con un caudal permanente del 51,4% del captado por el canal Vilama. Operaría con un máximo de 110 l/s y un mínimo de 88 l/s.
- Grupo II, conformado por los regantes del ayllu de Beter, con un caudal permanente del 48,6% del captado por el canal Vilama. Operaría con un máximo de 105 l/s y un mínimo de 84 l/s.

El sistema así definido operaría turnándose Poconche con Tulor, lo que significa que cuando le toca el turno a Poconche, el marco de Poconche capta el 51,4% del canal Vilama y el marco de Beter todo el resto. Cuando el turno es de Tulor, entonces el marco de Poconche debe dejar pasar el agua y el marco de Beter debe captar el 48,6% del caudal que traiga el canal Vilama. Los turnos internos de cada canal se definirán de acuerdo con las horas, o derechos, que tienen los regantes.

14.4.2 Estado Actual de los Factores Ambientales más Relevantes para el Proyecto

14.4.2.1 Aguas Usadas en Riego

Las aguas que riegan a San Pedro son captadas mayoritariamente en el río San Pedro, en Cuchabrachi o en sectores ubicados aguas abajo de ese punto, lugar donde existe una estación fluviométrica de la Dirección General de Aguas. Por lo tanto, la calidad de esas aguas corresponde a las usadas en el riego del Oasis. Según los antecedentes obtenidos, las características de las aguas de riego serían las indicadas en el Cuadro 14.4.2.1-1.

CUADRO 14.4.2.1-1
ANÁLISIS QUÍMICOS RÍO SAN PEDRO EN CUCHABRACHI

PARÁMETRO Y UNIDAD DE MEDIDA	MUESTRA		
	R & Q 1 (1)	Muestreo 1 8-10 Oct.97 (2)	Muestreo 2 12-14 Nov. 97 (2)
C.E. dS/m	2240	2950	2830
pH	8,87	8,27	8,63
Sodio meq/l	15,50	21,00	20,00
Potasio meq/l	0,51	0,30	0,30
Calcio meq/l	4,74	5,15	5,86
Magnesio meq/l	3,33	3,28	2,24
Suma cationes meq/l	24,08	29,73	28,40
Carbonatos meq/l	0,27	0,40	0,94
Bicarbonatos meq/l	2,72	1,78	0,73
Cloruros meq/l	16,25	18,86	18,56
Sulfatos meq/l	4,87	8,75	7,98
Suma aniones meq/l	24,11	29,79	28,21
Arsénico mg/l	0,140	0,080	0,050
Bario mg/l	n.d	< 0,00	< 0,01
Boro mg/l	1,20	1,90	2,00
Cadmio mg/l	n.d	0,01	< 0,01
Cobre mg/l	0,05	0,22	0,03
Cromo mg/l	n.d	0,13	< 0,01
Fierro mg/l	0,55	0,01	0,05
Fluor mg/l	n.d	0,50	0,82
Litio mg/l	0,38	0,39	0,357
Manganeso mg/l	n.d	0,09	< 0,01
Molibdeno mg/l	n.d	< 0,01	< 0,01
Níquel mg/l	n.d	0,01	< 0,01
Plomo mg/l	n.d	1,19	< 0,01
Zinc mg/l	< 0,01	0,01	< 0,01
RAS	7,72	10,25	10,25
% Sodio	64,37	70,64	70,64

- Notas: - (1): Muestro N°1 realizado por la Consultora R&Q
 - (2) Muestras N° 1 y N° 2, realizado por la D.O.H. del M.O.P., estudios del embalse Coyil, Consultor Luis Arrau del Canto.
 nd = no detectable

De acuerdo con los antecedentes disponibles, resumidos en el cuadro anterior, las aguas de San Pedro son de clase C4S3 de acuerdo con la clasificación de Riverside; esto significa que las aguas presentan un muy alto riesgo de salinización y alto riesgo de sodificación. De acuerdo con la publicación de Ayres y Westcot, existiría una restricción "ligera a moderada" para el uso agrícola de las aguas del río San Pedro.

De los microelementos analizados, varios de ellos no fueron detectados en las aguas del río San Pedro y sus afluentes, como es el caso de Bario, Cadmio, Níquel, Manganeso y Molibdeno; de los restantes, el cromo y el flúor no cumplen en todas las muestras los límites señalados por la NCh 1.333, y no presentan una situación preocupante. Pero en el caso del Boro la situación es distinta, ya que las concentraciones llegan a valores que exceden el límite de 0,75 mg/l. De todas formas el problema del Boro no alcanza los niveles de los ríos Loa y Lluta, razón por la cual es posible establecer cultivos que no sean extremadamente sensibles al Boro.

El estudio sobre el embalse Coyil también comprendió una caracterización de las aguas haciendo recuentos de coliformes fecales en varios lugares de la cuenca del río San Pedro y particularmente en los ayllus de dicha localidad. La única muestra que dio resultado positivo fue la del Hotel Internacional, con un recuento de 5.000 coliformes/100 ml de agua, que excede el valor límite de 1.000 coliformes/100 ml fijado por la norma NCh 1.333.

El recuento de coliformes fecales efectuado en el segundo muestreo determinó para el punto analizado la cantidad de 26.000 coliformes/100 ml, valor que excede largamente lo estipulado por la NCh 1.333, al igual que en el primer muestreo.

Los dos muestreos en San Pedro indican una contaminación fecal debido a lo cual se deberían tomar las medidas del caso para no limitar el uso del agua en cultivos a ras de suelo y evitar así posibles focos de infecciones provocadas por patógenos entéricos. Sumado a lo anterior, debe considerarse el potencial peligro que esta situación provoca ya que parte de la población de San Pedro utiliza esta agua para usos domésticos y para la bebida. Lo anteriormente expresado tiene su confirmación en lo ocurrido durante los últimos días de diciembre de 1997, con la aparición de un brote de cólera, que afectó, severamente a los habitantes de San Pedro.

Finalmente, es posible indicar que las aguas de San Pedro pueden ser usada en riego, con limitaciones dadas por la salinidad, lo que exige una adecuada selección de especies, según las características de los suelos, que permitan una adecuada lixiviación del exceso de sales aportadas por el agua de riego. También es necesario tener en cuenta el problema bacteriológico mencionado, que potencialmente sería una limitación a la utilización en riego de esas aguas.

14.4.2.2 Suelos para Uso Agrícola

Los suelos tienen un origen aluvial complejo, con depósitos sedimentarios de gran variabilidad. Los perfiles presentan una marcada estratificación originada por depósitos asociados a sucesivos aluviones. El drenaje es bueno, siendo muchas veces excesivo por el

predominio de texturas gruesas. El problema de salinidad superficial es leve, llegando a ser moderado en el subsuelo. El Boro en el extracto saturado se encuentra en niveles superiores a los estipulados como perjudiciales para cultivos sensibles a este elemento (0,7 ppm).

Si se comparan los resultados de sendos estudios de suelos efectuados en los años 1995 y 2000, se observa que no existen cambios significativos con respecto a la acidez (pH) y salinidad (conductibilidad eléctrica). Sin embargo, el nivel de Boro ha aumentado casi al doble, y no se conocen las causas que expliquen este fenómeno, aunque se sabe que las prácticas de manejo, especialmente del riego, inciden en el contenido de sales y Boro en el perfil.

Considerando las características del perfil, la salinidad, el contenido de Boro y la topografía del sector, los suelos se agruparon en seis categorías, cuyas principales características son las siguientes:

Categoría A

Suelos planos, profundos, de textura moderadamente fina a moderadamente gruesa, sin problemas de aireación ni de drenaje. La salinidad del suelo y subsuelo se mantiene en niveles bajos (entre 2 y 4 ds/m), y los niveles de Boro se encuentran entre 2 y 4 mg/l. La aptitud de estos suelos es para todo tipo de cultivo y frutal que permitan las condiciones climáticas y los niveles de salinidad y Boro presentes en suelo y agua. Se debe tener la precaución de regar con sistemas que eviten un aumento del tenor salino y de Boro existente.

En esta categoría se clasifican 663,5 ha, localizadas en todos ayllus que conforman el área en estudio.

Categoría B

Suelos profundos a moderadamente profundos, cuyo perfil presenta texturas moderadamente gruesas a gruesas. No presentan acumulación salina ni de Boro muy diferentes a las señaladas en la Categoría A. Aptos para todo cultivo y frutal, siempre y cuando se tomen medidas especiales de riego para evitar erosión e incremento de sales y Boro en el perfil.

En esta categoría se clasifican 260.4 ha, que se encuentran presente en prácticamente todos los ayllus estudiados.

Categoría C

Suelos que presentan niveles de salinidad y de Boro crecientes en el subsuelo, hasta alcanzar niveles muy perjudiciales para el desarrollo de los cultivos (CE de 6 a 12 ds/m; Boro entre 3 y 12 mg/l). El subsuelo puede ser arcilloso masivo, o con compactación de arena fina. Estratificación abrupta.

No se recomienda la plantación de frutales y vid, aunque son aptos para cultivos anuales y praderas adaptadas a las condiciones de la zona. Abarcan una superficie de 597,3 ha, que se localizan en todos los ayllus salvo los más pequeños: Suchor y Guachar.

Categoría D

Agrupar suelos cuya pendiente es mayor a 3% y menor a 5%, y áreas con suelos muy delgados, pedregosidad, o con textura gruesa en la matriz. Aptitud para todo cultivo y frutal que se adapte a las condiciones climáticas de la zona y a los niveles de salinidad y Boro en suelo y agua de riego. El aporte hídrico a los cultivos debe efectuarse necesariamente mediante sistemas de riego tecnificado.

En esta categoría reúne una superficie de 124,9 ha, y se encuentra ausente de algunos de los ayllus estudiados.

Categoría E

Suelos de profundidad media a delgada, estratificados y de textura gruesa. En su uso no debe considerarse plantaciones frutales por uno o varios de los factores limitantes enunciados en la categoría C. El riego debe aplicarse en forma controlada para evitar el incremento de los niveles de salinidad y Boro.

Abarca una superficie de 157,8 ha.

Categoría F

Son suelos en los que no se puede desarrollar actividad agrícola por corresponder a dunas, cerros, cajas de río, o caídas entre terrazas con pendientes cortas y altas. Ocupan una superficie de 56,6 ha, distribuidas prácticamente en todos los ayllus estudiados, salvo en los de menor tamaño.

Las superficies dentro de cada categoría se indican en el Cuadro 14.4.2.2-1.

CUADRO 14.4.2.2-1
SUPERFICIE DE LAS DIFERENTES CATEGORÍAS DE APTITUD
EN SAN PEDRO DE ATACAMA

Categoría	Superficie (Hectáreas)
A	663,5
B	260,4
C	597,3
D	124,9
E	157,8
F	56,6
TOTAL	1.860,5

14.4.3 Análisis de Impactos Ambientales

14.4.3.1 Verificación de Interferencias del Proyecto con Zonas de Restricción Ambiental

▪ Monumentos Nacionales

Conforme a la Ley 17.288 de 1970, relativa a los Monumentos Nacionales, se establece las categorías de "Monumentos Históricos", "Monumentos Públicos", "Monumentos Arqueológicos de Propiedad del Estado", "Zonas Típicas" y "Santuarios de la Naturaleza".

En estas categorías, en la zona de influencia del estudio y por extensión, en la comuna de San Pedro de Atacama, donde se ubica el proyecto, se encuentran los siguientes Monumentos Nacionales :

Monumentos Históricos

- Iglesia de San Pedro de Atacama
- Campanario de Toconao
- Ruinas de la capilla de Peine Viejo
- Pucará de Quito
- Pueblo abierto de Peine
- Tambo Incaico de Peine

Zonas Típicas

- Pueblo de San Pedro de Atacama

Santuario de la Naturaleza

- Valle de La Luna y sector Sierra de Orbate

De acuerdo al emplazamiento de las obras del proyecto, no se producirá interferencia con los Monumentos Nacionales indicados.

De igual forma, no se producirá interferencia con las áreas de protección ambiental del Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas del Estado (SNASPE).

14.4.3.2 Impactos Ambientales de las Acciones del Proyecto

De acuerdo con la definición de las soluciones para cada uno de los problemas planteados, se distingue los siguientes grupos de proyectos, desde el punto de vista de la magnitud, intensidad e importancia de los impactos ambientales probables:

Grupo I: Proyectos de infraestructura mayor

- Embalse Coyil y obras anexas

En este caso, se requiere de un estudio de impacto ambiental, que forme parte de los diseños detallados de las obras.

Grupo II: Obras pequeñas y locales

- Bocatomas de canales La Patilla, Tambillo y Bellavista
- Revestimientos de canales y otros mejoramientos.

Estas obras, por ser de pequeña magnitud y estar localizadas en sectores aislados, no se prevé que puedan generar impactos ambientales de importancia. De todas formas, se debe verificar en el diseño detallado de cada obra las posibles interferencias con la operación de las obras actuales, especialmente los cortes de suministro que se requieran.

Grupo III: Mejoramientos de gestión del manejo del recurso hídrico y administrativo.

- Mejoramiento de la organización de regantes
- Modificación del Sistema de turnos
- Apoyo técnico y crediticio

En cada uno de estos proyectos se debe verificar que los regantes involucrados participen activamente y estén plenamente de acuerdo con las modificaciones que se propongan a su forma actual de funcionar, en especial, las actividades que tengan relación con aspectos tradicionales o culturales. El análisis de los impactos ambientales se debe realizar junto con la formulación detallada de cada uno de los programas de mejoramiento.

14.5 DESARROLLO AGROPRODUCTIVO EN BAQUEDANO, COMUNA DE SIERRA GORDA**14.5.1 Descripción del Proyecto Propuesto**

El propósito de este proyecto es proponer un desarrollo agroproductivo en la localidad de Baquedano, comuna de Sierra Gorda, utilizando las aguas servidas tratadas en la Planta Municipal. El sector en estudio se localiza aproximadamente a 69 Km al Noreste de la ciudad de Antofagasta, y a 115 Km al Sureste de la ciudad de Calama

Baquedano es una pequeña localidad ubicada en la ruta que une a Antofagasta con Calama y corresponde a una aldea con un total de 218 viviendas, donde 144 de ellas cuentan con conexión a un sistema de alcantarillado. Esta localidad posee una planta de tratamiento, con una capacidad de 1 l/s, construida entre 1996 y 1997, por ESSAN, con un costo de \$ 120 millones. De las aproximadamente 160 viviendas de Baquedano, actualmente están conectadas al colector

de la planta entre 80 y 100 viviendas, razón por la que la planta actualmente sólo estaría produciendo alrededor de unos 0.6 l/s. La calidad de sus aguas efluentes está siendo supervisada por la empresa Southern California.

Se trata de una planta de lodos activados, con cloración, cuyas aguas están siendo utilizadas en el riego de zonas situadas en el entorno de la Planta. Además cuentan con un sistema de riego por goteo, que capta las aguas tratadas desde un estanque 100 m³, semienterrado y cubierto por una membrana plástica impermeable, donde se almacenan las aguas tratadas.

La planta de tratamiento, que se encuentra localizada aproximadamente a un kilómetro al Oeste del centro poblado y a trescientos metros del camino asfaltado que llega a la ciudad de Antofagasta, tiene una capacidad de diseño de tan solo un litro por segundo.

En el año 1999 la Municipalidad desarrolló un estudio en el que se determinó una superficie máxima de riego de tal solo 1,3 ha, y se recomendó la construcción de un pequeño parque, o área verde, destinado a la recreación de los habitantes de Baquedano, y al reposo de turistas y transportistas que viajan por la ruta 5 Norte, desde y hacia la ciudad de Antofagasta.

Este proyecto turístico se encuentra en etapa de ejecución. En estos momentos existe un grupo de cinco glorietas construidas, se ha efectuado el trazado topográfico para la plantación de un bosque, se cuenta con un pequeño vivero forestal, y con experiencia acumulada sobre el comportamiento algunas especies vegetales.

De lo expuesto se puede inferir que en la localidad de Baquedano el agua servida tratada disponible se encuentra ya destinada, por lo que no es factible disponer de ella para desarrollar un componente agrícola adicional, y menos aún considerando el tamaño máximo que puede llegar a tener una eventual explotación agrícola, y el número de personas que se beneficiarían de ella.

Por lo antes señalado, el proyecto se limita a entregar toda aquella información que puede llegar a ser relevante para el éxito de la construcción y mantención del área verde que se regará con las aguas servidas tratadas por la planta de Baquedano.

14.5.2 Estado Actual de los Factores Ambientales más Relevantes para el Proyecto

14.5.2.1 Aguas Servidas Tratadas Usadas en Riego

Los efluentes de la pequeña Planta de Tratamiento de Baquedano son de muy buena calidad bajo el punto de vista de la concentración total de sales, con una conductividad eléctrica de sólo 480 µmhos/cm. El nivel de sodio no es tan bueno, al alcanzar un 48,45 %, lo cual lo pone en el límite de lo señalado como crítico en lo relativo a producir problemas en la parte física del suelo. Las concentraciones cloruros y sulfatos son adecuadas.

Respecto a las concentraciones de microelementos, esta sólo se encuentra excedida en Boro, de acuerdo a lo señalado por la NCH 1.333; esta situación puede ser fácilmente obviada si no se incluyen las especies de cultivo sensibles a este elemento.

Respecto a las clasificaciones de estas aguas, según las normas Riverside, se tiene que son del tipo C2S1, es decir agua de peligro medio de salinización y bajo riesgo de sodificación. Según Eaton tienen 50,8 % de sodio “encontrado” y 100 % de sodio “posible” presentando 0,56 mg/l de carbonato de sodio residual, estando dentro de lo que se indica como “recomendable”. De acuerdo con Wilcox y Magistad el agua es de clase II "Buena a perjudicial" por la limitante dada por la concentración de Boro. Según el índice de salinidad efectiva de Doonen, tiene 3,13 meq/l, lo que significa agua de Clase 2 en suelos sin drenaje, pasando a 1 cuando este drenaje es restringido o bueno.

En resumen, esta agua puede ser usada perfectamente en producción agrícola, tomando como precaución usarla en suelos de texturas mas bien livianas para permitir una buena lixiviación y evitando especies susceptibles a sodio y Boro.

14.5.2.2 Suelos para Uso Agrícola

El área de Baquedano ya se encuentra en la actualidad bajo riego con aguas servidas provenientes de una pequeña planta de tratamiento ubicada en el mismo sector donde se realizan cultivos agrícolas y ornamentales. Se identificaron dos situaciones muy contrastadas producto de la acción allí desarrollada, a saber:

- Áreas de suelo habilitadas y acondicionadas.
- Áreas de suelo natural.

a) Áreas habilitadas

La habilitación ha considerado la remoción de la capa superficial del suelo y el desarrollo de áreas circulares excavadas para el caso de plantación de especies arbóreas y áreas rectangulares (“eras”) para el caso de cultivos. En el caso de las especies arbóreas, la excavación considera hasta 60 cm, y el hueco se rellena parcialmente (hasta 40 – 50 cm) con una mezcla que contiene guano de origen animal¹. En el caso de las eras, se remueven 20 – 25 cm del suelo superficial, se adiciona el mismo guano, en alta dosis (60-80 T/há Equivalente) y se mezcla con el subsuelo. Posteriormente se efectúan lavados con el agua servida (mínimo 3 y hasta 5) con cargas de agua de 20-25 cm. Finalmente se planta o siembra el cultivo y se riega por tazas, también con altas cargas de agua.

Las características de salinidad medida en estas áreas habilitadas indicaron las cifras que se indican en el Cuadro 14.5.2.2-1.

¹ Guano muy antiguo que se encuentra en las cercanías .

CUADRO 14.5.2.2-1
NIVELES DE SALINIDAD, BORO Y ARSÉNICO EN SUELOS DE BAQUEDANO
(Suelos Habilitados)

CONDICIÓN	PROF. (cm.)	C. E. (Ds/cm)	Ph	BORO (mg/l)	ARSÉNICO (mg/l)
Habilitado	0-30	6.2	7.7	6.0	<0.5
Habilitado	30-60	10.2	8.0	6.2	

Se observan niveles moderados a altos de salinidad y niveles altos de Boro. Sin embargo, es posible el cultivo de varias especies sin un detrimento muy alto en productividad, tal como se demuestra en los cultivos que se observaron en la visita; maíz choclero local, zapallo, cebollín, cebolla, albahaca, perejil, sandía. De acuerdo a información nacional obtenida en Calama, cuando se combina la salinidad con el exceso de Boro, disminuye la toxicidad del último y también sería factible cultivar betarragas, acelga, espinaca, apio, zanahoria, alcachofas. Sorprende ver el crecimiento aceptable de porotos, el cual no es posible en las condiciones salinas promedio descritas. Es probable que el manejo del agua haya producido un lavado de sales a niveles menores que los señalados. Esto mismo es válido para las plantas de vid, de buen desarrollo.

Buen desarrollo se observó también en especies arbóreas como pimienta (molle), acacia cianófila, palmas y otras, lo cual no es de extrañar ya que son tolerantes a sales. Pero también se observó buen desarrollo en especies más sensibles como eucalipto y ornamentales tales como laurel en flor y rosas. Dentro de los frutales de interés comercial se podría pensar adicionalmente en la plantación de higueras y olivos.

b) Áreas de suelo natural

El suelo natural es de naturaleza franco arenosa fina a franco limoso, polvillento, apreciándose en varios sectores toscas duras en superficie o a poca profundidad (8-15 cm). El análisis de suelo superficial de zonas aún no intervenidas se indica en el Cuadro 14.5.2.2-2.

CUADRO 14.5.2.2-2.
NIVELES DE SALINIDAD, BORO Y ARSÉNICO EN BAQUEDANO
(Suelo Natural)

CONDICIÓN	PROF. (cm)	C. E. (dS/cm)	Ph	BORO (mg/l)	ARSÉNICO (mg/l)
Suelo natural	0-30	599,8	7.5	42,2	21.5
	30-60	266,8	8.0	34,2	

Los análisis indican la presencia de una estrata superficial extraordinariamente salina y con altísimos niveles de Boro y también arsénico, que imposibilita cualquier cultivo agrícola e incluso el desarrollo de especies nativas tolerantes a sales. Entre 30 y 60 cm se repite la situación con alguna atenuación. Las "toscas" asimismo corresponden a costras salinas compuestas fundamentalmente de carbonato de sodio, sal (NaCl) y caliche.

14.5.3 Impactos Ambientales de las Acciones del Proyecto

De acuerdo con su definición, el proyecto en la localidad de Baquedano se limita a entregar toda aquella información que puede llegar a ser relevante para el éxito de la construcción y mantención del área verde que se regará con las aguas servidas tratadas por la planta de Baquedano.

Por esta razón, no se plantea generar nuevas acciones del proyecto, que motiven impactos ambientales adicionales a los que se podría asociar al proyecto en ejecución. De todas formas, se estima que este proyecto tendría sólo impactos de tipo positivo, toda vez que produce un mejoramiento en la calidad de vida (paisaje, actividad turística), en una localidad apartada como es Baquedano.

14.6 ANÁLISIS DE INGRESO AL SISTEMA DE EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL (SEIA)

De acuerdo al artículo 8 de la Ley de Bases Generales del Medio Ambiente, los proyectos o actividades señaladas en el artículo 10 de la citada ley, sólo podrán ejecutarse o modificarse previa evaluación de su impacto ambiental.

A su vez, el artículo 10 de la citada Ley lista los proyectos o actividades susceptibles de causar impacto ambiental, todos los cuales deberán someterse al sistema de evaluación de impacto ambiental. La letra a) de dicho artículo contiene la causal de ingreso para el proyecto en cuestión, a saber:

"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; "

Por otra parte, de acuerdo a lo estipulado en el Artículo 3º letra a) del Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental, deben someterse al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental los proyectos de "Acueductos, embalses o tranques y sifones que deban someterse a la autorización establecida en el Artículo 294 del Código de Aguas." De acuerdo al dicho artículo 294, "Requerirán la aprobación del Director General de Aguas, de acuerdo al procedimiento indicado en el Título I del Libro Segundo, la construcción de las siguientes obras":

- Los embalses de capacidad superior a 50.000 m³ o cuyo muro tenga más de 5 metros de altura;
- Los acueductos que conduzcan más de 2 m³/s;

- Los acueductos que conduzcan más de $0,5 \text{ m}^3/\text{s}$, que se proyecten próximos a zonas urbanas, y cuya distancia al extremo más cercano del límite urbano sea inferior a un kilómetro y la cota de fondo sea superior a 10 metros sobre la cota de dicho límite;
- Los sifones y canoas que crucen cauces naturales.

De acuerdo a esta definición, se indica a continuación la situación de ingreso al SEIA que tendría cada uno de los proyectos que forman parte de este estudio.

- a) Regadío del Desierto Mediante el Uso Agrícola de las Aguas Recuperadas de Antofagasta a Nivel de Factibilidad.

No entra al SEIA, por el caudal de diseño ($Q = 420 \text{ l/s}$) y porque no contempla cruce de cauces naturales.

- b) Ordenamiento de la Agricultura Regada en Calama a Nivel de Factibilidad.

No entra al SEIA, por el caudal de diseño ($Q = 150 \text{ l/s}$) y porque no contempla cruce de cauces naturales.

- c) Ordenamiento y Gestión del Riego en San Pedro de Atacama a Nivel de Factibilidad.

Sólo ingresan las obras del proyecto de embalse Coyil. En efecto, se trata de un embalse de capacidad superior a 50.000 m^3 . Además, el embalse producirá la inundación de un área de unas 90 hectáreas, en una zona en que se ubican probablemente sitios arqueológicos

- d) Desarrollo Agropecuario en Baquedano, Comuna de Sierra Gorda

No entra al SEIA, porque no generará nuevas actividades al proyecto en ejecución.

15. ASPECTOS LEGALES SOBRE PROYECTOS DE RIEGO CON AGUAS SERVIDAS EN LA II REGIÓN

15.1 DERECHOS DE AGUA

15.1.1 Marco Legal de las Aguas Depuradas

El Estado Chileno está autorizado para desarrollar actividades empresariales en materia de agua potable y alcantarillado mediante la Ley 18.885 del 12 de enero de 1990 que constituyó, en la que a este estudio interesa, la Empresa de Servicios Sanitarios de Antofagasta, ESSAN S.A. (Empresa con un 99% de acciones CORFO y 1% del Estado), cuyo ámbito de operación es la II Región del país, siendo su objeto el producir y distribuir el agua potable; recolectar, tratar y evacuar las aguas servidas y realizar las demás prestaciones relacionadas con dichas actividades en la forma y condiciones establecidas por la misma ley y demás normas que le sean aplicables.

1.- Corresponde entonces a la Empresa de Servicios Sanitarios de Antofagasta ESSAN S.A. por disposición legal según la Ley 18.885, la concesión del tratamiento de las aguas servidas dentro de su área territorial.

- Al respecto cabe hacer notar que la Ley General de Servicios Sanitarios en la parte final del Art. 3° (D.F.L. N° 382 de 1989 del Ministerio de Obras Públicas) se refiere al tema de la disposición de las aguas servidas en los siguientes términos: “Se entiende por disposición de aguas servidas la evacuación de éstas en cuerpos receptores, en las condiciones técnicas y sanitarias establecidas en las normas respectivas, o en sistemas de tratamiento”.
- Por constituir el tratamiento de las aguas servidas uno de los aspectos de la concesión sanitaria, ESSAN S.A. se encuentra facultada para vender y cobrar a terceros usuarios las aguas depuradas por ella tratadas.
- ESSAN S.A. es titular de diversos derechos de aprovechamiento de aguas los cuales le sirven para producir agua potable que distribuye entre los usuarios, aguas que después de ser usadas son conducidas por los colectores hasta los lugares en los cuales se realiza la entrega para los efectos de su disposición. En todas estas fases las aguas se encuentran bajo la potestad jurídica de ESSAN S.A. teniendo la facultad de usar y gozar de las mismas en los términos que establece el artículo 6° del Código de Aguas.

En cuanto a la disposición de las aguas servidas debe destacarse que el artículo 61 del D.F.L. N° 382 del año 1982 del Ministerio de Obras Públicas, indica que para los efectos de lo dispuesto en el Título V del Código de Aguas, que trata de los derrames y drenajes de aguas, “entiéndese que los prestadores de servicios sanitarios abandonan las aguas servidas cuando éstas se evacúan en las redes o instalaciones de otro prestador o se confunden con las aguas de un cauce natural o

artificial, salvo que exista derecho para conducir dichas aguas por tales cauces, redes o instalaciones”.

De esta suerte, mientras no se produzca una entrega efectiva de las aguas servidas en un cauce natural o artificial, red o instalación de otro prestador, dichos recursos siguen siendo, en este caso, de propiedad de ESSAN S.A. y no existe obligación legal alguna de abandonar las aguas servidas tratadas o no, en un determinado punto físico, pudiendo así decidir libremente sobre la oportunidad, condiciones y el lugar de su descarga.

- Lo anterior dice relación con el hecho que en la actualidad ESSAN S.A. tiene un colector que recolecta todas las aguas servidas de Calama las que son descargadas en la quebrada Quetena, al poniente de la ciudad. La situación descrita no otorgaría derecho alguno a terceros que podrían beneficiarse con tales aguas servidas, que constituyen jurídicamente derrames, aún cuando esta situación se haya mantenido por largo tiempo, ello según lo dispone al respecto el artículo 54 y el artículo 55 del Código de Aguas. Es el caso señalar que esta situación se modificará con la construcción de una planta de tratamiento de aguas servidas de la ciudad de Calama, aguas que serán tratadas por una planta construida con el sistema B.O.T. de acuerdo a una licitación pública internacional llamada por ESSAN S.A. el 6 de septiembre de 1999 bajo el título: “Licitación Pública Internacional Contrato para Servicios de Tratamiento y Transporte de Aguas Servidas de Calama, II Región - Chile Agosto 1999”.

La concesión tendría un plazo de 20 años, el que incluye el período de construcción y marcha blanca de 540 días, contados desde la firma del contrato. La calidad de las aguas debería considerar los límites señalados en la Nch. 1.333, que regula la calidad de las aguas para riego en Chile.

- ESSAN S.A. tiene facultades para contratar concesiones y llamar a licitaciones nacionales o internacionales respecto de esta materia.
- 2.- Existe actualmente un Contrato Privado entre ESSAN S.A. y la empresa Bayesa-Biwater Aguas y Ecología S.A. (inscripción conservatoria a fojas 17. 364, N° 1475 del 9 de junio de 1994, Registro de Comercio de Santiago), en virtud del cual esta última se encarga del tratamiento y disposición de las aguas servidas de la zona urbana de la ciudad de Antofagasta, la empresa Bayesa “S.A.” tiene una concesión para el saneamiento del litoral costero hasta el año 2025, a la cual accedió mediante un llamado de Licitación Pública Internacional efectuado por ESSAN S.A. en su oportunidad.

Interesante resulta hacer notar que es la Empresa “Bayesa S.A.” quien negocia con cada uno de los usuarios estas aguas tratadas, negociación que se efectúa a través de los mecanismos del derecho común, contrato privado y no tarifado por la autoridad. Si bien el precio es producto de la oferta y la demanda del mercado, ESSAN S.A. debe concurrir

con la firma de su Gerente General en el contrato privado entre la concesionaria y el usuario, para la validez jurídica del mismo.

- En lo que respecta a las bases para la construcción de una planta de tratamiento de aguas servidas en la ciudad de Calama, la situación anteriormente, descrita es otra y distinta, puesto que en este caso ESSAN S.A. conservaría la disposición de las aguas tratadas y depuradas, por lo cual los usuarios deberán contratar directamente con ella y no con la empresa que gane dicha licitación la cual se entiende sólo para los efectos de tratamiento y transportes de las mencionadas aguas.
 - Conviene recordar que el riego con aguas servidas en Antofagasta está regulada por la resolución del Servicio Nacional de Salud de la II Región, N° 95 de 14 de Enero de 1993, la que especifica cero coliformes fecales para las aguas tratadas a ser usadas en riego.
- 3.- En suma, existiendo para ESSAN S.A. facultad legal de tratar aguas servidas, no existe inconveniente alguno para que una vez producido ello, etapa en la cual aún es dueña de las aguas, pueda disponer soberanamente de las aguas depuradas, pudiendo optar por ofrecerlas a terceros para su reuso o evacuarlas a las redes o instalaciones de otro prestador o a un cauce natural o artificial.
- En el evento de que ESSAN S.A. decida ofrecerlas a terceros, para su empleo en regadío, la Empresa podrá fijar un precio de venta acorde con sus costos y la oferta y demanda del momento.
 - ESSAN S.A. puede también, como ya se ha expresado, contratar con empresas el tratamiento y/o disposición de las aguas servidas y tratadas mediante un llamado público de licitación nacional o internacional. En el caso que esto así suceda, como lo ha sido en Antofagasta y la está siendo en Calama, los usuarios deberán tratar con la empresa concesionaria o directamente con ESSAN S.A. si los términos de la licitación así lo establecen.
 - Respecto del precio que pudiera cobrarse por las aguas tratadas, no cabe duda, que como éste no lo fijará la autoridad, su determinación tendrá que observar las variantes existentes en el mercado de las aguas en la región.
 - Los contratos privados de suministro de aguas depuradas para riego deberán enmarcarse dentro del derecho común no tarifario de acuerdo a la política actualmente seguida y acorde con la Ley.

15.2 ASPECTOS LEGALES RELACIONADOS CON EL TRASPASO Y VENTA DE TIERRAS FISCALES A LOS PRODUCTORES AGRÍCOLAS

El proyecto de riego con aguas tratadas se inserta en el área de reserva agrícola de la zona norte de la ciudad de Antofagasta en una extensión de aproximadamente 400 hectáreas, de acuerdo a un plano digitalizado de la zona entregado por el SEREMI de Bienes Nacionales de la Segunda Región.

Conjuntamente con lo anterior, el SEREMI entregó un plano con los detalles de la regularización de la propiedad de los terrenos de Lycantatay y Verdes Campiñas en Calama. En esta área junto a la de Cerro Negro se constituirá la posible zona de riego con aguas tratadas de la ciudad de Calama, según lo indicado por el SEREMI de Agricultura de la Segunda Región.

En el caso de la ciudad de Antofagasta interesa saber los mecanismos legales que permitirán el traspaso de estos terrenos de bienes fiscales a los futuros beneficiarios del riego con aguas depuradas.

El Decreto Ley N° 1.939 de 1977 del ex - Ministerio de Tierras es el texto legal que establece las normas sobre adquisición, administración y disposiciones de bienes del estado.

Las facultades de adquisición administración y disposición sobre Bienes del Estado o Fiscales corresponde al Presidente de la República, quien ejerce por intermedio del Ministerio Bienes Nacionales, desde que en 1981 el mencionado Ministerio de Tierras, dejó de existir siendo su sucesor legal el actual Ministerio de Bienes Nacionales.

Además el Presidente de la República, en la forma anteriormente señalada, ejerce los atributos legales respecto de los bienes nacionales de uso público sobre los cuales se tiene un control superior sin perjuicio de las facultades y competencias que en esta materia le asignan leyes especiales a otros entes, tales como las Municipalidades a quienes les corresponde la administración de los bienes nacionales de uso público, como lo son las calles y lugares públicos de las ciudades. Lo anterior tiene importancia respecto de los permisos y autorizaciones que deberán tramitarse para las obras de tendido de tuberías que transportarían las aguas tratadas.

- **Mecanismos jurídicos establecidos en el decreto Ley 1.939 para el traspaso de bienes fiscales a particulares.**

- **De las Concesiones Onerosas, Art. 57, 58 y siguientes.**

El Ministerio podrá otorgar concesiones onerosas sobre bienes fiscales con un fin preestablecido y en las condiciones que para cada caso se determinen a personas jurídicas de nacionalidad chilena.

- Estas concesiones podrán adjudicarse a través de la licitación pública o privada, nacional o internacional directamente en casos debidamente justificados.

- Por este último caso, es decir, cuando las concesiones se adjudican directamente por los casos debidamente fundados, la ley establece que el procedimiento administrativo respectivo se podrá iniciar con la solicitud de concesión que cualquiera persona natural o jurídica chilena y extranjera efectúe al Ministerio. Dicha solicitud deberá indicar a lo menos, la actividad específica que se propone desarrollar en el bien que se solicita, el plazo, las obras que se ejecutarán en él y el derecho o renta que se ofrece.

Esta solicitud deberá ser resuelta en el plazo de tres meses, contado desde su presentación. El Ministerio podrá solicitar al proponente las modificaciones a su proyecto que considera pertinentes.

Estas concesiones se otorgan a título oneroso y es la Comisión Especial de Enajenación la que debe tasar el inmueble y proponer al Ministerio el derecho o renta que deberá pagar el concesionario y su forma de pago.

- Sólo en casos calificados y por decreto fundado se podrá fijar una renta inferior a la propuesta por la referida comisión.

Estas concesiones duran el plazo convenido, o aquel que se establezca en las bases de licitación, las que no podrán exceder de 50 años.

El concesionario puede transferir la concesión previa autorización del Ministerio, y puede preñar su derecho o los flujos futuros de su actividad productiva.

- **De las ventas, Art. 83 y siguientes.**

Los bienes fiscales sólo podrán enajenarse a título oneroso. Excepcionalmente podrán transferirse a título gratuito.

El presidente de la República, a través del Ministerio de Bienes Nacionales puede vender directamente, o mediante subasta o propuesta pública o privada los bienes fiscales que no sean imprescindibles para el cumplimiento de los fines del Estado, a personas naturales o jurídicas de derecho público o privado.

El Precio de venta no podrá ser inferior al valor comercial que será fijado por una Comisión Especial de Enajenaciones, previa tasación. El precio se pagará al contado o en el plazo que se estipule,

- **De las Transferencias gratuitas, Art. 87 y siguientes.**

- 1.- Se podrá transferir inmuebles fiscales en forma gratuita con motivos fundados a las entidades señaladas en el Artículo 57 del Decreto Ley, es decir -

Municipalidades, Servicios Municipales, Empresas, Sociedades o Instituciones del Estado que tengan patrimonio distinto al fisco, etc.

- 2.- Se autoriza al Presidente de la República para que a través del Ministerio de Bienes Nacionales transfiera gratuitamente inmuebles fiscales rústicos o urbanos a personas naturales chilenas, siempre que por sus antecedentes socioeconómicos se justifique o se trate de casos contemplados en Planes Nacionales o Regionales de este Ministerio. (Art. 88)

Podrán concederse también títulos gratuitos a las personas jurídicas que no persigan fines de lucro a fin de satisfacer en esta forma una necesidad de bien público.

Estos títulos gratuitos solo se pueden otorgar previa extensión de un acta de radicación en favor de las personas interesadas.

- Tratándose de transferencias gratuitas de predios rústicos fiscales se requiere un informe previo del S.A.G.

Existe otra forma de uso y goce de bienes del estado que se les concede a particular lo que se realiza mediante contrato de arrendamiento,

- De todos estos mecanismos se concluye que son: la venta, y el título gratuito del Art. 88 los que en la especie podrían emplearse en relación a los futuros usuarios de esta zona de riego con aguas depuradas.

A la fecha de este informe 12 de julio de 2000, no se sabe cuales serían las modalidades y condiciones bajo las cuales el Ministerio de Bienes Nacionales, entregará los terrenos fiscales a los agricultores, o si no los entregará en dominio en definitiva. Tampoco se ha podido recabar una definición sobre la posibilidad de que el Gobierno Regional establezca un subsidio especial en favor de estos agricultores para los efectos de la eventual transferencia de las tierras fiscales a ser regadas con aguas depuradas. No obstante lo anterior, de acuerdo a las reuniones de coordinación sostenidas con el mandante, las autoridades regionales indicaron que la modalidad para el traspaso de estos bienes a los agricultores sería el de concesiones onerosas.

Por último, no esta demás dejar mención, que cualquier otra normativa jurídica vigente sobre el tema, es sólo accesoria al Decreto Ley 1.939 de 1977.

16. RESUMEN Y CONCLUSIONES DEL ESTUDIO

16.1 ANTOFAGASTA

- El objetivo principal de este estudio referente a esta ciudad fue analizar la factibilidad técnico-económica de regar con aguas servidas tratadas, unos terrenos ubicados aproximadamente a 8 Km al norte de la ciudad y frente al camino de acceso al balneario La Portada, en terrenos pertenecientes actualmente al Ministerio de Bienes Nacionales.
- Estos terrenos podrían ser cedidos por el mecanismo de concesión onerosa a personas jurídicas chilenas, previo a la presentación de un proyecto de desarrollo agrícola debidamente evaluado.

Las características de su superficie son las siguientes:

- Total terrenos posible Concesión : 357 ha (100%)
- Terrenos uso común : 53 ha (15%)
- Terrenos uso privado, no productiva : 29 ha (8%)
- Terrenos regados para uso agrícola : 275 ha (77%)

Situación actual de los terrenos involucrados:

- Propietario de los terrenos: Estado de Chile, Ministerio de Bienes Nacionales
 - Forma transferencia: Uso y usufructo por un período máximo de 30 años.
Concesión Onerosa
 - Tasación de Terrenos: UF 1,0 a UF 1,5/ m², equivalentes \$ 152,5 millones por hectárea, aproximadamente. De acuerdo a información de la SEREMI de Bienes Nacionales, el valor para ser traspasado por el mecanismo de concesión onerosa podría ser de 0,1 a 0,3 UF/m²
 - Uso actual de los suelos: desierto
- El origen de los suelos corresponde a terrazas marinas, con material coluvial proveniente de aluviones, y arenas depositadas por el viento, cuyas características principales son:

ÍTEMES	SECTOR A	SECTOR B	SECTOR C
Superficie	78,1 ha	72.4 ha	204.7 ha
Ubicación	Norte del área	Centro del área	Sur del área
Textura superficial	Arenosa a franco arenosa gruesa	Franco arenosa fina a arenosa	Franco arenosa fina a franco limosa
Textura profundidad	Desde arena hasta gravilla	Franco arenosa con arena, hasta gravilla	Arena de distinta granulometría
Pendiente	2-3 %	1 - 2 %	1 - 2 %
Presencia fragipanes	Arenoso en algunas áreas	Arenoso a 30 y 60 cm	A 30 cm y tosca dura gruesa a 60 cm
PH	7.9 - 8.0	7.7 - 7.8	
Salinidad (dS/m)	3.1 - 5.6	7.0 - 9.1	32.8 - 110
Boro (mg/l)	0.9 - 1.9	3.2 - 4.5	6.8 - 58.1
Arsénico (ppm)	< 0.5	0.6	6.0
Uso recomendado	Cultivos con adaptación a boro	Cultivos resistentes a sales y boro	Cultivos resistentes a sales y boro

- Las características climáticas más importantes son:
 - Descripción: Área de desierto costero, con abundante nubosidad, fuerte influencia del anticiclón del pacífico, vientos predominantes de Oeste a Este, y gran estabilidad atmosférica.
 - Precipitaciones: 3,8 mm anuales, concentradas en el mes de enero (0,3 mm), y marzo a septiembre (3,5 mm)
 - Humedad relativa: alta (71,6%) y constante, por influencia marítima
 - Velocidad viento: entre 0,3 y 0,9 m/s, con un recorrido anual promedio de 1.611 km
 - Temperaturas: sin mayores oscilaciones térmicas entre el día y la noche, y entre los meses estivales e invernales. Meses más fríos julio y agosto (15 °C), meses más cálidos enero a febrero (20 a 21 °C). Temperaturas mínimas promedio mensual en junio (9,8 °C)
 - Receso vegetativo: no existe, ya sea en base a umbral de 10 °C o 7 °C
 - Acumulación de horas frío: escasa
 - Acumulación de días grado: 4.624 al año en base a umbral de 5 °C; y 2.799, en base a umbral 10 °C. Los mayores valores se concentran entre diciembre y abril
 - Evapotranspiración potencial: 1.248 mm anuales; 63% entre octubre y marzo.
 - Limitaciones climáticas: acumulación horas de frío y, eventuales vientos fuertes del oeste.

- Los recursos hídricos destinados al riego de ese sector, provendrían de los efluentes tratados en la Planta de Tratamiento de Antofagasta, los cuales son administrados por la Empresa Biwater. Las características de las aguas de riego son:

PARÁMETRO	VALORES NORMALES AGUA DE RIEGO (a)	VALORES NORMA NCh 1333	ANTOFAGASTA	
			CONSULTORA	BIWATER
Reacción (pH)	6.0 – 8.5	5.5 – 9.0	6.89	7.70
Conductividad (Salinidad)	0 – 3 Ds/m	0.75	4.05	2.80
RAS(Relación adsorción Na)	0 – 15	-	9.25	n/d
Calcio (meq/l)	0 – 20	-	5.81	4.80
Magnesio (meq/l)	0 – 5	-	7.08	2.60
Sodio (meq/l)	0 – 40	35%	23.5	n/d
Carbonato (meq/l)	0 – 0.1	-	0.00	n/d
Bicarbonato (meq/l)	0 – 10	-	4.72	n/d
Cloruros (meq/l)	0 – 30	5.6 *	27.5	20.2
Sulfato (meq/l)	0 – 20	5.2 **	9.37	8.20
Boro (mg/l)	0 – 2	0.75	6.00	6.00
Arsénico (mg/l)	0.10	0.10	0.01	0.04
Cobre (mg/l)	0.20	0.20	0.00	0.00

a : FAO 29 Rev.1

** La Norma indica 250 mg/l

n/d: Dato no disponible

* La Norma indica 200 mg/l

- Parámetro no normado

- Características de los posibles beneficiarios
 - Pequeños Propietarios, provenientes de sector de La Chimba, u otros lugares del país
 - Medianos propietario, provenientes de sector de La Chimba, o inversionistas de otras regiones del país
- Tamaño de las explotaciones
 - 3,0 ha total, 2,6 ha regadas, 11,0 ha cultivadas
 - 5,0 ha total, 4,5 ha regadas, 15,6 ha cultivadas
 - 10,0 ha total, 9,2 ha regadas, 28,7 ha cultivadas
- Principales limitantes para los cultivos
 - Salinidad de suelos
 - Presencia de boro en el suelo
 - Presencia de fragipan y tosca dura en suelos
 - Presencia de boro en el agua
 - Falta de horas frío
 - Ocurrencia de fuertes vientos del Oeste
- Criterios para definir estructura de cultivo
 - Tipo de agricultor, y su experiencia productiva
 - Grado de dedicación, y capacidad riesgo financiero
 - Tiempo de concesión de los terrenos
 - Ventajas comparativas y competitivas existentes
 - Canales de comercialización existentes en la zona
 - Expectativas de rentabilidad de corto y largo plazo
 - Velocidad de circulación del dinero
 - Adaptación de las especies a las condiciones de clima, suelo y aguas.
 - Experiencias similares en el país
- Posibles cultivos y rendimientos que se podrían alcanzar son los siguientes:

CULTIVO	ÉPOCA SIEMBRA	OCUPACIÓN SUELO (días) a/	RENDIMIENTOS MÁXIMOS	
Acelga	Todo el año	100	10.710	Atado
Apio	Todo el año	90	21.300	Unidad
Cebolla Temprana	Todo el año	130	19.200	Kilo
Choclo	Todo el año	100	27.300	Unidad
Cilantro (perejil)	Todo el año	80	7.500	Kilo
Espinaca	Todo el año	80	7.100	Kilo
Lechuga	Todo el año	70	57.600	Unidad
Melón	Salida invierno	130	22.400	Unidad
Rabanito	Todo el año	60	560.000	Unidad
Repollo	Otoño	90	15.700	Unidad
Zanahoria	Todo el año	130	214.000	Unidad
Zapallito	Todo el año	140	90.700	Unidad

a/ Incluye periodo de cosecha

- Necesidades de agua agrícola

Sector AB: (117 ha)	Lavado inicial	4.000 m ³ /ha
	Necesidades lavado anual	2.520 m ³ /ha
	Tasa de riego anual	26.035 m ³ /ha

Sector C: (156 ha)	Lavado inicial	8.000 m ³ /ha
	Necesidades lavado anual	2.520 m ³ /ha
	Tasa de riego anual	25.981 m ³ /ha

- Las obras consideran una impulsión que se inicia en la planta de tratamiento de la ciudad, para conducir las aguas tratadas hacia la reserva agrícola, hasta seis estanques reguladores dispuestos en ladera de cerro. Tres de estos estanques se ubican inmediatamente bajo la cota 150 msnm y los otros tres a la cota 225 msnm. A partir de estos se derivan las matrices de riego que llegan hasta los predios, conformando una red gravitacional, que capta directamente desde los estanques de regulación y que cubre totalmente esa área. La longitud total de la impulsión es de 16 kilómetros.

- Principales limitantes financieras

- Valor anual Concesión Onerosa de terrenos: \$ 13.770.000 /ha
- Costo inversión inicial obras extraprediales: \$ 10.618.821 /ha (2.900 mill/273 ha)
- Costo inversión obras extraprediales (año 15) \$ 805.566 /ha (220 mill/273 ha)
- Costo inversión riego intrapredial \$ 1.675.350 /ha
- Costo adecuación inicial terrenos \$ 2.100.000 /ha
- Costo operación anual sist. riego extrapredial \$ 706.701 /ha (193 mill/273 ha)
- Costos en agua de riego

Precio del agua de Biwater: \$ 346 m³ (UF 23/1000m³)

Sector AB:	Lavado inicial	\$ 1.384.000 /ha
	Necesidades anuales	\$ 9.008.110 /ha

Sector C:	Lavado inicial	\$ 2.768.000 /ha
	Necesidades anuales	\$ 8.989.426 /ha

- Costo total inversión inicial, por hectárea \$ 15.778.171
- Costo anual en Concesión Onerosa, operación sistema de riego extrapredial y cuenta de agua, por hectárea \$ 23.484.811

- De acuerdo a la evaluación técnico-económica realizada según las pautas de MIDEPLAN, no resulta rentable el proyecto de riego agrícola, aún en condiciones extremas de considerar que, tanto el agua tratada como el valor de la tierra, no tuvieran costo alguno para los agricultores.

A continuación se presenta un cuadro resumen de los resultados de las sensibilizaciones realizadas para la evaluación económica.

TASA INTERNA DE RETORNO A NIVEL DE PREDIO TIPO Y ÁREA TOTAL DEL PROYECTO BAJO DISTINTOS SUPUESTOS DE SENSIBILIDAD (%)

SUPUESTOS	AB3	AB5	AB10	C3	C5	C10	ÁREA
Concesión Onerosa \$ 0	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Subsidio riego 70%	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Subsidio riego 70%, suelos 70%	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Precio agua \$ 173/ m ³	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Precio tierra UF 0,2, Subsidio riego y suelo 70%	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Concesión \$0, Subsidio riego y suelo 70%	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Concesión \$0, agua \$173, Subsidio Riego y Suelos 70%	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Concesión \$0, agua \$40, Subsidio Riego y suelos 100%	3,2	<1	<1	3,1	<1	<1	<1
Concesión \$ 0, Agua \$ 0	4,2	2,1	2,5	4,2	2,1	2,5	3,7
Concesión \$0, agua \$0, Subsidio Riego y suelo 70%	13,1	10,6	11,6	13,1	10,6	11,6	11,6

VALOR ACTUAL NETO A NIVEL DE PREDIO TIPO Y ÁREA TOTAL DEL PROYECTO BAJO DISTINTOS SUPUESTOS DE SENSIBILIDAD (millones de pesos)

SUPUESTOS	AB3	AB5	AB10	C3	C5	C10	ÁREA
Concesión Onerosa \$ 0	-198	-343	-697	-201	-349	-708	-20.925
Subsidio riego 70%	-564	-960	-1.929	-567	-966	-1.940	-58.109
Subsidio riego 70%, suelos 70%	-560	-954	-1.916	-563	-959	-1.927	-57.706
Precio agua \$ 173/ m ³	-499	-850	-1.703	-501	-852	-1.708	-51.265
Precio de la tierra UF 0,2/m ² , subsidio al riego y suelo 70%	-249	-430	-869	-253	-436	-880	-26.152
Precio tierra UF 0,2, Subsidio riego y suelo 70%	-249	-430	-869	-253	-436	-880	-26.152
Concesión \$0, Subsidio riego y suelo 70%	-172	-300	-607	-175	-305	-618	-18.263
Concesión \$0, agua \$173, Subsidio Riego y Suelos 70%	-85	-151	-304	-86	-154	-310	-9.159
Concesión \$0, agua \$40, Subsidio Riego y suelos 100%	-7	-19	-34	-8	-20	-35	-1.020
Concesión \$ 0, Agua \$ 0	-24	-47	-91	-23	-47	-91	-2.718
Concesión \$0, agua \$0, Subsidio Riego y suelo 70%	+2	-3	-2	+2	-3	-2	-57

a/ VAN al 12%

Del análisis de los cuadros anteriores se desprende que el proyecto no es rentable para los agricultores bajo ninguno de los supuestos asumidos en el ejercicio de sensibilización, debido a que sí bien es cierto en la última alternativa la Tasa Interna de Retorno es del 11,6%, ésta no alcanza a cubrir el 12% con que se calculó el Valor Actual Neto.

- No obstante lo anterior, si las autoridades regionales mantienen la decisión de mantener una zona agrícola en Antofagasta por motivos sociales, ambientales, etc. y no estrictamente económicos, se podría pensar en un proyecto alternativo al estudiado, que básicamente consistiría en trasladar la zona regada actualmente en La Chimba, hacia el sector norte dentro de la reserva agrícola definida por Bienes Nacionales. Cabe destacar que en la zona agrícola actual, se está cambiando el uso del suelo hacia actividades más rentables, tales como: urbanizaciones, industria, recintos deportivos, etc.
- Por tales motivo, se podría estudiar la factibilidad de extender la infraestructura de la impulsión actual operada por Biwater, con el propósito de aprovechar esta impulsión para llevar el agua hacia la zona de la reserva agrícola a donde se trasladarían los actuales regantes de La Chimba, los cuales ocupan una superficie del orden de las 30 hectáreas de riego.
- Finalmente, en el cuadro siguiente se destacan las fortalezas y las oportunidades que presenta Antofagasta respecto a un proyecto agrícola, así como también, sus debilidades y amenazas.

COMPONENTE COMUNA DE ANTOFAGASTA	
<u>Fortalezas</u>	<u>Oportunidades</u>
<p>Clima moderado favorable para producciones agrícolas específicas.</p> <p>Baja estacionalidad, relativa, de la producción agropecuaria.</p>	<p>Predios productivos ubicados a escasa distancia de los consumidores, prácticamente insertos en la zona urbana.</p> <p>Comuna muy poblada con alta demanda por productos hortícolas.</p> <p>Disponibilidad de aguas servidas tratadas para uso agropecuario, como primera opción</p>
<u>Debilidades</u>	<u>Amenazas</u>
<p>Suelos altamente salinos, cuya habilitación para la agricultura demanda elevados costos.</p> <p>Alta inversión en pago de la tierra por concesión onerosa, que hace difícilmente rentable la producción agrícola.</p> <p>Ineludible necesidad de efectuar regularmente "lavado de suelos" para lixiviar las sales.</p>	<p>El establecimiento de grandes supermercados, principalmente en la ciudad de Antofagasta, con abastecimiento de productos frescos, desde fuera de la comuna, provincia e incluso región.</p> <p>El incuestionable desarrollo urbano de la ciudad puede encapsular y luego invadir el área del proyecto.</p> <p>Alta competencia por el uso del escaso recurso hídrico, donde otros sectores de la economía están en condiciones de pagar tarifas más altas por el agua.</p>

16.2 BAQUEDANO

- En esta localidad de la comuna de Sierra Gorda se está desarrollando un proyecto de agroturismo, el cual está completamente definido y en donde se aprovechan los recursos tratados en la planta de tratamiento de aguas servidas de 1 l/s.

La superficie de los terrenos posible de regar es de 1,3 ha.

- Características de los suelos

ÍTEMES	SECTORES TRABAJADOS	SECTOR DE SUELOS VÍRGENES
Superficie	0.03	1.0
Origen de los suelos	Mezcla guano con subsuelo y arena	Naturales
Textura superficial		Franco arenosa fina a franco limoso
Textura profundidad		Franco limosa a franco arenosa
Presencia de tosca dura		Si
Topografía	Plana	Plana o ligeramente ondulada
Presencia hardpan		Si
PH	7.7 - 8.0	7.5 - 8.0
Salinidad (dS/m)	6.2 - 10.2	267 - 600
Boro (mg/l)	6.2 - 6.2	34 - 42
Arsénico (mg/l)	< 0.5	21.5
Uso recomendado	Cultivos tolerantes a boro y a salinidad	Cultivos tolerantes a boro y a salinidad

- Características climáticas

- Descripción: Clima desértico de estepa de altura, que es característico del extremo Norte del país, y a la altitud que tiene el área con respecto al nivel del mar.
- Precipitaciones: 1,9 mm anuales, concentradas en el mes de junio y julio.
- Humedad relativa: oscila entre 13.5% en noviembre, hasta 33.3% en enero.
- Velocidad viento: la media mensual anual es de 1.7 m/s; con un recorrido anual promedio de 4.666 km NO se cuenta con registros sobre velocidades máximas.
- Temperaturas: temperatura media anual de 16.2 °C, con máxima media mensual de 31.7 °C, y temperatura mínima media mensual de 0.1 °C
- Receso vegetativo: no existe, ya sea con base a umbral de 10 °C, o 7 °C
- Acumulación de horas frío: 2.943
- Acumulación de días grado: 2.259 al año con base a un umbral de 10 °C.
- Evapotranspiración potencial: 2.515 mm anuales; 56% entre octubre y marzo.
- Limitaciones climáticas: Heladas y fuertes vientos.

▪ Características de las aguas de riego

PARAMETRO	VALORES NORMALES AGUA DE RIEGO (a)	VALORES NORMA NCh 1333	BAQUEDANO CONSULTORA
Reacción (pH)	6.0 – 8.5	5.5 – 9.0	6.35
Conductividad (Salinidad)	0 – 3 Ds/m	0.75	0.48
RAS(Relación adsorción Na)	0 – 15	-	2.20
Calcio (meq/l)	0 – 20	-	0.82
Magnesio (meq/l)	0 – 5	-	1.46
Sodio (meq/l)	0 – 40	35%	2.35
Carbonato (meq/l)	0 – 0.1	-	0.00
Bicarbonato (meq/l)	0 – 10	-	2.84
Cloruros (meq/l)	0 – 30	5.6 *	1.43
Sulfato (meq/l)	0 – 20	5.2 **	0.58
Boro (mg/l)	0 – 2	0.75	1.20
Arsénico (mg/l)	0.10	0.10	0.05
Cobre (mg/l)	0.20	0.20	0.04

a : FAO 29 Rev.1

* La Norma indica 200 mg/l

** La Norma indica 250 mg/l

- Parámetro no normado

n/d: Dato no disponible

▪ Situación actual de los terrenos involucrados

- Propietario de los terrenos: Municipalidad
- Uso actual de los suelos: ensayos, y construcción de proyecto turístico

▪ Principales limitantes para los cultivos

- Salinidad de suelos
- Presencia de boro y arsénico en el suelo
- Presencia de fragipan y tosca dura en suelos
- Presencia de boro en el agua
- Heladas
- Ocurrencia de fuertes vientos del Oeste

▪ Finalmente, en el cuadro siguiente se destacan las fortalezas y las oportunidades que presenta Baquedano respecto a un proyecto agrícola, así como también, sus debilidades y amenazas.

COMPONENTE COMUNA SIERRA GORDA (BAQUEDANO)	
<u>Fortalezas</u>	<u>Oportunidades</u>
Clima moderado favorable para producciones agrícolas específicas.	Desarrollo de actividades de bien comunitario.
<u>Debilidades</u>	<u>Amenazas</u>
Proyecto de reducido tamaño e impacto. Escasa oferta de aguas tratadas servidas.	No detectadas

16.3 CALAMA

- El objetivo de este análisis fue analizar el riego con aguas servidas tratadas en una zona adyacente a la futura planta de tratamiento de esta ciudad. Estas zonas corresponden a Verdes Campiñas, Likantatay y parte de Cerro Negro. Actualmente corresponden a zonas de secano que riegan con aguas servidas crudas que se extraen clandestinamente de los colectores que circundan estos terrenos.
- Inicialmente se analizó la posibilidad de un intercambio de aguas superficiales del río Loa por aguas servidas tratadas por ESSAN a aquellos agricultores que cuentan con derechos de aguas y que riegan en el oasis de Calama. Como resultado de este análisis se detectó un nulo interés de los agricultores por esta alternativa.
- Las áreas correspondientes a Likantatay y Verdes Campiñas corresponden a pequeños asentamientos de personas provenientes de la precordillera de la II Región, que se instalaron que se instalaron en terrenos de Bienes Nacionales, cuya situación está siendo regularizada por parte de dicho Ministerio mediante la donación de los terrenos y cuya superficie en promedio no supera las 0,8 há. Actualmente se cuenta con un plano de loteo confeccionado por esa repartición pública. La localidad de Cerro Negro es un asentamiento más antiguo formado por agricultores con propiedades de mayor tamaño que las anteriores, cuyos terrenos fueron adquiridos y se encuentran regularizados, pero muchos de ellos no poseen derechos de agua.
- Superficie
 - Total área proyecto : 118 ha
 - Terrenos regados : 104 ha
 - Terrenos uso no productiva : 14 ha (12%)

▪ Características de los suelos

ITEMES	SECTORES TRABAJADOS	SECTOR DE SUELOS VIRGENES
Superficie	170 ha	
Ubicación	En todos los sectores	En todos los sectores
Textura superficial	Franco arenosa a franco limosa	Franco arenosa fina a franco limosa
Textura profundidad	Franco limosa a franco arenosa	Franco limosa a franco arenosa
Drenaje	Bueno	Bueno a Regular
Topografía	Plana o ligeramente ondulada	Plana o ligeramente ondulada
Presencia hardpan	Si	Si
PH	7.1 - 8.3	7.1 - 7.8
Salinidad (dS/m)	2.2 - 17.3	90 - 552
Boro (mg/l)	7.6 - 40.2	50 - 259
Arsénico (mg/l)	> 2.2 - 21.5	>51
Uso recomendado	Cultivos tolerantes a boro y a salinidad	Cultivos tolerantes a boro y a salinidad

▪ Características climáticas

- Descripción: Clima desértico de estepa de altura, que es característico del extremo Norte del país, y a la altitud que tiene el área con respecto al nivel del mar.
- Precipitaciones: 1,8 mm anuales, concentradas en el mes de marzo-junio (50%), agosto-septiembre (33%), y enero (17%).
- Humedad relativa: 23,2%. Los mayores valores en enero, febrero y marzo.
- Viento: Entre mayo y agosto vientos del Este con una fuerza media mensual de 17 nudos; el resto del año, vientos del Oeste con velocidad media mensual de 14 a 19 nudos. Velocidades máximas promedio mensual sobre los 35 nudos se presentan prácticamente todos los meses del año.
- Temperaturas: Meses más fríos julio y agosto (11 °C), meses más cálidos diciembre a febrero (15 °C). Temperaturas mínimas promedio mensual en agosto (-3.4 °C). Temperatura mínima absoluta promedio mensual inferiores a - 2 °C entre los meses de mayo y septiembre, y en algunos años hasta octubre
- Receso vegetativo: no existe, ya sea con base a umbral de 10 °C o 7 °C
- Acumulación de horas frío: 3.260
- Acumulación de días grado: 3.105 al año en base a umbral de 5 °C; 1.280, en base a umbral 10 °C
- Evapotranspiración potencial: 2.256 mm anuales. Meses de mayor evapotranspiración son los comprendidos entre octubre y enero, con valores que sobrepasan los 200 mm mensuales.
- Limitaciones climáticas: vientos, heladas.

- De acuerdo a lo informado por la Secretaría Regional Ministerial de Agricultura de la II Región, la disponibilidad de agua para el riego agrícola está dada por el compromiso asumido por la empresa de agua potable ESSAN ante el SEREMI de Agricultura de la Región de Antofagasta, de destinar a la agricultura del área en estudio la cantidad máxima de 150 l/s de la producción obtenida de la futura planta de tratamiento de aguas servidas de Calama.
- Características de las aguas de riego

PARÁMETRO	VALORES NORMALES AGUA DE RIEGO (a)	VALORES NORMA NCh 1333	CALAMA CONSULTORA
Reacción (pH)	6.0 – 8.5	5.5 – 9.0	7.04
Conductividad (Salinidad)	0 – 3 Ds/m	0.75	1.66
RAS(Relación adsorción Na)	0 – 15	-	3.65
Calcio (meq/l)	0 – 20	-	4.04
Magnesio (meq/l)	0 – 5	-	4.28
Sodio (meq/l)	0 – 40	35%	7.45
Carbonato (meq/l)	0 – 0.1	-	0.00
Bicarbonato (meq/l)	0 – 10	-	5.48
Cloruros (meq/l)	0 – 30	5.6 *	6.82
Sulfato (meq/l)	0 – 20	5.2 **	4.79
Boro (mg/l)	0 – 2	0.75	5.10
Arsénico (mg/l)	0.10	0.10	0.00
Cobre (mg/l)	0.20	0.20	0.00

a : FAO 29 Rev.1

* La Norma indica 200 mg/l

** La Norma indica 250 mg/l

- Parámetro no normado

n/d: Dato no disponible

- Situación actual de los terrenos involucrados
 - Propietario de los terrenos: Estado de Chile y particulares
 - Forma transferencia: Donación del Ministerio de Bienes Nacionales
 - Uso actual de los suelos: desierto y algunos paños cultivados que son regados con aguas servidas sin tratamiento.
 - Uso situación mejorada: Desierto
- Características de los posibles beneficiarios
 - Pequeños Propietarios, provenientes de las zonas altas de la Comuna, y actuales residentes en el sector.
 - Medianos propietario, propietarios actuales en Cerro Negro
- Tamaño de las explotaciones
 - 0.81 ha total, 0.7 ha regadas, 1,68 ha cultivadas
 - 4,0 ha total, 3.6 ha regadas, 8,64 ha cultivadas

- Principales limitantes para los cultivos
 - Salinidad de suelos
 - Presencia de boro en el suelo
 - Presencia de arsénico en el suelo
 - Presencia de tosca en suelos
 - Mala calidad del agua (boro)
 - heladas
 - Ocurrencia de fuertes vientos

- Criterios para definir estructura de cultivo
 - Tipo de agricultor, y su experiencia productiva
 - Grado de dedicación, y capacidad riesgo financiero
 - Ventajas comparativas y competitivas existentes
 - Canales de comercialización que operan en la zona
 - Expectativas de rentabilidad de corto y largo plazo
 - Velocidad de circulación del dinero
 - Adaptación de las especies a las condiciones de clima, suelo y aguas.

- Posibles cultivos y rendimientos que se podrían alcanzar serían los siguientes:

CULTIVO	ÉPOCA SIEMBRA O PLANTACIÓN	OCUPACIÓN SUELO (días) a/	RENDIMIENTOS MÁXIMOS
Cebolla	Ago - Sep	130 - 180	16.300 Kg
Choclo local	Sep - Ene	100	29.000 Unid
Lechuga	Todo el año	70	48.900 Unid
Repollo	Ago - Ene	90	14.200 Unid
Zanahoria	Ago - Sep	130	192.800 Unid
Alfalfa		365	10.800 Kg b/

a/ Incluye periodo cosecha

b/ Seco y verde

- Necesidades de agua agrícola

Sector A:	Lavado inicial	6.000 m ³ /ha
	Necesidades lavado anual	2.520 m ³ /ha
	Tasa de riego anual	28.437 m ³ /ha
Sector B:	Lavado inicial	12.000 m ³ /ha
	Necesidades lavado anual	2.520 m ³ /ha
	Tasa de riego anual	30.435 m ³ /ha

- Sobre la base de esta disponibilidad se desarrolló un proyecto de riego agrícola el cual consta de un estanque de acumulación, una planta de elevación y una red de distribución de riego tipo Californiano para la distribución del agua a todos los predios que conforman

los loteos de Verdes Campiñas, Likantatay y a 35 há de la localidad de Cerro Negro, con un total de 14 há regadas.

▪ Principales limitantes financieras

- Costo inversión inicial obras extraprediales: \$ 4.327.000 /ha (450 mill/104 ha)
- Costo inversión obras extraprediales (año 15) \$ 144.000 /ha (15 mill/104 ha)
- Costo inversión riego intrapredial \$ 629.850 /ha
- Costo adecuación inicial terrenos \$ 1.400.000 /ha
- Costo operación anual sist. riego extrapredial \$ 96.154 /ha (10 mill/104 ha)
- Costos en agua de riego

Precio del agua de Biwater: \$ 346 m³ (UF 23/1000m³)

Sector A: Lavado inicial \$ 2.076.000 /ha
Necesidades anuales \$ 9.839.202 /ha

Sector B: Lavado inicial \$ 2.768.000 /ha
Necesidades anuales \$ 8.989.426 /ha

- Costo total inversión inicial, por hectárea \$ 8.432.850
- Costo anual operación sistema de riego extrapredial y cuenta de agua, por hectárea \$ 9.935.356

- De acuerdo a las pautas de MIDEPLAN, la evaluación económica indicó que el proyecto de riego resultó no factible. Principalmente esta evaluación entregó resultados negativos debido a dos motivos principales. El primero es el costo del agua tratada y el otro, por restricciones derivadas de la calidad del agua, calidad del suelo y clima, los cuales no permiten un desarrollo agrícola basado en cultivos de alta rentabilidad.

A continuación, se presenta un cuadro resumen de los resultados de las sensibilizaciones realizadas para la evaluación económica.

TASA INTERNA DE RETORNO A NIVEL DE PREDIO TIPO Y ÁREA TOTAL DEL PROYECTO, BAJO DISTINTOS SUPUESTOS DE SENSIBILIDAD (%)

SUPUESTOS	A4	A1	B4	B1	ÁREA
Subsidio riego 70%	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
Precio del agua \$ 173	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
70% Subsidio riego y suelo	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
Agua \$174, subsidio riego y suelos 70%	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
Agua \$174, subsidio riego y suelos 100 %	2,7	< 1	< 1	< 1	< 1
Agua \$ 0	10,1	4,4	4,2	< 1	7,3
Agua \$ 0, subsidio riego y suelos 70%	23,4	12,3	13,8	1,9	17,7

VALOR ACTUAL NETO A NIVEL DE PREDIO TIPO Y ÁREA TOTAL DEL PROYECTO,
BAJO DISTINTOS SUPUESTOS DE SENSIBILIDAD. (millones de pesos)

SUPUESTOS	A4	A1	B4	B1	ÁREA
Subsidio riego 70%	- 253	-51	- 289	- 58	- 7.449
Precio del agua \$ 173	- 134	- 28	- 158	- 33	- 4.022
70% Subsidio riego y suelo	- 250	- 51	- 284	- 57	- 7.342
Agua \$174, subsidio riego y suelo 70%	- 119	- 25	- 141	- 29	- 3.591
Agua \$174, subsidio riego y suelo 100 %	- 5	- 3	- 16	- 5	- 306
Agua \$ 0	- 4	- 3	- 15	- 5	- 271
Agua \$ 0, subsidio riego y suelos 70%	+ 11	+ 0,07	+ 2	- 2	+ 160

a/ VAN al 12%

Del análisis de los cuadros anteriores se desprende que el proyecto no es rentable para los agricultores bajo ninguno de los supuestos asumidos en el ejercicio de sensibilización, salvo el último, donde la Tasa Interna de Retorno es superior al 12% empleado para calcular el Valor Actual Neto del proyecto.

- No obstante lo anterior, el diagnóstico realizado indica un grave problema social y ambiental. En efecto, los agricultores de esta zona que en su mayoría pertenecen a los grupos étnicos de la II Región viven en una condición de extrema pobreza y con serios riesgos ambientales del uso de aguas servidas en riego. Por tal motivo, estos Consultores estiman que las autoridades regionales deberían dar una solución definitiva a estos problemas, aún cuando, las evaluaciones técnicas económicas indican una baja rentabilidad para el proyecto agrícola.
- Lo anterior evitaría una serie de conflictos, particularmente entre los agricultores y la empresa concesionaria de la planta de tratamiento. Además, permitiría que la donación de terrenos que esta llevando a cabo el Ministerio de Bienes Nacionales tenga mayor sentido al permitirles a estos agricultores proyectarse en el tiempo con una actividad agrícola sustentable que les permita vivir con dignidad.
- Finalmente, en el cuadro siguiente se destacan las fortalezas y las oportunidades que presenta Antofagasta respecto a un proyecto agrícola, así como también, sus debilidades y amenazas.

COMPONENTE COMUNA CALAMA	
<u>Fortalezas</u>	<u>Oportunidades</u>
Existe una "cultura" agrícola entre los productores que facilita la incorporación de tecnologías.	La producción agrícola tiene un poder demandante permanente. Parte de la producción agrícola no presenta problemas serios de estacionalidad.
<u>Debilidades</u>	<u>Amenazas</u>
Propiedades de pequeño tamaño que limitan la posibilidad de efectuar inversiones importantes en los predios. La presencia de considerables niveles de sales y boro limita las posibilidades de ampliar el espectro de opciones de cultivo hacia otros más rentables y de mayor demanda. El empleo de aguas servidas sin tratar impide el cultivo de rubros de mayor precio de venta.	Los vegetales de consumo humano y mayor precio a la venta se producen, por razones sanitarias, en localidades fuera del área del componente.

16.4 SAN PEDRO DE ATACAMA

- Los objetivos principales para la localidad de San Pedro de Atacama de acuerdo a lo solicitado en los Términos de Referencia fue el desarrollar un diagnóstico y propuesta para el mejoramiento del riego y la capacidad de gestión de la Asociación de Regantes y Agricultores de San Pedro de Atacama; proponer mecanismos para comercializar en el mercado nacional o internacional productos agrícolas con sello que certifique su procedencia de áreas regadas de San Pedro de Atacama; elaborar un plan de desarrollo del agro que enfatice las particularidades étnicas de sus habitantes; proponer proyectos de desarrollo agroturisticos y su evaluación.
- El área en estudio se encuentra localizada aproximadamente a 1.700 kilómetros de Santiago, en la comuna de San Pedro de Atacama, provincia de El Loa, Región de Antofagasta. Corresponde al área regada que se ubica en los ayllus que existen en los alrededores del pueblo de San Pedro de Atacama, ubicado en el paralelo 22°54' latitud sur y en el meridiano 68°12' longitud oeste, a una altitud de 2.438 metros sobre el nivel del mar.

▪ Superficie Agrícola

De acuerdo a los resultados del estudio de suelo efectuado dentro del programa de trabajo de la presente consultoría, la superficie potencialmente agrícola existente en los ayllus que conforman el área en estudio es de 1.804 ha, que representa el 5,3% de la superficie censada por el Instituto Nacional de Estadísticas en la comuna de San Pedro de Atacama, y el 4,4% de la censada en la Región de Antofagasta. De acuerdo a los resultados de la tabulación del cuestionario aplicado a los agricultores en el mes de enero del año 2000, se concluye que la superficie regada, y por ende cultivada, es de aproximadamente 1.155 ha, equivalentes al 64% de la tierra arable disponible.

▪ Características Climáticas

- Precipitaciones: 27,1 mm concentrándose un 80% entre los meses de noviembre y enero.
- Humedad relativa: promedio anual de 24,3%, entre los meses de enero y marzo alcanza cifras superiores al 35%, en tanto que en los meses de inviernos desciende a un rango de 15% a 18%.
- Recorrido del viento: promedio anual de 1.770 Km. La mayor velocidad promedio mensual ocurre en el mes de octubre (1,0 m/s), mientras que durante la época de desarrollo de los cultivos anuales ésta oscila entre 0,6 m/s y 1,0 m/s.
- Temperatura: La T° media anual es de 14,4 °C, con un máximo en el mes de febrero (18,8 °C) y un mínimo en el mes de junio (9,2 °C). La temperatura promedio de las máximas mensuales tiene un rango de entre 22,6 °C y 31,3 °C, en tanto que las temperaturas promedio de las mínimas mensuales oscila entre -3,4 °C en el mes de agosto hasta 4,7 °C en el mes de enero.
- Receso vegetativo: con base a un umbral de 10 °C es de 61 días (junio y julio)
- Acumulación anual de horas de frío es de aproximadamente 2.700 horas
- Acumulación de días-grado, a igual umbral térmico, es de 1.656 días
- Evapotranspiración potencial de los cultivos llega a 2.083 mm

De acuerdo a lo antes señalado, y considerando tanto variables climáticas como agroclimáticas, se puede concluir que las mayores restricciones para el desarrollo de la actividad agrícola están dadas por el alto déficit hídrico, por el riesgo de ocurrencia de heladas, por la intensidad de las mismas, por el fuerte viento que azota algunas veces a la zona, y por temperaturas máximas diarias que pueden afectar a algunos cultivos, principalmente aquellos que se han establecido bajo plástico.

▪ Características de los Suelos

Los suelos tienen un origen aluvial complejo, con depósitos sedimentarios de gran variabilidad. Los perfiles presentan una marcada estratificación originada por depósitos asociados a sucesivos aluviones. El drenaje es bueno, siendo muchas veces excesivo por

el predominio de texturas gruesas. El problema de salinidad superficial es leve, llegando a ser moderado en el subsuelo. El Boro en el extracto saturado se encuentra en niveles superiores a los estipulados como perjudiciales para cultivos sensibles a este elemento (0,7 ppm).

Se identificaron siete Series de suelo y cuatro tipos de Micelaneos aluviales. Las Series son: Cachiyuyal, Cucuter, Maizal, Solor, Triángulo de Cucuter, Tulor, y Vecinal Cucuter.

▪ Disponibilidad de Agua para Riego

Las aguas que riegan los terrenos agrícolas de San Pedro de Atacama son captadas mayoritariamente en el río San Pedro, y en menor importancia, desde el río Vilama.

- Río San Pedro de Atacama. Este río se forma de la confluencia de los ríos Jauna y Putana. El primero de ellos nace en los cerros de Tocopuri y el Tatio, y el segundo, en los ojos de Agua del Putana. A su vez, el río Putana recibe al río Incahuasi como su principal afluente; el río Putana es también afluente del río Jauna el que escurre en sentido norte-sur, recibiendo éste los aportes del río Peñaliri o Machuca, dando nacimiento este conjunto de escurrimientos naturales al río Grande, el cual es uno de los principales afluentes del río San Pedro.

El afluente principal del río San Pedro es el río Salado con un caudal promedio de 200 l/s, corre paralelo al río principal y muy próximo a él desde San Bartolo hasta su confluencia.

- Río Vilama. El río Vilama tiene su hoya hidrográfica independiente del río San Pedro y sus nacientes algo más al sur y son esencialmente de origen termal. Uno de sus afluentes más importante es el río Puritama, el cual nace en los baños de Puritama a 3.695 msnm y el río Frío que tiene iguales fuentes. El río Vilama desemboca en el Salar al sur de Aylo de Poconche.

Los escasos caudales de los ríos San Pedro y Vilama se ven agravados por el problema de la calidad de sus aguas. Debido a los terrenos fuertemente salinos que atraviesan, su contenido total en sólidos es muy alto, especialmente en cloruros y carbonatos.

El régimen del río San Pedro presenta una constancia de los caudales a través del año, sólo 0,16 m³/seg, siendo muy irregular en sus variaciones que impiden clasificarlo ni entre los ríos de régimen pluvioso ni entre los ríos de régimen nival.

▪ Características de las aguas de Riego

De acuerdo a los antecedentes disponibles las aguas de San Pedro, presentan un muy alto riesgo de salinización, y un alto riesgo de sodificación.

El Boro llega a concentraciones de 1,2 a 2,0 mg/l, lo que excede con creces el límite de 0,75 mg/l establecido por la Norma 1333.

El arsénico, elemento altamente tóxico para la salud humana y animal, presentó valores de entre 0,05 hasta 0,14, cifra que es considerada alta si se compara con el valor límite de 0,10 mg/l establecido en la Norma Chilena 1333.

Los análisis de coliformes fecales efectuados en los ayllus dieron resultados disímiles. Detectándose valores entre 5.000 coliformes por 100 ml de agua y 26.000 coliformes por 100 ml de agua. Ambos valores exceden largamente lo estipulado por la Norma Chilena 1333, donde se establece un límite de 1.000 coliformes por 100 ml de agua.

A continuación se presenta un cuadro resumen de los análisis químicos del río San Pedro en Cuchabrachi, que caracteriza las aguas de riego que se utilizan en riego.

PARÁMETRO	VALORES NORMALES AGUA DE RIEGO (a)	VALORES NORMA Nch 1333	Muestreo R & Q (1992)	Muestreo 1 8-10 Oct.97	Muestreo 2 12-14 Nov.97
Reacción (pH)	6.0 – 8.5	5.5 – 9.0	8,87	8,27	8,63
Conductividad (Salinidad)	0 – 3 Ds/m	0.75	2240	2950	2830
RAS(Relación adsorción Na)	0 – 15	-	7,72	10,25	10,25
Calcio (meq/l)	0 – 20	-	4,74	5,15	5,86
Magnesio (meq/l)	0 – 5	-	3,33	3,28	2,24
Sodio (meq/l)	0 – 40	35%	15,50	21,00	20,00
Carbonato (meq/l)	0 – 0.1	-	0,27	0,40	0,94
Bicarbonato (meq/l)	0 – 10	-	2,72	1,78	0,73
Cloruros (meq/l)	0 – 30	5.6 *	16,25	18,86	18,56
Sulfato (meq/l)	0 – 20	5.2 **	4,87	8,75	7,98
Boro (mg/l)	0 – 2	0.75	1,20	1,90	2,00
Arsénico (mg/l)	0.10	0.10	0,14	0,08	0,05
Cobre (mg/l)	0.20	0.20	0,05	0,22	0,03

a : FAO 29 Rev.1
 * : La Norma indica 200 mg/l
 ** : La Norma indica 250 mg/l
 - : Parámetro no normado
 n/d : Dato no disponible

Todos estos elementos necesariamente deben tenerse en cuenta al momento de proyectar cualquier tipo de desarrollo agrícola y turístico de la zona. De ser posible se deberían efectuar todos los esfuerzos necesarios tendientes a tratar las aguas, y reducir al máximo sus efectos negativos para la salud humana y para el desarrollo de los cultivos.

■ Caracterización de los Agricultores y Población de San Pedro de Atacama

Se efectuó un estudio sociológico y antropológico y se pudo determinar que los estratos semi-campesinos, pequeños propietarios, y comuneros, son un sector socio cultural con una cultura rígida respecto al cambio, lo que afecta indirectamente su voluntad a cualquier modificación que se quiera efectuar con relación a tecnologías productivas, educación, familia, y otros factores de transformación no tradicional.

Esta cultura rígida se ha visto permeabilizada por la alta afluencia de turistas, lo que ha generado transformaciones en las costumbres de la población, y flexibilizado su actitud con respecto a los mismos. Sin embargo, este cambio de comportamiento no es homogéneo en la población atacameña, ya que existen personas que se resisten a ellos, aunque no lo hagan en forma explícita.

Las posibilidades de lograr cambios de comportamiento en la población dependen de la naturaleza y profundidad de ellos, de tal manera que para poder tener éxito en cualquier programa de desarrollo necesariamente se deberán proyectar cambios en etapas sucesivas y complementarias.

Se concluye que aspectos como reconversión productiva, transformaciones en la mentalidad de producción (rentable, competitiva, autónoma, y no dependiente), transformaciones en la calidad de vida articulada al incremento de ingresos económicos, son todos cambios que sólo pueden alcanzarse en un horizonte de largo plazo, entendiéndose por tal un período de cinco a ocho años. A su vez, para lograr cualquier tipo de cambio de comportamiento es fundamental de que éste no solo sea consensuado, sino que también promovido con el beneplácito de los habitantes de la zona. Por tal motivo se deben hacer esfuerzos para promover formas distintas de lograr una participación activa y dinámica de la población, y que a su vez ésta se comprometa con los objetivos de desarrollo planteados por la autoridad.

■ Sistemas de Producción y Mercadeo

Los sistemas de producción son de tipo tradicional, donde el agricultor destina parte importante de los terrenos de riego a la producción de autoconsumo. Los métodos de riego empleados en los diferentes cultivos son los que históricamente se han utilizado, existiendo algunos casos aislados que han introducido métodos de mayor eficiencia, sin que ello responda a factores de tamaño de propiedad, ubicación geográfica o condición económica del productor. La preparación de los suelos se efectúa mayoritariamente sobre la base de tracción animal. Los niveles de utilización de fertilizantes, plaguicidas y semillas de calidad son por lo general bajo.

Las estructuras de cultivo son similares para todos los Predios Tipo identificados: se destina una alta proporción de terrenos regados a praderas forrajeras artificiales, los cultivos de temporada no presentan mayor importancia, gran parte de estos últimos tienen por finalidad satisfacer los requerimientos de autoconsumo, las plantaciones frutales son dispersas, con una clara preponderancia de dos o tres especies bien adaptadas y de árboles viejos.

La estructura de cultivos está conformada por un número relativamente pequeño de especies, destacándose entre ellas las siguientes: en cereales, trigo y maíz; en chacras, papa; en hortalizas, choclos, ajo, haba y algunas hortalizas de hoja; en frutales, peral europeo y membrillo; en plantas forrajeras, alfalfa.

La agricultura que se desarrolla en el área en estudio tiene como finalidad principal satisfacer los requerimientos al interior de la unidad de producción, motivo por el cual la mayor parte de las producciones cosechadas son destinadas al autoconsumo.

Por otro lado, en el centro poblado de San Pedro de Atacama no existe una infraestructura y un sistema que facilite a los productores la comercialización de aquella parte de la producción que eventualmente puede destinar al mercado, por lo que éste se ve en la obligación de entregar su mercadería a transportistas e intermediarios que actúan en algunos canales de comercialización, o trasladarse hasta la feria agrícola de la ciudad de Calama, para lo que debe recorrer aproximadamente 100 kilómetros.

- Diagnóstico y Proposición para el Mejoramiento del Riego
 - a) Sistema de Riego San Pedro. Los principales problemas del sistema de regadío de San Pedro son:
 - Escasez de agua
 - Salinidad de las aguas
 - Falta de capacidad y deficiencia de la infraestructura de canales
 - Problemas organizativos
 - Forma del riego, en especial el sistema de turnos
 - Necesidad de apoyo técnico y crediticio

La solución a los problemas de escasez y salinidad de las aguas

El problema de la escasez y salinidad de las aguas ha sido estudiado en varias ocasiones. Los resultados han indicado que existe una alternativa de obras rentable que significaría una notable mejoría en ambos factores. Este conjunto de obras estaría constituido por el embalse Coyil, más una captación de las aguas del río Salado antes de su paso por el sector de ojos de salmuera, y posterior trasvase hacia el río Grande para ser reguladas en el embalse Coyil, más un mejoramiento de la infraestructura de canales, entre las cuales se cuenta:

- Bocatoma Canales La Patilla y Tambillo
 - Obra de Captación Canal Bellavista
 - Revestimiento de los Canales Derivados Silo, Amacay, Paxa y Larache
 - Revestimiento Río San Pedro Canalizado
 - Revestimiento Canal La Patilla
 - Revestimiento Canal El Naranjo

 - Revestimiento Canal Tambillo
 - Revestimiento Canal Bellavista
- b) Problemas Organizativos. El diagnóstico reveló una serie de problemas a nivel de las organizaciones, pero que en gran medida pueden comenzar a resolverse con la creación legal de la Comunidad Indígena de Aguas de San Pedro.

Actualmente la organización de regantes no cuenta con la capacidad ni la organización necesaria para asumir un rol de contraparte en el proceso de definir un programa de mejoramiento del riego. Por tal motivo es imprescindible que los organismos del Estado apoyen a las comunidades para lograr un cambio de actitud es éstos frente a los desafíos que plantean la operación de los actuales sistemas de riego y los que a futuro se construyan.

Se nota en la gente el deseo de los atacameños de lograr una autonomía de decisión bajo un marco de sustentabilidad, con la finalidad de lograr 4 objetivos básicos:

- mejoramiento de la calidad de vida, disminuyendo la pobreza
- fortalecimiento de la capacidad de la población para generar ingresos
- fortalecimiento y preservación de la identidad étnica
- fortalecimiento de la gestión de los recursos humanos y financieros

En el caso de los regantes, ya se ha creado una sola Comunidad de Aguas, que perfectamente puede actuar bajo los principios anteriores. Sin embargo, se estima que la eventual materialización de los proyectos mayores de obras de riego anteriormente indicados va a constituir un desafío muy grande. Para regar adecuadamente lo más recomendable sería la creación de comités que representen a los subsistemas de riego que se definan según el esquema de turnos que se adopte. Estos comités deben funcionar en forma independiente, por cuanto cada subsistema tendrá sus propios problemas especiales que resolver, y a la vez tener al menos un representante ante la Directiva de la Comunidad de Aguas.

El desafío es muy grande, por cuanto hay que luchar contra la migración y hacer volver a la gente a sus tierras, lo cual sólo se conseguirá mostrando esta actividad como más atractiva y rentable que las alternativas, para lo cual se requiere de un gran apoyo técnico y crediticio en todo tipo de aspectos del riego y de la producción agrícola.

Por otra parte, en el cuadro siguiente se desatacan las fortalezas y las oportunidades que presenta San Pedro de Atacama respecto a un proyecto agrícola, así como también, sus debilidades y amenazas.

COMPONENTE COMUNA SAN PEDRO DE ATACAMA	
<u>Fortalezas</u>	<u>Oportunidades</u>
<p>La agricultura tiene características de forma de vida más que actividad económica.</p> <p>Existe una "cultura" agrícola consolidada.</p>	<p>El desarrollo del turismo favorece el incremento de los ingresos provenientes del sector Agropecuario.</p> <p>La presencia frecuente de grupos de turistas, importantes en número, beneficia el desarrollo de otras actividades productivas en el seno de la familia agrícola.</p> <p>No existe competencia por el uso del agua con otros sectores de la economía, ya que ella es propiedad de los regantes y no puede destinarse a otro uso mas que el agropecuario.</p>
<u>Debilidades</u>	<u>Amenazas</u>
<p>Agua de riego escasa, altamente salobre y contaminada con coliformes.</p> <p>Se presentan grandes oscilaciones térmicas diarias (-10° a 35°).</p> <p>Alta radiación solar y evotranspiración.</p> <p>Los propietarios agrícolas son de avanzada edad.</p> <p>Los regantes no están bien organizados ni tienen capacidad de gestión</p> <p>No hay infraestructura ni sistemas establecidos para facilitar la comercialización.</p>	<p>El crecimiento de la demanda de productos, originada por un sector turístico en pleno desarrollo, puede favorecer la instalación de mercados locales que adquieran dichos productos fuera del área del proyecto y de la región.</p>

▪ Programa de Comercialización de Bienes con Denominación de Origen

El programa tuvo por objeto analizar la factibilidad de comercializar productos que cuenten con un sello a través del que se acredite que su procedencia es de la localidad de San Pedro de Atacama, de manera de aprovechar la cantidad de turistas nacionales y extranjeros que visitan la Comuna, y el prestigio que ésta tiene en varios países americanos, europeos y asiáticos.

Mediante este mecanismo se espera incrementar el número de negocios, los volúmenes de comercialización, y la velocidad de venta de aquellos productos o artículos que presentan las mejores opciones, y de ser posible, mejorando la presentación aumentar el nivel de precios con que ellos se comercializan.

Para el análisis de este problema se definió en primer lugar, cuáles son los requisitos que debe cumplir un producto para ser considerado como originario de un territorio.

Posteriormente, se realizó un catastro con los productos que podrían contar con denominación de origen y un análisis de los productos más demandados por los turistas, dentro de los cuales se cuenta diversos productos de artesanía y algunos productos típicos de la zona, tales como: lámparas y pantallas de cactus, paneras, apliqués, joyeros, etc. Otros productos corresponden a tejidos artesanales y artesanía en piedra que cuenta con réplicas a escala de las fachadas de las iglesias altioplánicas y su torres, pequeñas representaciones del cono del volcán Licancabur, réplicas de las ruinas de la aldea de Tolor, también una amplia variedad de figuras de animales como burros, llamas y alpacas, y algunos objetos utilitarios, tales como porta focos, ceniceros, pedestales para lámparas. Todos estos artículos se trabajan en un tipo de roca volcánica llamada liparita, que se explota en canteras de Toconao.

▪ Plan de Gestión para el Desarrollo

La capacidad de pago actual de los regantes atacameños, para cumplir con los compromisos que les impone el DFL 1.123 o la Ley 18.450, para la construcción de obras de riego, es hoy en día muy limitada. Esto entraba normalmente el planteamiento de cualquier Plan de Gestión para el riego, ya que éste debe comenzar con el mejoramiento del sistema de obras actualmente existente.

En consecuencia, se postula que para lograr la factibilidad de un Plan de Gestión para la agricultura de San Pedro de Atacama, es fundamental que las autoridades correspondientes consideren el problema desde un punto de vista muy especial, con gran contenido étnico y social, geopolítico, de desarrollo, etc., preparando programas de subsidios y asistencia técnica y crediticias bastantes más amplias que las normales, que tomen en cuenta la cultura y costumbres de esta etnia. Se debe lograr que las comunidades de regantes sea fortalecida, de tal forma que se transforme en una contraparte activa en la solución de los problemas del valle.

Con el fin de alcanzar el objetivo de desarrollo para San Pedro de Atacama, se deberán concentrar acciones tendientes a lograr el fortalecimiento técnico y financiero del gobierno comunal, de tal manera de que sea éste el ente conductor y coordinador de toda acción que emprenda en el área el sector público y privado, sin perjuicio que determinados proyectos y programas deban ser subsidiados y manejados por instituciones de nivel Regional o Nacional.

Para estos efectos se deberán llevar a cabo importantes esfuerzos de modernización y actualización de la estructura y funcionamiento de la administración comunal. Base fundamental de ello es la transformación de las actividades administrativas hacia una racionalización de la gestión pública, con flexibilidad presupuestaria local, y la correspondiente autonomía en las decisiones.

El municipio debe tender a alcanzar el máximo aprovechamiento de los recursos locales, en forma integrada al país, y complementándose con áreas de interés económica, política y social, constituyéndose en un polo de atracción de las inversión pública y privada, nacional y extranjera. Debe propender, y también presionar, para el incremento y

mejoramiento de la infraestructura productiva y de servicios, de tal forma de detonar un proceso de desarrollo sustentable a corto, mediano y largo plazo.

También debe conducir y propiciar acciones coordinadas entre los sectores públicos y privados, para el adecuado fomento a la capacidad emprendedora comunal, creando las medidas e instrumentos necesarios para reforzar la base empresarial local, y atraer nuevos inversionistas en las diversas ramas de la actividad económica.

El municipio debe iniciar en forma inmediata acciones destinadas a conformar, o reforzar un departamento de planificación, a través del cual se establezcan las líneas de trabajo, se identifiquen proyectos y se conforme una cartera de proyectos en distintas etapas de desarrollo, se designen las personas responsables, se determinen los presupuestos y sus fuentes de financiamiento, y se efectúen los seguimientos y evaluaciones correspondientes. Esta función puede ser asumida por una empresa consultora externa, que se reporte directamente ante el Alcalde y Concejo Municipal.

Por otro lado, los organismos públicos ministeriales, o dependientes de los mismos, deberán hacer esfuerzos para trabajar estrechamente coordinados con la autoridad local, de tal manera de dar respuesta a las estrategias de desarrollo y a los programas de desarrollo establecidos por el municipio.

Como resultado de los análisis desarrollados anteriormente se puede concluir que es tarea prioritaria crear un compromiso entre las organizaciones locales y regionales para enfrentar los múltiples aspectos que tienen relación con la implementación de un Plan de Gestión de Desarrollo de San Pedro de Atacama. Entre estos aspectos cabe señalar:

Situación de los recursos hídricos e infraestructura de riego	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Cantidad y calidad de las aguas ▪ Situación legislativa ▪ Administración de los recursos ▪ Proposición de mejoramiento y nuevas obras de riego
Uso del suelo	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Uso actual del suelo ▪ Crecimiento de la población urbana, rural y turística ▪ Plan regulador
Situación agrícola	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Identificación de fortalezas y debilidades para una agricultura sustentable
Aspectos ambientales	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Mantenimiento de las condiciones de oasis ▪ Identificación y proposición de iniciativas para la evitar contaminaciones de todo tipo ▪ Desertificación
Tratamiento de aguas servidas	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Determinación del uso de las aguas servidas ▪ Tratamiento de las aguas servidas y costos ▪ Identificación de áreas para ser regadas ▪ Creación de parques y áreas verdes
Forestación	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Factibilidad de forestación de áreas amenazadas ▪ Identificación de especies apropiadas ▪ Análisis de experiencias en condiciones similares
Integración del turismo	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Identificación y fortalecimiento de las actividades indirectas del turismo en el ámbito agrícola

a) Definición del Plan de Acción

- Objetivo General:

Proposición de las acciones para el desarrollo de políticas y prácticas en el manejo del territorio comunal por las distintas instituciones públicas y privadas para la mantención y sustentabilidad del riego en San Pedro de Atacama, lo cual garantizaría la condición de oasis del lugar.

- Objetivos Específicos:

1. Utilizar la planificación del ordenamiento territorial para asegurar la mantención de la zona de riego y del oasis de San Pedro de Atacama.
2. Crear las condiciones de mejores expectativas de desarrollo agrícola para que la juventud se interese en esta actividad y no emigre hacia otras ciudades. Este es uno de los mayores problemas a resolver y que requiere de una fuerte inyección de capitales, quizás mucho mayores de aquellos que la misma actividad agrícola pueda generar, por lo tanto, se requiere de fuertes subsidios para el cumplimiento de este objetivo específico.
3. Capacitar y proponer un grado de organización eficientes de los regantes para manejar adecuadamente los recursos hídricos disponibles y la infraestructura de riego existente, así como también, los mejoramientos que pudieran realizarse.
4. Organizar el uso del suelo productivo, de expansión urbana y de servicios en función de la sustentabilidad ambiental del oasis.
5. Resguardar las aguas superficiales y subterráneas en el entorno de San Pedro.
6. Procurar la inserción ordenada, funcional y ambientalmente protegida de los programas de desarrollo habitacional y turístico.
7. Promover un manejo sistemático de los residuos sólidos y líquidos generados por los habitantes de San Pedro de Atacama, ya que de acuerdo a investigaciones realizadas por la DOH se ha detectado contaminación en los canales de riego en los sectores en que éstos atraviesan la ciudad.
8. Incorporar a los recursos hídricos disponibles, las aguas servidas tratadas del poblado de San Pedro de Atacama.
9. Proposición y validación de alternativas rentables y técnicamente probadas para los agricultores del valle de San Pedro.
10. Aumentar mediante programas de información y capacitación a los agricultores existentes y a los nuevos que podrían incorporarse al sistema.

b) Implementación del plan de acción

Una vez definidos los objetivos será posible identificar las acciones para cumplir con los objetivos propuestos con el fin de determinar los plazos e instituciones responsables de su realización.

Las acciones propuestas se han organizado 4 programas en función de naturaleza de ellas. Estos programas son: ordenamiento agrícola, ordenamiento hídrico, ordenamiento territorial y ordenamiento institucional. A continuación se definen cada uno de ellos.

PROGRAMAS	DESCRIPCIÓN
Ordenamiento Agrícola	Conjunto de acciones que tienen como propósito el fomento de la actividad agrícola y forestal en el valle de San Pedro de Atacama, así como también, la superación de los obstáculos para su implementación y desarrollo.
Ordenamiento Hídrico	Conjunto de acciones que tienen como finalidad cumplir con las normas y prácticas derivadas del Código de Aguas, especialmente aquellas con las cuales se rigen las comunidades atacameñas.
Ordenamiento Territorial	Conjunto de acciones que permitan el desarrollo armonioso del valle de San Pedro y sus alrededores mediante el uso o actualizaciones de los instrumentos normativos que señala la legislación urbanística y ambiental.
Ordenamiento y coordinación institucional	Conjunto de acciones destinadas a mejorar la capacidad institucional para implementar el plan de desarrollo y para involucrar a la comunidad en sus fines y objetivos.