

AC INGENIEROS CONSULTORES LTDA.  
GEOFUN LTDA.  
PROCIVIL INGENIERÍA LTDA

**Asociación de Profesionales  
Proyecto Santiago Sur**

---

## **COMISIÓN NACIONAL DE RIEGO**

### **ESTUDIO INTEGRAL DE RIEGO PROYECTO DE APROVECHAMIENTO DE AGUAS SERVIDAS PLANTA DE TRATAMIENTO SANTIAGO SUR REGIÓN METROPOLITANA**

### **VOLUMEN 1**

**SANTIAGO - JULIO DE 1998**

## **EQUIPO PROFESIONAL DEL PROYECTO SANTIAGO SUR**

Ernesto Schulbach B.	Secretario Ejecutivo, Comisión Nacional de Riego
Marcial González S.	Jefe del Departamento de Estudios, Comisión Nacional de Riego
César Arriagada A.	Coordinador del Proyecto, Comisión Nacional de Riego

### **AC INGENIEROS CONSULTORES LTDA.**

Guillermo Cabrera F.	Ingeniero Civil M. Sc.
Pablo Isensee M.	Ingeniero Civil
José Lagos R.	Ingeniero Civil, Coordinador del Proyecto
Félix Pérez A.	Ingeniero Civil
Juan A. Durán G.	Ingeniero Civil
Marcelo Matthey C.	Ingeniero Civil
Lem Mimica V.	Ingeniero Civil
Fernando Munita V.	Ingeniero Agrónomo
Joaquín Benavente P.	Ingeniero Agrónomo
Patricio Murúa S.	Ingeniero Agrónomo
Tulio Triviño Q.	Abogado

### **PROCIVIL LTDA.**

Alfonso Ugarte S.	Ingeniero Civil, Director del Proyecto
Juan Carlos Croxatto O.	Ingeniero Civil
Werner Kremer V.	Ingeniero Civil
Fernando Romero V.	Ingeniero Civil
Fernando Villalón B.	Ingeniero Civil
Gregorio Donoso R.	Ingeniero Civil
Alberto Valdés F.	Ingeniero Agrónomo

### **GEOFUN LTDA.**

Luis Arrau del C.	Ingeniero Civil
Horacio Musante H.	Ingeniero Civil
Donaldo Astorga M.	Ingeniero Civil
Enrique Kalisli K.	Ingeniero Civil
María Angélica Muñoz V.	Ingeniero Agrónomo
María Iliá Cárdenas	Ingeniero Agrónomo

## ÍNDICE VOLUMEN 1

	Pág.
I. RESUMEN Y CONCLUSIONES .....	I-1
I.1 INTRODUCCIÓN .....	I-1
I.2 CARACTERIZACIÓN GENERAL DEL ÁREA DE ESTUDIO .....	I-4
I.2.1 LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA.....	I-4
I.2.1.1 Ubicación del Área e Identificación de los Sectores Relevantes .....	I-4
I.2.1.2 Delimitación y Tamaño del Área.....	I-6
I.2.1.3 Estructura Político Administrativa del Área de Estudio.....	I-6
I.2.2 SISTEMA DE INFRAESTRUCTURA AGRÍCOLA.....	I-6
I.2.2.1 Infraestructura Regional .....	I-6
I.2.2.2 Infraestructura Agrícola y Pecuaria del Área de Estudio .....	I-7
I.2.2.3 Infraestructura Básica Vial .....	I-7
I.2.3 CARACTERIZACIÓN FÍSICA Y ECOLÓGICA.....	I-7
I.2.3.1 Vegetación .....	I-7
I.2.3.2 Agua.....	I-8
I.2.3.3 Medio Ambiente .....	I-8
I.2.4 USO DEL SUELO .....	I-8
I.2.5 CARACTERIZACIÓN SOCIOECONÓMICA .....	I-9
I.2.5.1 Población y Empleo .....	I-9
I.2.5.2 Distribución de la Superficie por Estrato de Tamaño Predial .....	I-9
I.3 ESTUDIOS BÁSICOS .....	I-9
I.3.1 BASE CARTOGRÁFICA.....	I-9
I.3.2 CLIMA Y AGROCLIMA .....	I-10
I.3.2.1 Introducción.....	I-10
I.3.2.2 Caracterización Agroclimática del Área.....	I-13
I.3.3 SUELOS.....	I-14
I.3.3.1 Generalidades .....	I-14
I.3.3.2 Suelos.....	I-14
I.4 RECURSOS HÍDRICOS.....	I-16
I.4.1 PLUVIOMETRÍA .....	I-16
I.4.1.1 Introducción.....	I-16
I.4.1.2 Plan de Estudio .....	I-16
I.4.1.3 Cálculo del Patrón de Precipitaciones .....	I-17
I.4.1.4 Análisis, Relleno y Corrección de las Estadísticas.....	I-18
I.4.2 FLUVIOMETRÍA.....	I-18
I.4.2.1 Introducción.....	I-18
I.4.2.2 Descripción de las Estaciones Fluviométricas .....	I-18
I.4.2.3 Caracterización del Régimen Fluviométrico .....	I-19
I.4.2.4 Canal Las Mercedes.....	I-20
I.4.3 HIDROGEOLOGÍA.....	I-22
I.4.3.1 Introducción.....	I-22
I.4.3.2 Características de la Zona.....	I-22
I.4.3.3 Geología y Geomorfología .....	I-23
I.4.3.4 Uso Actual de las Aguas Subterráneas .....	I-25

ÍNDICE VOLUMEN 1  
(Continuación)

		Pág.
	I.4.3.5 Formaciones Acuíferas .....	I-25
	I.4.3.6 Transmisibilidad y Almacenamiento.....	I-26
I.4.4	SÍNTESIS DE CAUDALES EN CUENCAS NO CONTROLADAS .....	I-27
	I.4.4.1 Introducción.....	I-27
	I.4.4.2 Modelo Pluvial MPL .....	I-27
	I.4.4.3 Calibración del Modelo .....	I-28
	I.4.4.4 Aplicación del Modelo .....	I-28
I.4.5	CALIDAD DE AGUAS .....	I-28
	I.4.5.1 Introducción.....	I-28
	I.4.5.2 Calidad para Regadío de los Recursos de Agua en Cuenca del Puangue.....	I-28
I.4.6	DERECHOS DE AGUA .....	I-33
	I.4.6.1 Situación Jurídica de las Aguas Depuradas.....	I-33
	I.4.6.2 Sistema de Mercado de Aguas en Chile .....	I-35
	I.4.6.3 Derechos de Agua Subterránea Constituidos .....	I-37
	I.4.6.4 Derechos de Aguas Superficiales del Canal Las Mercedes.....	I-38
	I.4.6.5 Derechos de Agua Central Carena.....	I-40
I.5	MODELO DE SIMULACIÓN CANAL SANTIAGO - CURACAVÍ.....	I-41
	I.5.1 INTRODUCCIÓN.....	I-41
	I.5.2 CARACTERÍSTICAS DEL MODELO.....	I-43
	I.5.3 USO DEL MODELO .....	I-44
	I.5.4 APLICACIONES DEL MODELO .....	I-44
I.6	SITUACIÓN ACTUAL AGROPECUARIA .....	I-45
	I.6.1 INTRODUCCIÓN.....	I-45
	I.6.2 IDENTIFICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN PREDIAL Y ESTRUCTURA DE LA PROPIEDAD RURAL .....	I-46
	I.6.2.1 Elaboración de la Ficha Censal.....	I-46
	I.6.2.2 Sectorización del Área.....	I-46
	I.6.2.3 Aplicación de la Ficha Predial Censal en Terreno .....	I-47
	I.6.2.4 Resultados del Procesamiento de las Fichas por Sector.....	I-47
I.6.3	DETERMINACIÓN DE UNIDADES TERRITORIALES .....	I-52
	I.6.3.1 Planimetría de Propiedades y Suelos.....	I-52
	I.6.3.2 Determinación de Grupos de Predios .....	I-54
	I.6.3.3 Determinación de Predios Tipos.....	I-55
	I.6.3.4 Elaboración de Estándares o Patrones Productivos y Económicos por Rubros.....	I-55
	I.6.3.5 Síntesis de la Caracterización Productiva de la Situación sin Proyecto .....	I-56
	I.6.3.6 Síntesis de la Caracterización Económica .....	I-67
I.7	DETERMINACIÓN DE LA SITUACIÓN FUTURA .....	I-67
I.7.1	CRITERIOS Y ESTRATEGIAS DE DESARROLLO AGROPECUARIO... I-67	
	I.7.1.1 Introducción.....	I-67
	I.7.1.2 Políticas Económicas y Sociales Vigentes .....	I-67

ÍNDICE VOLUMEN 1  
(Continuación)

		Pág.
	I.7.1.3 Características de las Aguas a Utilizar en el Riego .....	I-68
	I.7.1.4 Condiciones Especiales de los Diferentes Sectores.....	I-68
	I.7.1.5 Beneficios Económicos .....	I-69
	I.7.1.6 Características de Suelos .....	I-69
	I.7.1.7 Condiciones de Clima.....	I-69
	I.7.1.8 Estructura de la Propiedad.....	I-69
	I.7.1.9 Precios y Mercados.....	I-70
I.7.2	ESTRUCTURA PROPUESTA DE LA PRODUCCIÓN.....	I-70
	I.7.2.1 Uso del Suelo por Predio Tipo.....	I-70
	I.7.2.2 Uso del Suelo por Grupo de Predios y Sector .....	I-72
	I.7.2.3 Estándares o Patrones Productivos y Económicos .....	I-77
I.7.3	INVERSIONES.....	I-79
I.7.4	MÁRGENES ECONÓMICOS.....	I-79
I.8	PREDISEÑO DE OBRAS CIVILES .....	I-80
I.8.1	INTRODUCCIÓN.....	I-80
I.8.2	CRITERIOS GENERALES DEL DIMENSIONAMIENTO HIDRÁULICO Y ESTRUCTURAL .....	I-81
	I.8.2.1 Dimensionamiento Hidráulico.....	I-81
	I.8.2.2 Dimensionamiento Estructural .....	I-81
I.8.3	ESQUEMAS ALTERNATIVOS DE OBRAS BÁSICAS.....	I-81
I.8.4	ANTEPROYECTO PRELIMINAR DE LAS OBRAS CIVILES Y PRESUPUESTO .....	I-83
	I.8.4.1 Generalidades .....	I-83
	I.8.4.2 Descripción de las Obras .....	I-84
	I.8.4.3 Presupuesto de las Obras .....	I-87
I.9	EVALUACIÓN SOCIO-ECONÓMICA DEL PROYECTO .....	I-90
I.9.1	INTRODUCCIÓN.....	I-90
	I.9.1.1 Sectorización del Área del Proyecto.....	I-90
	I.9.1.2 Esquemas Alternativos de Obras Básicas.....	I-90
	I.9.1.3 Criterios Generales para la Evaluación .....	I-91
I.9.2	MÁRGENES NETOS AGROPECUARIOS.....	I-92
	I.9.2.1 Situación Actual.....	I-92
	I.9.2.2 Situación Futura o con Proyecto.....	I-92
	I.9.2.3 Costos de Puesta en Riego y Tecnificación.....	I-92
I.9.3	PRESUPUESTO DE OBRAS, PRECIOS UNITARIOS Y PROGRAMA DE INVERSIONES .....	I-93
	I.9.3.1 Presupuesto Preliminar en Inversión de Alternativa de Proyecto Civil .....	I-93
	I.9.3.2 Programa de Inversiones en Obras Civiles.....	I-94
I.9.4	EVALUACIÓN.....	I-94
	I.9.4.1 Metodología de evaluación económica .....	I-94
I.9.5	PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS .....	I-97
	I.9.5.1 Evaluación Económica, Privada y Social .....	I-97
	I.9.5.2 Costo del Agua Tratada .....	I-98

ÍNDICE VOLUMEN I  
(Continuación)

	Pág.
I.9.5.3 Beneficios Indirectos y Externalidades Positivas.....	I-99
I.9.6 NIVELES DE EMPLEO.....	I-101
I.9.6.1 Introducción.....	I-101
I.9.6.2 Mano de Obra Durante la Construcción de las Obras Civiles.....	I-101
I.9.6.3 Niveles de Empleo Agrícolas.....	I-103
I.9.7 ANÁLISIS FINANCIERO PREDIAL Y RECUPERACIÓN DE COSTOS.....	I-104
I.9.7.1 Evaluación Financiera de Predios Tipo.....	I-104
I.9.7.2 Recuperación de Costos.....	I-105
I.10 PROGRAMAS DE IMPLEMENTACIÓN Y SEGUIMIENTO DEL PROYECTO ...	I-106
I.10.1 INTRODUCCIÓN.....	I-106
I.10.2 PROGRAMA DE INVERSIONES CIVILES.....	I-106
I.10.3 PROGRAMA DE DESARROLLO AGRÍCOLA.....	I-107
I.10.3.1 Programa de Asistencia Técnica y Capacitación.....	I-107
I.10.4 SEGUIMIENTO DEL PROYECTO.....	I-108
I.11 ORGANIZACIÓN DE USUARIOS.....	I-109
I.12 ASPECTOS LEGALES Y ADMINISTRATIVOS.....	I-111
I.12.1 DERECHOS DE AGUAS SUPERFICIALES.....	I-111
I.12.1.1 Dominio y Aprovechamiento de las Aguas.....	I-111
I.12.1.2 Adquisición del Derecho de Aprovechamiento.....	I-112
I.12.2 DERECHOS DE AGUAS SUBTERRÁNEAS.....	I-112
I.12.2.1 Aguas Subterráneas y su Exploración.....	I-112
I.12.2.2 Explotación de Aguas Subterráneas.....	I-113
I.13 EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL.....	I-113
I.13.1 ASPECTOS GENERALES.....	I-113
I.13.2 IMPACTOS AMBIENTALES TIPO.....	I-115
I.13.3 PERCEPCIÓN AMBIENTAL DEL PROYECTO.....	I-116
I.13.4 EVALUACIÓN Y VALORACIÓN DE LOS PROBLEMAS AMBIENTALES IDENTIFICADOS.....	I-116
I.13.5 MEDIDAS DE MITIGACIÓN, PLAN DE MONITOREO Y FACTIBILIDAD AMBIENTAL.....	I-117
II. INTRODUCCION.....	II-1
III. CARACTERIZACIÓN GENERAL DEL ÁREA DE ESTUDIO.....	III-1
III.1 INTRODUCCIÓN.....	III-1
III.2 ANTECEDENTES GENERALES DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO SANTIAGO SUR DE EMOS.....	III-1
III.2.1 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.....	III-1
III.2.2 DESCRIPCIÓN DE LA PLANTA SANTIAGO SUR.....	III-2
III.3 LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA DEL PROYECTO.....	III-3
III.3.1 UBICACIÓN DEL ÁREA E IDENTIFICACIÓN DE LOS SECTORES RELEVANTES.....	III-3
III.3.2 DELIMITACIÓN Y TAMAÑO DEL ÁREA.....	III-5

ÍNDICE VOLUMEN 1  
(Continuación)

		Pág.
	III.3.3 ESTRUCTURA POLÍTICO ADMINISTRATIVA DEL ÁREA DE ESTUDIO.....	III-5
III.4	SISTEMA DE INFRAESTRUCTURA AGRÍCOLA .....	III-6
	III.4.1 INFRAESTRUCTURA REGIONAL .....	III-6
	III.4.2 INFRAESTRUCTURA AGRÍCOLA Y PECUARIA DEL ÁREA DE ESTUDIO.....	III-7
	III.4.3 INFRAESTRUCTURA BÁSICA VIAL.....	III-8
III.5	CARACTERIZACIÓN FÍSICA Y ECOLÓGICA .....	III-9
	III.5.1 VEGETACIÓN .....	III-9
	III.5.2 SUELOS.....	III-10
	III.5.3 CLIMA .....	III-11
	III.5.4 AGUA .....	III-11
	III.5.5 MEDIO AMBIENTE .....	III-12
III.6	USO DEL SUELO.....	III-12
III.7	CARACTERIZACIÓN SOCIOECONÓMICA .....	III-14
	III.7.1 POBLACIÓN Y EMPLEO .....	III-14
	III.7.2 DISTRIBUCIÓN DE LA SUPERFICIE POR ESTRATO DE TAMAÑO PREDIAL .....	III-16
	III.7.3 NIVELES DE INGRESOS Y GRADO DE POBREZA .....	III-16
IV.	ESTUDIOS BÁSICOS.....	IV-1
IV.1	BASE CARTOGRÁFICA .....	IV-1
IV.2	CLIMA Y AGROCLIMA .....	IV-2
	IV.2.1 INTRODUCCIÓN.....	IV-2
	IV.2.2 ASPECTOS METODOLÓGICOS DE LA CARACTERIZACIÓN AGROCLIMÁTICA .....	IV-2
	IV.2.3 ASPECTOS METODOLÓGICOS DE LA APTITUD AGROCLIMÁTICA .....	IV-7
	IV.2.4 RESULTADOS .....	IV-9
IV.3	SUELOS .....	IV-16
	IV.3.1 INTRODUCCIÓN.....	IV-16
	IV.3.2 MATERIAL CARTOGRÁFICO .....	IV-16
	IV.3.3 ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN EXISTENTE .....	IV-16
	IV.3.4 METODOLOGÍA DE TRABAJO .....	IV-16
	IV.3.5 UNIDADES DE CLASIFICACIÓN .....	IV-17
	IV.3.6 DESCRIPCIÓN DE LOS SUELOS.....	IV-17
	IV.3.6.1 Serie Lo Vásquez, Franco Arcilloso.....	IV-18
	IV.3.6.2 Serie Puangue, Franco .....	IV-20
	IV.3.6.3 Serie Pudahuel, Franco Arenoso Fino .....	IV-22
	IV.3.6.4 Serie Santa Teresa, Franco Arenoso .....	IV-23

ÍNDICE VOLUMEN 1  
(Continuación)

		Pág.
	IV.3.6.5 Serie Ranchillo, Arcilloso.....	IV-26
	IV.3.6.6 Misceláneos .....	IV-28
IV.4	RECURSOS HÍDRICOS.....	IV-30
IV.4.1	PLUVIOMETRÍA.....	IV-30
	IV.4.1.1 Introducción.....	IV-30
	IV.4.1.2 Plan de Estudio .....	IV-36
	IV.4.1.3 Cálculo del Patrón de Precipitaciones .....	IV-37
	IV.4.1.4 Análisis, Relleno y Corrección de las Estadísticas.....	IV-38
IV.4.2	FLUVIOMETRÍA.....	IV-41
	IV.4.2.1 Introducción.....	IV-41
	IV.4.2.2 Descripción de las Estaciones Fluviométricas .....	IV-43
	IV.4.2.3 Caracterización del Régimen Fluviométrico .....	IV-54
IV.4.3	HIDROGEOLOGÍA.....	IV-61
	IV.4.3.1 Introducción.....	IV-61
	IV.4.3.2 Características de la Zona.....	IV-61
	IV.4.3.3 Geología y Geomorfología .....	IV-62
	IV.4.3.4 Uso Actual de la Aguas Subterráneas.....	IV-66
	IV.4.3.5 Formaciones Acuíferas .....	IV-83
	IV.4.3.6 Transmisibilidad y Almacenamiento.....	IV-84
	IV.4.3.7 Niveles de Aguas Subterráneas .....	IV-103
IV.4.4	SÍNTESIS DE CAUDALES EN CUENCAS NO CONTROLADAS .....	IV-109
	IV.4.4.1 Introducción.....	IV-109
	IV.4.4.2 Modelo Pluvial MPL .....	IV-109
	IV.4.4.3 Calibración del Modelo .....	IV-110
	IV.4.4.4 Aplicación del Modelo .....	IV-118
IV.4.5	CALIDAD DE GUAS.....	IV-128
	IV.4.5.1 Generalidades .....	IV-128
	IV.4.5.2 Calidad para Regadío de los Recursos de Agua en Cuenca del Puangue.....	IV-128
IV.4.6	DERECHOS DE AGUA .....	IV-139
	IV.4.6.1 Situación Jurídica de las Aguas Depuradas.....	IV-139
	IV.4.6.2 Algunas Consideraciones del Sistema de Mercado de Aguas en Chile.....	IV-140
	IV.4.6.3 Derechos de Agua Subterránea Constituidos .....	IV-144
	IV.4.6.4 Derechos de Aguas Superficiales del Canal Las Mercedes.....	IV-148
	IV.4.6.5 Derechos de Agua Central Carena.....	IV-149

ÍNDICE VOLUMEN 1  
(Continuación)

	Pág.
V. MODELO DE SIMULACIÓN CANAL SANTIAGO - CURACAVÍ .....	V-1
V.1 INTRODUCCIÓN .....	V-1
V.2 CARACTERÍSTICAS DEL MODELO .....	V-2
V.3 SIMULACIÓN DE LA OPERACIÓN DEL SISTEMA .....	V-6
V.4 ANTECEDENTES .....	V-8
V.4.1 ANTECEDENTES HIDROLÓGICOS.....	V-8
V.4.2 ANTECEDENTES AGRONÓMICOS .....	V-8
V.4.2.1 Determinación de los Coeficientes de Cultivos $K_c$ .....	V-11
V.4.2.2 Determinación de la Evapotranspiración Potencial Zonas 1 y 2.....	V-11
V.4.2.3 Determinación de las Tasas de Riego.....	V-12
V.4.2.4 Determinación de las Eficiencias de Riego .....	V-13
V.5 USO DEL MODELO.....	V-13
V.6 APLICACIONES DEL MODELO.....	V-14

## I. RESUMEN Y CONCLUSIONES

### I.1. INTRODUCCION

La función fundamental de la Comisión Nacional de Riego (CNR), es asegurar el incremento y mejoramiento de la superficie regada del país. Esto implica implementar, a niveles nacional y regional, procesos encaminados al diseño de Políticas de Riego y Drenaje basadas en las directrices expuestas por el Supremo Gobierno y, como consecuencia, generar la necesaria coordinación interinstitucional de los organismos involucrados.

Este Rol de la CNR ha llevado al desarrollo de una concepción metodológica de Estudios Integrales de Riego los cuales por definición, tienen como base física una o varias cuencas hidrográficas asociadas, entidades fisiográficas donde se integran componentes naturales, económicos y humanos que, para efecto de los Planes de Desarrollo, deben analizarse de manera desagregada.

Como secuencia lógica de la utilización de los recursos, bajo la óptica del Desarrollo Sustentable, el Estudio Integral considera el análisis del impacto ambiental derivado de este cambio de uso. Un manejo inadecuado es causa de una serie de problemas ambientales, cuyas consecuencias pueden llevar a la destrucción de la o las cuencas, con todo lo que ello acarrea a las poblaciones que allí se desarrollan.

Finalmente, los Estudios Integrales concluyen en Programas de Desarrollo del Riego que, considerando el uso múltiple del agua, están basados en sistemas de alternativas de obras hidráulicas y proyectos agronómicos, además de programas complementarios de extensión, capacitación, transferencia tecnológica, etc. La evaluación socioeconómica de estos sistemas alternativos y la recomendación de aquellos más eficientes es el resultado final del Estudio Integral.

En este contexto, la CNR ha planteado el "ESTUDIO INTEGRAL DE RIEGO PROYECTO APROVECHAMIENTO DE AGUAS SERVIDAS DE PLANTA DE TRATAMIENTO SANTIAGO-SUR REGION METROPOLITANA", entendiéndolo su importancia para el país, dado que se trata del primer proyecto que analiza el tema de la utilización de aguas servidas tratadas en la agricultura de una zona de secano, en el valle del estero Puangue, ubicada en las comunas de Curacaví y María Pinto en la Región Metropolitana, de acuerdo a una delimitación cartográfica definida por la CNR en los Términos de Referencia del estudio.

El estudio fue licitado públicamente y otorgado mediante Resolución CNR N°3 de 31-01-97, modificada por Resolución CNR N° 52 de 31-10-97, a la Asociación de Profesionales Proyecto Santiago Sur. Esta Asociación está compuesta de las firmas consultoras Ayala, Cabrera y Asociados Ltda., Geofun Ltda. y Procivil Ingeniería Ltda.

En general, se trató de formular un Programa de Desarrollo basado en el uso racional de los recursos provenientes de la Planta Santiago Sur, de EMOS, en la que se tratarán los efluentes de aguas servidas de la zona Sur de Santiago. Como estos recursos están destinados al riego de una zona de secano, fue necesario, entre otras actividades, la actualización, caracterización, cuantificación y evaluación de todos los recursos insertos en la zona de estudio, relacionados con el riego. Este programa consistió básicamente en una proposición de esquemas de desarrollo a nivel de factibilidad, incluyendo los programas agroeconómicos y de obras hidráulicas, además de las instancias técnicas correspondientes, transferencia tecnológica, puesta en riego y evaluación ambiental.

Como resultado de la evaluación técnico-económica realizada a las seis diferentes alternativas consideradas en el estudio, se pudo concluir que el único esquema de obras que resulta

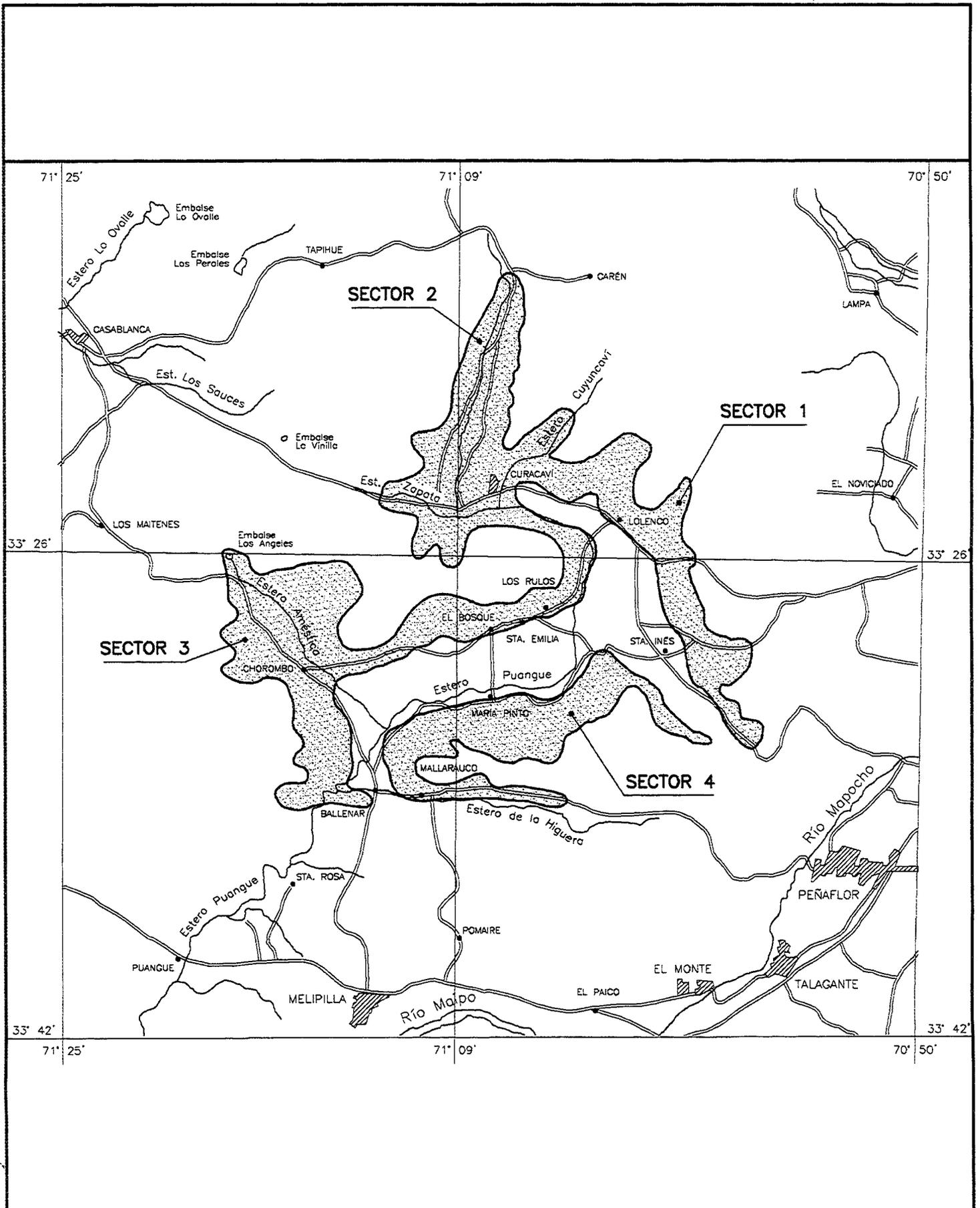
socialmente rentable es el denominado Caso N° 4; el cual propone regar los sectores N° 1 y N° 4, que corresponden a las zonas de Lo Prado - Miraflores y a María Pinto - La Patagüilla, respectivamente, las cuales se pueden observar en la Figura I.1-1 en donde se presenta la ubicación del área de estudio. El área de riego considerada en esta alternativa es de 3.446 hectáreas, de las cuales 623 están ubicadas en la zona de Lo Prado - Miraflores y 2.823 hectáreas en María Pinto - La Patagüilla.

Esta alternativa tiene un VAN social de \$ 55 millones y un TIR social de 12,1%, por lo que se encuentra prácticamente en el margen de la rentabilidad y es el único entre todos los casos estudiados que presenta parámetros económicos favorables según los estándares de Mideplan. No obstante lo anterior, este proyecto tiene una excelente rentabilidad agrícola, pero un gran costo de obras civiles y de puesta en riego, debido fundamentalmente a que se trata de área de laderas empinadas, que por una parte, hace necesario el trazado de canales y la construcción de costosas obras de arte en terrenos de fuerte pendiente transversal y, por otra, la implementación de sistemas de riego tecnificado de alto costo por hectárea.

Si las aguas tratadas no son utilizadas en el riego de zonas descontaminadas de la cuenca del estero Puangue, es posible que sean descargadas al río Mapocho, donde se mezclarían con las aguas altamente contaminadas que escurren en dicho cauce natural. Actualmente, las zonas de riego de la cuenca del río Mapocho son regadas con recursos que tienen un alto porcentaje de aguas provenientes de los alcantarillados de Santiago, razón por la cual, no es fácil pensar en utilizar las aguas depuradas en el riego de esos sectores, debido a que éstas se verían nuevamente contaminadas, perdiéndose el objetivo básico y fundamental del programa de tratamiento de las aguas en la Región Metropolitana. Cabe tener presente que este programa de tratamiento de aguas servidas debe ser consecuente con el manejo integral de los recursos de la cuenca del río Maipo, razón por la cual, este estudio específico de aprovechamiento de las aguas de la Planta Santiago Sur debería ser parte integrante del Estudio Integral de Riego "Proyecto Maipo", que la CNR iniciará a partir del segundo semestre de 1998.

De acuerdo a lo anterior, se ha estimado conveniente recomendar esta alternativa, ya que desde el punto de vista social, es muy importante que las aguas servidas tratadas en la primera planta de tratamiento de la Región Metropolitana sean destinadas al riego de una zona de secano, en un sector donde tradicionalmente se ha regado con aguas del río Mapocho, altamente contaminadas. Esto permitiría una gran flexibilidad para modificar los actuales esquemas de cultivos en el valle del Puangue, al facilitar el cambio paulatino de las fuentes de agua, destinando los recursos descontaminados, al riego de cultivos de mayor rentabilidad destinados fundamentalmente a exportación, dejando los recursos contaminados para el riego de cultivos anuales de menor valor y aquellas que no tienen restricciones ambientales.

Finalmente, es necesario destacar que un proyecto de esta índole, que utilizaría los recursos depurados provenientes de una planta de tratamiento de aguas servidas, debiera tomar en consideración para la decisión de construirse o no, otros aspectos que no son evaluados técnicamente dadas las pautas de evaluación tradicional de Mideplan. Entre estos aspectos se encuentran una serie de externalidades que se pueden asociar al uso de aguas tratadas, como es el desarrollo de la zona en donde estos recursos se utilizarían, en aspectos de salud pública, higiénicas, ambientales, recreacionales, etc. Por lo tanto, se requiere de una estrategia global de tipo político y social que permita el desarrollo de estos proyectos destinados a la depuración y uso de las aguas servidas de las grandes y pequeñas ciudades de nuestro país, pudiendo aplicarse en este caso las disposiciones del Artículo 5° del D.F.L. 1.123 de 1981, que faculta al Presidente de la República para subvencionar parcial o totalmente el costo de las obras de riego construidas por el Estado.



REPÚBLICA DE CHILE COMISIÓN NACIONAL DE RIEGO DEPARTAMENTO DE ESTUDIOS	ESTUDIO INTEGRAL DE RIEGO PROYECTO DE APROVECHAMIENTO DE AGUAS SERVIDAS PLANTA DE TRATAMIENTO SANTIAGO SUR REGION METROPOLITANA	Asociación de Profesionales Proyecto Santiago Sur	PLANO: UBICACIÓN SECTORES DE ESTUDIO	FECHA: 1998 ESCALA APROX: 1 : 330.000 FIGURA: I. 1 - 1
--	--	--	---	---

## I.2 CARACTERIZACIÓN GENERAL DEL ÁREA DE ESTUDIO

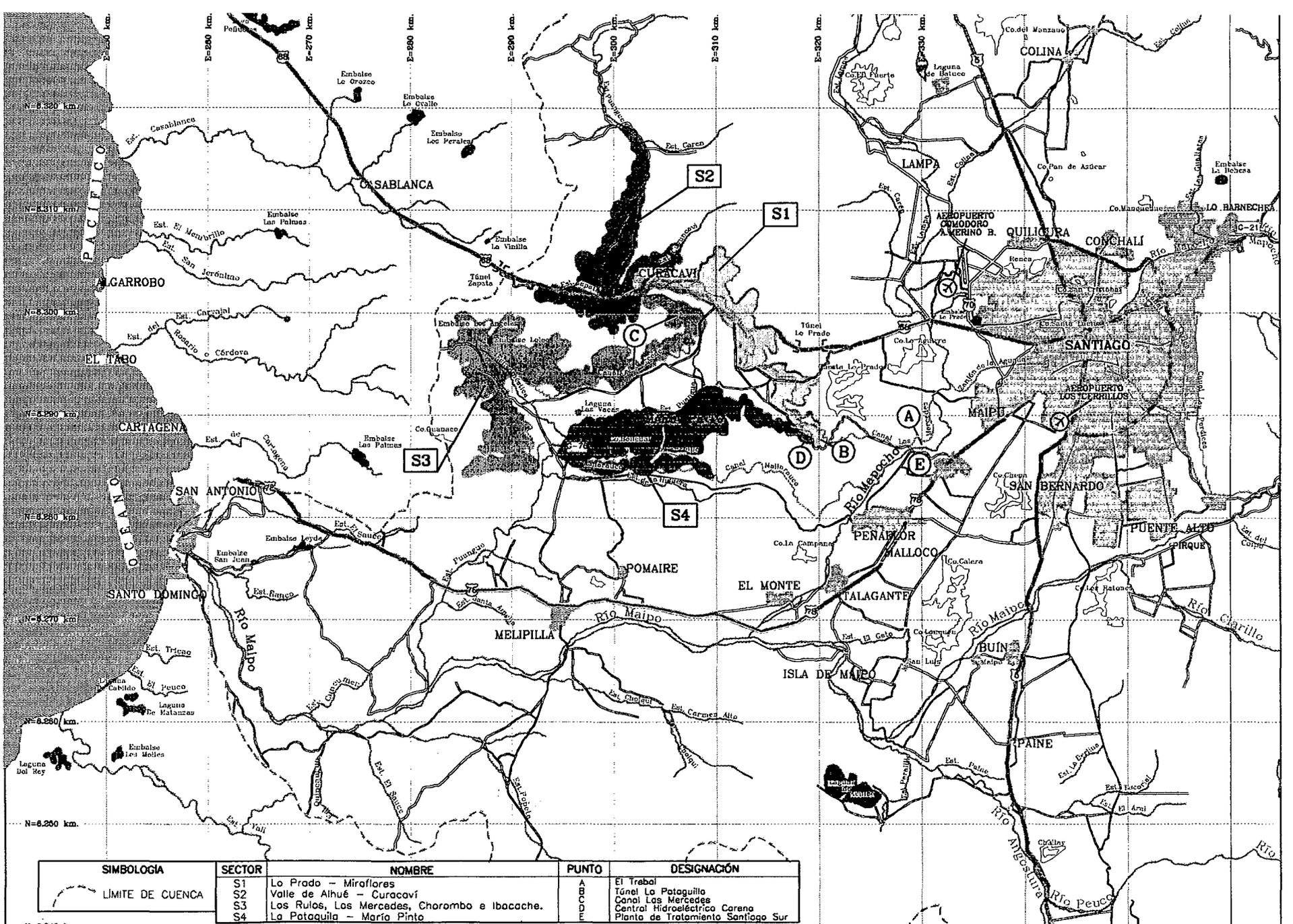
### I.2.1 LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA

#### I.2.1.1 Ubicación del Área e Identificación de los Sectores Relevantes

El área de estudio se encuentra ubicada en la Región Metropolitana, provincia de Melipilla y comunas de Curacaví y María Pinto. Además incluye un pequeño sector de Mallarauco, en la Comuna de Melipilla. El mapa de ubicación del área se presenta a continuación en la Figura I.2.1.1-1.

El área específica de estudio corresponde a suelos que se encuentran sobre la cota del canal Las Mercedes y sus derivados y de canales del Estero Puangue. Especialmente, se trata de las siguientes áreas:

- Lo Prado - Miraflores: Esta área empieza en la Cuesta Barriga en dirección a Curacaví y termina más al Norte de la Rinconada de Miraflores. El área específica del estudio tiene su límite inferior en el Canal de Las Mercedes y su límite superior en la cota 300 m.s.n.m.
- Alhué de Curacaví: Esta área comprende el curso superior del Estero Puangue y se sitúa a ambos lados del mismo, en los sectores de Curacaví, Cuyancaví, Alhué de Curacaví, Lepe y otros. El límite inferior de esta área es la parte baja del valle y el límite superior, la cota 300 m.s.n.m. Actualmente esta área se riega parcialmente en su parte plana con canales del Estero Puangue, pozos y norias.
- Los Rulos, Las Mercedes, Ibacache y Chorombo. Esta área tiene su límite inferior en el canal Las Mercedes en su trazado por el Norponiente del valle del Estero Puangue y, su límite superior, en la cota 300 m.s.n.m.
- La Pataguilla - María Pinto: Este sector comienza por el Sur en la Cuesta Barriga y se sitúa hacia el Poniente comprendiendo hasta María Pinto y Baracaldo. El límite inferior corresponde a los cotas del Canal La Pataguilla y de canales del Estero Puangue y, el límite superior a la cota 250 m.s.n.m.
- Mallarauco: Esta área comprende al valle de Mallarauco entre Bollenar y Punta Victoria. El límite inferior, del área está dado por la cota del canal Mallarauco y, el límite superior, por la cota 250 m.s.n.m.



REPÚBLICA DE CHILE  
COMISIÓN NACIONAL DE RIEGO  
DEPTO. DE ESTUDIOS

ASOCIACIÓN DE PROFESIONALES  
PROYECTO SANTIAGO SUR  
AC Ingenieros Consultores Ltda.  
Geofun Ltda.  
Procivil Ltda.

ESTUDIO INTEGRAL DE RIEGO  
PROYECTO DE APROVECHAMIENTO DE AGUAS SERVIDAS  
PLANTA DE TRATAMIENTO SANTIAGO SUR  
REGIÓN METROPOLITANA

Plano :  
PLANO DE UBICACIÓN  
ÁREA DE ESTUDIO  
Figura : 1.2.1.1-1

### I.2.1.2 Delimitación y Tamaño del Área

Las comunas donde se inserta el proyecto presentan los siguientes límites y extensión geográfica:

Curacaví: Esta comuna limita al oriente con la Provincia de Chacabuco y de Santiago, al sur con la Provincia de Talagante y comunas de Melipilla y María Pinto, y al norte y poniente con la Región de Valparaíso. Tiene una extensión de 691,2 Km<sup>2</sup>.

María Pinto: Esta comuna deslinda al oriente y norte con la comuna de Curacaví, al sur con la comuna de Melipilla y al poniente con la Región de Valparaíso y tiene una superficie de 393,5 Km<sup>2</sup>.

### I.2.1.3 Estructura Político Administrativa del Área de Estudio

De acuerdo a lo indicado anteriormente, el área de estudio se encuentra casi en su totalidad en las comunas de Curacaví y María Pinto, las que forman parte de la Región Metropolitana. Conforme a la legislación vigente del país, el Sistema de Gobierno y Administración Regional se estructura a través del Gobierno Interior de la Región el cual corresponde al Intendente en su calidad de representante del Presidente de la República.

Las funciones de administración son apoyadas por las Secretarías Regionales Ministeriales, órganos desconcentrados de los ministerios, subordinados a nivel regional al Intendente, destacando entre ellas la Secretaría Regional de Planificación y Coordinación.

A nivel provincial el Gobierno corresponde al Gobernador, subordinado al Intendente. Su administración también compete a aquél como órgano desconcentrado de la Intendencia, en cuanto al ejecutivo del Gobierno Regional. Existe como instancia de representación consultiva el Concejo Económico y Social Provincial, presidido por el Gobernador.

Finalmente, la Administración Comunal corresponde a la Municipalidad, compuesta por el Alcalde como autoridad superior y el Concejo, presidido por el Alcalde, como órgano resolutivo, nominativo y fiscalizador, ambos de elección popular cada 4 años.

## I.2.2 SISTEMA DE INFRAESTRUCTURA AGRÍCOLA

### I.2.2.1 Infraestructura Regional

Las comunas de Curacaví y María Pinto, se encuentran dentro del radio de la Región Metropolitana, región que presenta un complejo y amplio sistema de infraestructura productiva agrícola. Esta infraestructura se encuentra a distancias relativamente moderadas del área del proyecto y abarca una amplia gama de rubros agroindustriales, a saber: matanza de ganado y procesamiento y conservación de carnes; fabricación de productos lácteos; envasado y conservación de frutas y legumbres; fabricación de aceites y grasas vegetales y animales; productos de molinería; elaboración de alimentos preparados para animales; bebidas malteadas y malta; industrias vinícolas; curtidurías y talleres de acabado; y aserraderos, barracas y talleres para madera.

### I.2.2.2 Infraestructura Agrícola y Pecuaria del Área de Estudio

La infraestructura agropecuaria existente en la zona del proyecto se relaciona con la actividad agropecuaria de la misma y comprende fundamentalmente lo siguiente:

- a) Centros de Acopio Lechero: en la comuna de María Pinto existen 6 centros de acopio ubicados en las localidades de Baracaldo, Chorombo, Ibacache, Lo Ovalle, Las Mercedes y Ranchillo.
- b) Plantas de Embalaje de Frutas: de acuerdo al Directorio Agroindustrial Frutícola de Chile, CIREN - CORFO, 1993, existen 6 plantas de embalajes que se concentran en su mayoría en la comuna de Curacaví y tienen una capacidad de procesamiento por turno de 2.193 toneladas de fruta. De éstas, la Empresa Exportadora FRUTEX concentra el 96% de la capacidad instalada de embalaje.
- c) Plantas de Frío: Existen sólo dos plantas de frío que se encuentran ubicadas en la comuna de Curacaví. El Fundo Campolindo presenta una cámara de frío con una capacidad de 2.160 m<sup>3</sup> y la empresa FRUTEC S.A. tiene una cámara de prefrío con una capacidad de 3.456 cajas de uva (8,2 Kg) y tres cámaras de frío con una capacidad total de 56.000 cajas de uva (8,2 Kg).

Respecto del resto de la infraestructura agroindustrial, no se constata la existencia de ella dentro del área de estudio. Sin embargo, tal como se indicó anteriormente, en otras comunas de la Región Metropolitana existe una gran infraestructura agroindustrial tanto agrícola, frutícola y ganadera que incluyen plantas de embalaje de frutas y hortalizas, plantas de frío, plantas deshidratadoras y de congelado de frutas y hortalizas, plantas lecheras, mataderos, ferias ganaderas, molinos, etc..

### I.2.2.3 Infraestructura Básica Vial

El área de estudio presenta tres accesos viales de importancia:

- El más importante corresponde a la Ruta 68 Santiago - Viña del Mar, vía el túnel Lo Prado, que cruza la comuna de Curacaví en una gran extensión, siendo su estado muy bueno.
- Una segunda vía de acceso corresponde a la antigua ruta Santiago - Viña del Mar, vía cuesta Barriga hasta empalmar con la Ruta 68. Su estado es bueno.
- Finalmente, el tercer acceso y más largo es a través de la Ruta 78 Santiago - San Antonio hasta Melipilla y, desde ahí, por las Rutas G-74-F y G-76 vía Bollenar hasta María Pinto. También esta vía se encuentra en buen estado de conservación.

## I.2.3 CARACTERIZACIÓN FÍSICA Y ECOLÓGICA

### I.2.3.1 Vegetación

Los ecosistemas vegetacionales presentes en los espacios que el hombre no ha transformado están compuestos fundamentalmente por dos formaciones vegetales: el matorral de espino y el matorral arborescente.

El primero de ellos conocido como "espinal" conforma un monte bajo donde el espino (*Acacia caven*), especie dominante, se asocia con otros arbustos como huañil (*Proustia pungens*), molle (*Schinus dependens*; *Schinus molle*), chacay (*Colletia spinosa*), quillay (*Quillaja saponaria*), boldo (*Peumus boldus*), colliguay (*Colliguaya odorifera*) y otros.

El matorral arborescente corresponde a los arbustos de la formación anterior que en condiciones de humedad o protección a la alta evaporación pueden llegar a proporciones arbóreas. Este tipo de asociación es característico de las quebradas y cerros con mayor influencia marítima. Presenta una considerable variedad de especies entre las cuales destacan los siguientes tipos arbóreos y arbustivos: litre (*Lithrea caustica*), molle (*Schinus latifolius*), peumo (*Cryptocaria alba*), boldo (*Peumus boldus*), quillay (*Quillaja saponaria*), maitén (*Maytenus boaria*), espino (*Acacia caven*), maqui (*Aristotelia chilensis*) y otros.

Sin embargo, la progresiva degradación por la acción del hombre ha sido especialmente intensiva en el espinal para la producción de carbón y leña, de tal manera que hoy sólo ocupan los espacios demasiado áridos para el cultivo, transformándose en una cubierta muy rala, con predominio casi exclusivo del espino, pero con un tamaño reducido.

#### I.2.3.2 Agua

La disponibilidad de agua de riego proviene de dos fuentes. Una externa al valle, que corresponde a agua del río Mapocho, conducida a través del canal Las Mercedes y su canal derivado La Patagüilla. En el sector de Mallarauco, el agua también proviene del río Mapocho a través del canal Mallarauco Norte. La fuente propia del área corresponde a las aguas del Estero Puangue.

El área bajo riego de la comuna de Curacaví se riega por el canal Las Mercedes y por el canal La Patagüilla, derivado del anterior. En tanto que la comuna de María Pinto, riega el sector poniente del Valle del Puangue con el canal Las Mercedes y el sector oriente (localidades de El Parrón, Ranchillo, Cancha de Piedra, María Pinto y Baracaldo) con aguas del Estero Puangue.

La comuna de María Pinto cuenta además con varios tranques de acumulación invernal de aguas provenientes de quebradas. También existen numerosos pozos profundos y norias.

#### I.2.3.3 Medio Ambiente

La fuente de contaminación fundamental la constituye las aguas servidas provenientes del río Mapocho y de los canales Las Mercedes y La Patagüilla. Este problema afecta prácticamente a la totalidad del área regada de las comunas de Curacaví y María Pinto.

Las aguas de riego muestran un alto grado de contaminación bacteriológica, detectándose valores superiores a  $10^6$  col/100 ml, siendo el límite máximo de coliformes fecales aceptados por la Norma NCh. 1.333, de 1.000 col/100 ml. Este problema limita seriamente las posibilidades de desarrollo del rubro hortícola y de una agricultura de exportación.

#### I.2.4 USO DEL SUELO

Los antecedentes de uso del suelo a nivel comunal más recientes corresponden a información del año 1985-1986 provienen del Plan de Desarrollo Comunal, 1985. Comuna de María Pinto y de la Tesis de Grado "Análisis del Nivel Tecnológico y de los Medios de

Transferencia de Tecnología a Nivel del Pequeño Agricultor del Valle de Curacaví", de Verónica Peñaloza, U.C. de Chile, Facultad de Agronomía, 1987.

De acuerdo a lo anterior, el uso del suelo para las comunas de María Pinto y Curacaví en conjunto indica una preponderancia de las praderas naturales y artificiales degradadas con un 27,8% y de otros suelos con un 38,7% de la superficie total, lo que representa 66,5%. Los frutales y viñas solo ocupan un 1,9%, cereales, chacras y cultivos industriales un 7,2%, las forrajas anuales y praderas artificiales permanentes un 6%, y las hortalizas sólo un 3,2%.

Para el análisis de la fruticultura en las comunas de Curacaví y María Pinto la información mas actualizada corresponde al Catastro Frutícola Nacional de los años 1995-96. La superficie plantada con frutales asciende a 1.167,7 há y 595,3 há, respectivamente. Las especies mas importantes corresponden al grupo de almendro, limonero, naranjo, palto y vid de mesa que representan el 72,7% y 81,2% de la superficie, respectivamente.

## I.2.5 CARACTERIZACIÓN SOCIOECONÓMICA

### I.2.5.1 Población y Empleo

De acuerdo al Censo de Población del año 1992, la población total de las comunas de Curacaví y María Pinto asciende 19.063 y 8.735 habitantes de las cuales el 62,2% y 13% corresponde a población urbana, respectivamente.

En relación a la ocupación por sector económico en la comuna de Curacaví el 43% se ocupa en el sector primario y el 40% en el terciario. En la comuna de María Pinto la cifras son del 75% y 19%, respectivamente.

### I.2.5.2 Distribución de la Superficie por Estrato de Tamaño Predial

De acuerdo al Rol de Extracto Agrícola de CIREN - CORFO el 54,3% de los predios de la comuna de Curacaví concentra sólo el 5,3% de la superficie en HRB, en tanto que el 10,5% de los predios acumula el 48,6% de los suelos. En la comuna de María Pinto el 44,9% de los predios acumula sólo un 4,1% de la superficie, en tanto que, el 6,5% de los predios concentra el 42,1% de los suelos.

## I.3 ESTUDIOS BÁSICOS

### I.3.1 BASE CARTOGRÁFICA

Esta actividad consistió en llevar los planos disponibles del "Proyecto Maipo" de la Comisión Nacional de Riego, 1979, a escala 1:10.000, a un sistema computarizado en ambiente CAD. Para esto, se consideró solamente el área del proyecto, es decir, la que está por sobre la cota del canal Las Mercedes.

El trabajo comprendió la digitalización de 17 láminas, las cuales sirvieron de base para el trazado de las obras del proyecto.

Una vez cumplida la etapa de traspaso de las láminas 1:10.000 al sistema computarizado, se procedió al proceso de reducción a la escala 1:20.000, con los cambios pertinentes para que esta reducción quede legible. De este modo, se obtuvo dos juegos de láminas en diskette, uno a escala 1:10.000 y el otro a escala 1:20.000, para que las diferentes unidades del

estudio puedan desarrollar su correspondiente cartografía: agroclima, suelos, hidrología, situación predial, etc.

### I.3.2 CLIMA Y AGROCLIMA

#### I.3.2.1 Introducción

En este capítulo se estudió el recurso climático existente en el sector de la cuenca del estero Puangue, ubicado entre las serranías de la Cordillera de la Costa, al oeste de la ciudad de Santiago, aproximadamente en las coordenadas 33°30' latitud sur y los 71° longitud oeste. El objetivo es caracterizarlo e identificar las restricciones y potencialidades que impone el clima al desarrollo de la agricultura como consecuencia de la incorporación de agua de riego.

Para tal efecto, se ha tomado como base el Estudio Agroclimático Proyecto Maipo realizado por la CNR y la U. de Chile en 1987, pero se han considerado además los siguientes estudios existentes para el área:

- Mapa Agroclimático de Chile. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Ministerio de Agricultura. 1989.
- Atlas Agroclimático de Chile. F. Santibáñez y J. Uribe. Ministerio de Agricultura/Fondo de Investigación Agropecuaria/CORFO. 1993.
- Modelo de Diagnóstico Agroecológico, Zonificación Agroclimática. CIREN. 1990.
- Regiones Ecológicas de Chile. J. Papadakis. PNUD-FAO, 1973

Los estudios mencionados tuvieron como objetivo definir áreas con características homogéneas y relevantes para el comportamiento productivo de las especies cultivadas. Como ellos se realizaron a escala regional (1:500.000), ha sido necesario considerar otras fuentes de información para caracterizar, con mayor detalle, el área de estudio.

Los valores que caracterizan las áreas identificadas se muestran en el Cuadro I.3.2.1-1, que se encuentra en la Figura I.3.2.1-1, que muestra a su vez la zonificación agroclimática.

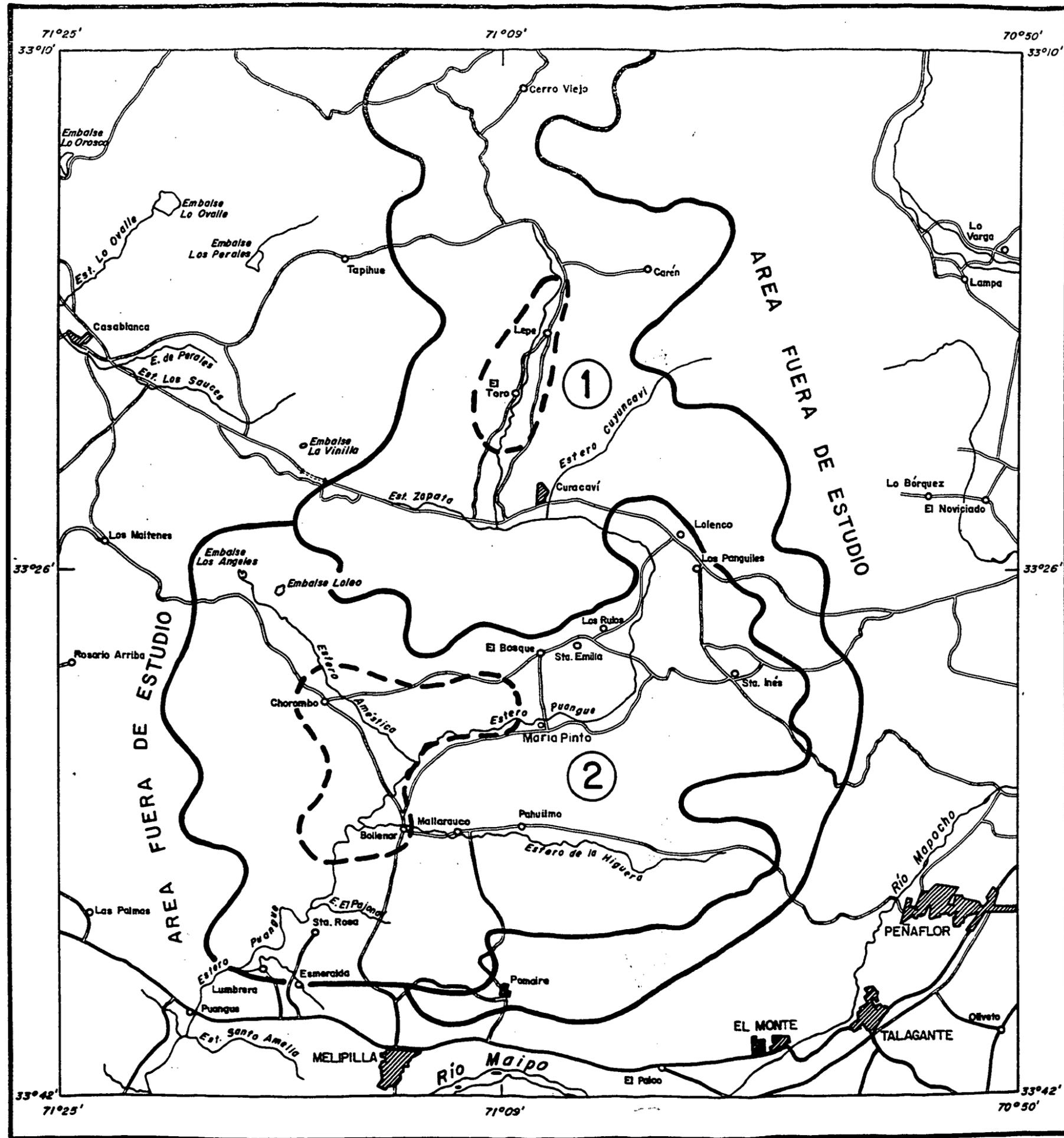
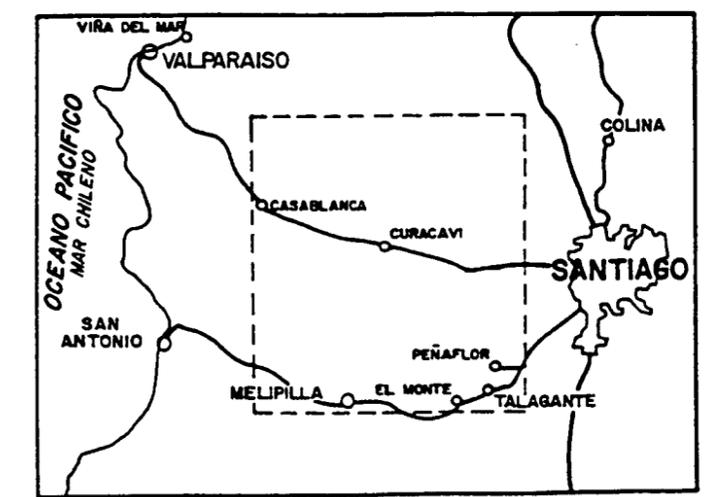


FIGURA I.3.2.1-1  
ZONIFICACIÓN AGROCLIMÁTICA

CUADRO I.3.2.1-1  
CARACTERIZACION AGROCLIMATICA DE LAS ZONAS

PARAMETROS	ZONA 1 CURACAVI	ZONA 2 MARIA PINTO
Temper. máxima del mes más cálido (°C)	27,4	29,1
Temper. mínima del mes más frío (°C)	3,3	3,7
Fecha primera helada	9 de Mayo	3 de Junio
Fecha última helada	25 de Sept	4 de Sept.
Número total de heladas al año	14	8
Período libre de heladas (días)	226	272
Suma térmica anual base 10(grados-días)	1627	1804
Suma térmica anual base 5(grados-días)	3058	3261
Horas de frío anual	1284	1121
Radiación solar media de enero (Ly/día)	553	561
Radiación solar media de julio (Ly/día)	163	168
Precipitación total anual (mm)	379	371
Evapotranspiración total anual (mm)	1207	1212
Déficit hídrico anual (mm)	982	981



CROQUIS DE UBICACION

### I.3.2.2 Caracterización Agroclimática del Área

De acuerdo a la clasificación climática realizada por Fuenzalida (1971) en base al sistema propuesto por Köppen, el área del proyecto se encuentra en la zona de transición entre el Clima Templado Cálido con estación seca prolongada y nublados abundantes en la costa y el Clima Templado Cálido con estación seca prolongada y sequedad atmosférica en el interior.

De acuerdo a la clasificación de Papadakis el área de estudio tiene una de las subdivisiones de los climas Mediterráneo Marino 6.2, semejante a San Francisco, EE.UU. Combina un verano relativamente cálido (tipo O: suficientemente cálido para arroz pero no para algodón) caracterizado por tener un promedio de las temperaturas máximas medias mensuales de los 6 meses más cálidos superior a 25°C y un invierno tipo Ci: suficientemente benigno para citrus pero las heladas no se excluyen completamente. El régimen hídrico de tipo Me: mediterráneo seco, se caracteriza por tener un índice hídrico anual entre 0,22 y 0,88 y los excedentes de lluvia del invierno son menores al 20% de la evapotranspiración potencial anual.

De acuerdo a la distribución espacial de los parámetros agroclimáticos mostrados en los trazados cartográficos, a la topografía y a las imágenes termales del satélite NOAA, en este estudio se han diferenciado dos zonas climáticas dentro del área de estudio, como se indica en la Figura I.3.2.1-1. La primera zona abarca las partes altas del estero Puangue, desde Curacaví al norte, incluyendo una delgada franja hacia el sur, que toma las laderas occidentales del cordón que separa los valles de María Pinto y Mallarauco del Valle Central de Santiago. La segunda zona comprende la parte baja de los esteros Puangue y La Higuera, abarcando las localidades de Lolenco, Chorombo, María Pinto y Mallarauco.

Aún cuando se observa una gran similitud entre los parámetros que caracterizan a las dos zonas identificadas, éstas se han diferenciado debido a que la Zona 2; María Pinto, presenta un verano bastante más cálido y un invierno más benigno que la Zona 1; Curacaví. Efectivamente, la temperatura máxima media mensual del mes más cálido en la Zona 1 es de 29,1 °C, mientras que en la zona 2 es de 27,4 °C. La cantidad de heladas que se producen en Curacaví, Zona 1, es el doble a las que se producen en la Zona 2, María Pinto. Del mismo modo, en esta última zona existe un período libre de heladas de 9 meses, mientras que en Curacaví es de un poco más de 7 meses. En todo caso, es importante resaltar que las aptitudes agrícolas de las dos zonas en cuestión son muy similares, produciéndose sólo una mayor precocidad en la zona de María Pinto, producto de los 1800 grados-días al año, en contra de los 1600 en la otra zona.

La acumulación de frío invernal en ambas zonas satisface completamente a todas las especies exigentes, con una cantidad superior a los 1100 horas al año.

Respecto a las heladas, efectivamente existe una diferencia entre las dos zonas, pero esta diferencia es mayor al interior de cada zona, entre las laderas y las partes bajas y planas donde se "apoza" el aire frío y denso. Este fenómeno es tan notorio en las imágenes termales, que se han identificado las áreas con una línea punteada en el mapa correspondiente, para indicar que en esas áreas las heladas son más intensas y con una frecuencia mayor que lo que indican los valores para toda la zona. Considerando que no son áreas de beneficio directo del proyecto y que la aptitud agrícola no cambia substancialmente, se ha preferido no diferenciarlas en otras zonas agroclimáticas.

Respecto al régimen hídrico, ambas zonas son muy similares, caracterizadas por una precipitación anual de 370 mm una evapotranspiración potencial anual de 1200 mm y un déficit hídrico anual de 980 mm, lo que se traduce en la existencia de 7 meses secos.

En general, ambas zonas son aptas para la mayoría de los cultivos de primavera-verano exigentes en calor como el maíz, maravilla, tomate, cucurbitáceas, etc. y para las leguminosas de invierno, hortalizas, forrajeras como la alfalfa, tréboles y muchas especies más. En cuanto a frutales la aptitud climática de ciertos enclaves específicos como rinconadas y áreas sobre la cota del canal permite la explotación de especies de hoja perenne como limoneros y paltos, así como también almendros y vid vinífera.

### I.3.3 SUELOS

#### I.3.3.1 Generalidades

##### a) Introducción

Este proyecto considera el estudio de los suelos que se ubican sobre el canal Las Mercedes y sus derivados, y la cota 400 m.s.n.m. para parte de las comunas de Curacaví, María Pinto y Melipilla.

##### b) Material Cartográfico

Se usó como material cartográfico las planchetas 1:20.000 del Estudio Maipo, de la C.N.R. del año 1981.

Además se usaron las fotografías aéreas infrarrojas en escala aproximada 1:20.000 del año 1979 (S.A.F.), estas fueron proporcionadas por la C.N.R.

Finalmente el Estudio de Suelos se transfirió a planchetas en escala 1:10.000 que llevan la misma numeración de las en escala 1:20.000.

#### I.3.3.2 Suelos

Se han descrito 5 Series de Suelos con sus respectivas Variaciones y 2 misceláneos.

##### - Serie Lo Vásquez (LVZ) - Franco arcilloso

Variaciones:	LVZ1	LVZ2	LVZ3	LVZ4	LVZ5	LVZ6	Cap.Uso	Cat. Riego	Cl. Drenaje	Apt. Frutal
							VIIe	6	5	E
							IIIs	2t(2s)	5	C(B)
							IVe(IIIs)	3t(2s)	5	D(C)
							VIe(IIIs)	5 (2s)	5	D(C)
							VIe(IIIs)	6 (3s)	5	E(C)
							VIIe	6	5	E

##### - Serie Puangue (PG) - Franco

Variaciones:	PG1	PG2	PG3	Cap.Uso	Cat. Riego	Cl. Drenaje	Apt. Frutal
				I	1	5	A
				IIw	1	4	B
				IIIw	2w	3	D

-	Serie Pudahuel (PD) - Franco arenoso fino				
		Cap.Uso	Cat. Riego	Cl. Drenaje	Apt. Frutal
Variaciones:	PD1	IVs	2t	5	D
	PG2	IVs	3t	5	E
	PG3	VIe	4t	5	E
-	Serie Santa Teresa (ST) - Franco arenoso				
		Cap.Uso	Cat. Riego	Cl. Drenaje	Apt. Frutal
Variaciones:	ST1	IIs	1	5	A
	ST2	IIs(IIs)	2t(1)	5(5)	B(A)
	ST3	IIIs(IIs)	2t(1)	5(5)	C(B)
	ST4	IIIs(IIs)	2s(2s)	5(5)	C(B)
	ST5	IIIe(IIs)	2r(1)	5(5)	C(B)
	ST6	IIIs(IIs)	3r(1)	5(5)	C(B)
	ST7	IIIw	2w	3	D
	ST8	IVs(IIIs)	3r(2s)	5(5)	D(C)
	ST9	IVe(IIIs)	2r(2s)	5(5)	D(C)
	ST10	VIIs(IIIs)	6(2s)	5(5)	E(C)
-	Serie Ranchillo (RC) - Arcilloso				
		Cap.Uso	Cat. Riego	Cl. Drenaje	Apt. Frutal
Variaciones:	RC1	IVw	3s	4	E
	RC2	IVw	3s	3	E
-	Misceláneo Río (MR)				
		Cap.Uso	Cat. Riego	Cl. Drenaje	Apt. Frutal
Variaciones:	MR	VIII	6	6	E
-	Misceláneo Quebrada (MQ)				
		Cap.Uso	Cat. Riego	Cl. Drenaje	Apt. Frutal
Variaciones:	MQ	VIII	6	6	E

Para las unidades que presentan limitaciones, debido a su pendiente, se ha establecido su clasificación potencial considerando que pueden ser manejados con riego tecnificado (goteo); esta situación ha quedado identificada, entre paréntesis, a continuación de la clasificación, correspondiente. (Situación Actual).

Esta clasificación potencial se estima que es un antecedente importante ya que al usar estas técnicas de riego se ven modificadas las clasificaciones de Capacidad de Uso, Categoría de Riego y Aptitud Frutal.

En ésta y en otras áreas con similares características topográficas y climáticas se ha hecho uso de suelos con limitaciones de pendientes adaptándose un cultivo de alta rentabilidad como son frutales tales como: paltos y cítricos.

## I.4 RECURSOS HÍDRICOS

### I.4.1 PLUVIOMETRÍA

#### I.4.1.1 Introducción

La caracterización del régimen pluviométrico de la zona de estudio se realizó en base a la información disponible en el estudio Hidrológico e Hidrogeológico del Proyecto Maipo, Volumen II, Precipitaciones, realizado en 1984 por IPLA Ingenieros Consultores. Dado que en este estudio se trabajó con el período comprendido entre 1941/42 y 1980/81, fue necesario completar las estadísticas con la información disponible en el Banco Nacional de Aguas de la Dirección General de Aguas del M.O.P y de la Dirección Meteorológica de Chile.

Se seleccionaron 7 estaciones para representar el área, para ello se trató que éstas estaciones rodearan el área de estudio definiendo un polígono exterior a ella y que contaran con estadísticas con amplios períodos observados, de preferencia sobre 30 años de estadísticas.

Las estaciones seleccionadas se detallan a continuación:

- SANTIAGO (Quinta Normal)
- COLLIGUAY
- CURACAVÍ
- CERRILLOS DE LEYDA
- MELIPILLA
- CARMEN DE LAS ROSAS
- CASABLANCA

Para el período comprendido entre los años 1950/51 y 1995/96, se analizaron, corrigieron y ampliaron las estadísticas seleccionadas. Cabe señalar que entre ellas, sólo la estadística de la estación Casablanca, presentó un período observado total inferior a 30 años.

#### I.4.1.2 Plan de Estudio

##### a) Cálculo del Patrón de precipitaciones

Su cálculo estuvo basado en las estadísticas pluviométricas más largas y mejor observadas durante el período 1950/51 - 1995/96.

##### b) Relleno de estadísticas

Las estadísticas fueron rellenas utilizando dos métodos, dependiendo si el año estaba parcial o completamente sin información.

- En aquellos casos que el año presentaba algunos meses sin información, se utilizó el método de Módulos Pluviométricos, (ver siguiente ecuación), para lo cual fue necesario seleccionar previamente las estadísticas disponibles cercanas.

Ecuación N° 1: Módulos Pluviométricos.

$$\frac{P_x}{M_x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^{i=n} \frac{P_i}{M_i}$$

donde:

n	=	Número de estaciones cercanas
P <sub>x</sub>	=	Precipitación mensual de la estación que se está rellenoando
M <sub>x</sub>	=	Promedio anual de la estación que se está rellenoando, considerando como años para tal promedio, todos aquellos que estén completos
P <sub>i</sub>	=	Precipitación mensual de la estación "i"
M <sub>i</sub>	=	Promedio anual de la estación "i", considerando como años para tal promedio, los mismos considerados para el cálculo de M <sub>x</sub> .

- Para los casos en que el año completo no presentaba información a nivel mensual, se efectuaron correlaciones. En este caso, el procedimiento fue el siguiente:

Se efectuaron correlaciones a nivel anual, semestral, trimestral y mensual de las estadísticas de la estación a rellenoar y la estadística de la estación Santiago en Quinta Normal, relacionándolas recursivamente de tal forma de obtener, como datos mensuales válidos, aquellos que cumplieran con la condición de que su sumatoria fuera igual al resultado de la correlación anual.

#### c) Corrección de Estadísticas

Con aquellas estaciones seleccionadas con más de 15 años de datos observados, se procedió a compararlas con el Patrón de Precipitaciones utilizando el método de las Curvas Doble Acumuladas (CDA) para verificar su consistencia y homogeneidad. Esta comparación se realizó graficando las precipitaciones anuales acumuladas de cada estación con las precipitaciones anuales acumuladas del patrón. En tal caso, el coeficiente de corrección queda dado por:

Ecuación N° 2 : Corrección C.D.A.:

$$\beta_i = \frac{\text{tg } \alpha_0}{\text{tg } \alpha_i}$$

donde:

β <sub>i</sub>	=	Coficiente de Corrección, para período "i"
tg α <sub>0</sub>	=	Pendiente del período válido de la CDA
tg α <sub>i</sub>	=	Pendiente del período por corregir en la CDA

#### I.4.1.3 Cálculo del Patrón de Precipitaciones

Fue posible disponer de las estadísticas de las estaciones Cerrillos de Leyda, Carmen de Las Rosas y Santiago en Quinta Normal, para componer el Patrón.

Se determinó un Patrón Preliminar como el resultado del promedio de los totales anuales de cada estación componente.

#### I.4.1.4 Análisis, Relleno y Corrección de las Estadísticas.

Para las estaciones indicadas anteriormente, se realizó un proceso de relleno de la estadística faltante mediante el método de Módulos Pluviométricos. Posteriormente, se procedió a corregir la estadística usando el método de la curva doble acumulada.

### I.4.2 FLUVIOMETRÍA

#### I.4.2.1 Introducción

La caracterización del régimen fluviométrico de la zona de estudio se realizó sobre la base de la información del estudio "Análisis Estadístico de Caudales en los Ríos de Chile", realizado en 1992 por BF Ingenieros Civiles. Cabe mencionar que en este estudio se trabajó con las estadísticas retraducidas como resultado de la revisión de estadísticas realizadas por la D.G.A. También fue necesario revisar el estudio "Nuevas Fuentes de Recursos para el Canal Ortuzano", realizado en 1993 por AC Ingenieros Consultores para la Dirección de Riego, donde se encuentra información sobre los recursos propios del Zanjón de la Aguada y su dinámica en el tiempo.

Fue necesario complementar la información contenida en los estudios anteriormente mencionados, con los últimos datos de caudales obtenidos en el Banco Nacional de Aguas de la Dirección General de Aguas del M.O.P.

Al igual que en el tema de la pluviometría, se eligió el período estadístico de 1950/51 a 1995/96.

Para cada serie definitiva, se calculó y obtuvo los parámetros estadísticos más relevantes, como son: la variación estacional, la duración general para los caudales medios mensuales, caudales medios anuales y los caudales estacionales.

Se consideraron las estadísticas de caudales de las siguientes estaciones fluviométricas para determinar los recursos hídricos con que cuenta el sistema:

- ARRAYÁN EN LA MONTOSA
- MAPOCHO EN LOS ALMENDROS
- PUANGUE EN BOQUERÓN.
- MAPOCHO EN RINCONADA DE MAIPÚ

#### I.4.2.2 Descripción de las Estaciones Fluviométricas

##### a) Estero Arrayán en la Montosa

Estación D.G.A. de tipo limnimétrico, sus antecedentes hidrométricos datan desde el año 1952. Esta estación controla una subcuenca precordillerana, su régimen es representativo de este tipo de cuencas, y se puede utilizar como base de generación de información en cuencas de características similares. Sus recursos son aprovechados fundamentalmente en agua potable del sector alto de Santiago y en riego.

b) Río Mapocho en Los Almendros

Estación D.G.A., de tipo limnigráfico, sus antecedentes hidrométricos datan de 1948. Esta estación controla todos los recursos cordilleranos de la cuenca del río Mapocho, lo cual permite el manejo y planificación de sus recursos, que son fundamentalmente aprovechados en agua potable para Santiago.

c) Estero Puangue en Boquerón

Estación controlada por la D.G.A. desde 1950, de tipo limnigráfica, controla las nacientes del estero Puangue cuya área afluyente es de 149 km<sup>2</sup>, correspondiendo a su vez el único control de los recursos del Estero Puangue. Su régimen es representativo de las cuencas con nacimiento en la cordillera de la Costa.

d) Río Mapocho en Rinconada de Maipú

Esta estación se encuentra ubicada aguas abajo de la confluencia del río Mapocho con el estero Lampa y controla una cuenca de 4.068 km<sup>2</sup>.

Sus caudales están influenciados por las aguas del canal San Carlos, el Estero El Arrayán, las extracciones del canal La Punta, los caudales de Santiago Norte a través del estero Lampa y los caudales del Zanjón de La Aguada.

e) Recursos del Zanjón de la Aguada

Para evaluar los recursos actuales del Zanjón de la Aguada aguas arriba de la bocatoma del Canal Ortuzano, se generó una serie de caudales medios mensuales de 40 años en el modelo de simulación del Proyecto Maipo, correspondiente al nodo 28 de ese estudio. Para ello se consideraron los flujos provenientes del río Maipo (32 acciones), de los derrames de riego de áreas adyacentes evaluados según balances hídricos y los aportes de aguas servidas de los colectores de la EMOS.

#### I.4.2.3 Caracterización del Régimen Fluviométrico

El régimen fluviométrico que tiene mayor importancia para la zona de influencia del proyecto corresponde a aquel punto del río Mapocho que fue caracterizado por el nodo 28 del Modelo de Simulación del proyecto Maipo, CNR, 1982, ya que este punto se ubica aguas arriba de la toma del canal las Mercedes, principal fuente de recursos para el riego superficial de las comunas de Curacaví y María Pinto.

En el Cuadro I.4.2.3-1 se entrega un resumen de los parámetros estadísticos más relevantes obtenidos para el período 1940/41 a 1979/80 generado con el modelo del Proyecto Maipo para el nodo 28.

CUADRO I.4.2.3-1  
RESUMEN DE PARÁMETROS ESTADÍSTICOS EN EL NODO 28 - PROYECTO MAIPO

	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	PROM
CAUDAL PROMEDIO (m <sup>3</sup> /s)	6,36	5,99	7,4	6,37	6,55	6,36	6,06	7,34	8,87	9,05	8,06	7,87	7,19
DESV.STD.	1,27	1,26	6,46	1,49	1,97	1,65	0,99	0,87	0,83	1,59	1,93	1,91	1,85
COEF.VAR	0,20	0,21	0,87	0,23	0,30	0,26	0,16	0,12	0,09	0,18	0,24	0,24	0,26
CAUDAL MÁX	10,04	9,91	46,38	11,31	15,01	13,8	10,43	9,53	9,79	10,79	11,28	13,48	14,31
CAUDAL MÍN	4,45	4,28	4,5	4,35	4,48	4,28	4,67	5,29	6,54	6,61	5,89	6,09	5,12

Los caudales de aguas servidas que descargan en el Zanjón de la Aguada antes de la bocatoma del Canal Ortuzano, según estadística correspondiente al año 1987 alcanzan a 4.917,5 l/s. En el Cuadro I.4.2.3-2 se incluyen los coeficientes de la distribución mensual de las aguas servidas.

CUADRO I.4.2.3-2  
DISTRIBUCIÓN MENSUAL DE LAS AGUAS SERVIDAS (%)

ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR
0,92	0,86	0,8	0,82	0,85	0,97	1,03	1,11	1,24	1,18	1,15	1,06

Los caudales medios mensuales de aporte de la lluvia sobre la cuenca del Zanjón de la Aguada, fueron obtenidos por diferencia entre las estadísticas de caudales medios mensuales en el Nodo 28 del Proyecto Maipo y la estadística generada de los caudales medios mensuales de aguas servidas.

Las variaciones porcentuales obtenidas son muy bajas, del orden máximo del 10%, por lo tanto, se aplicaron los mismos factores de frecuencia obtenidos en los estudios mencionados como información base para lograr la variación estacional y duración general de caudales medios anuales, estacionales y mensuales para las estaciones seleccionadas, utilizando como medio de transformación de información la probabilidad de excedencia 50%, según sea el caso.

#### I.4.2.4 Canal Las Mercedes

Por último, digno de mencionar son algunos antecedentes del Canal Las Mercedes. Este canal tiene una longitud de 91 km y corre desde la bocatoma del río Mapocho en Rinconada Lo Cerda de Maipú, dando agua de regadío a un área de 10.000 há en los valles de Curacaví y María Pinto. La Planta Hidroeléctrica Carena ubicada en el km 21 es la responsable de su mantención entre la bocatoma y aguas abajo de la central hidroeléctrica hasta la caída de Lo Prado.

En el Cuadro I.4.2.4-1 se muestra los caudales medios mensuales del Canal Las Mercedes que alimenta la Central Hidroeléctrica Carena.

CUADRO I.4.2.4-1  
CAUDALES MEDIOS MENSUALES CENTRAL CARENA

AÑO	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Prom.
1975	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2
1976	10,2	10,2	10,2	8,8	9,7	10,2	10,2	10,2	8,3	10,2	10,2	10,2	9,9
1977	10,2	10,2	8,8	7,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	9,8
1978	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2
1979	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2
1980	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2
1981	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2
1982	10,2	10,2	10,2	9,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,1
1983	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2
1984	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2
1985	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2
1986	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2
1987	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2
1988	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2
1989	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2
1990	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2
1991	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2
1992	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2
1993	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2
1994	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2
1995	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2
1996	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2			
Promedio	10,2	10,2	10,14	9,955	10,18	10,2	10,2	10,2	10,11	10,2	10,2	10,2	10,16
Máximo	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2
Mínimo	10,2	10,2	8,8	7,2	9,7	10,2	10,2	10,2	8,3	10,2	10,2	10,2	9,8

### I.4.3 HIDROGEOLOGÍA

#### I.4.3.1 Introducción

La zona de estudio se encuentra en la hoya hidrográfica del estero Puangue, ubicado en la provincia de Melipilla, Región Metropolitana, que constituye una parte importante de la llamada Hoya Inferior del río Maipo. Esta se desarrolla en la Cordillera de la Costa entre los 33° 05' y los 33° 44' de latitud sur y entre los 70° 59' y 71° 29' longitud oeste, siendo su área total de 1.612 km<sup>2</sup>. El estero Puangue desemboca en el río Maipo cerca de Huechún Bajo.

La región del proyecto forma parte de la cordillera de la Costa en la que el estero Puangue posee un papel de primera importancia en relación a las características geomorfológicas regionales. En efecto, de acuerdo con Borde (1966) el valle del Puangue puede considerarse como el límite natural entre dos subcordilleras que se constituyen en la región de la Cordillera de la Costa. En efecto, el valle del estero Puangue deja hacia Santiago la Subcordillera Oriental (Cerro del Manzano, Alto de Lipanguí), mientras que hacia la costa delimita a la Subcordillera Occidental cuyo punto culminante es el Cerro Mauco.

Por otra parte, el estero Puangue es el afluente más importante del Río Maipo situado al norte y al poniente de la cuenca de Santiago. Está formado por los esteros Providencia, Los Arrayanes y Los Yuyos; más al sur, en el área de Colliguay, se le une por el poniente, el estero Puangue.

En esta zona se puede observar que los cursos de agua y quebradas no son muy importantes en relación a la masa montañosa y a los interfluvios. Las laderas de dichas quebradas son generalmente abruptas, aún cuando la forma de los interfluvios tiende a ser redondeada por efecto de la presencia de un substrato cristalino cubierto generosamente por depósitos coluviales (maicillo) proveniente de la meteorización de las rocas que lo constituyen.

#### I.4.3.2 Características de la Zona

De acuerdo con las condiciones geográficas, hidrológicas, geológicas e hidrogeológicas de la cuenca se pueden distinguir tres zonas fundamentales:

- Zona del Puangue Superior
- Zona del Puangue Medio
- Zona del Puangue Inferior

Las características de estas zonas son las siguientes:

##### a) Zona del Puangue Superior

Incluye el área comprendida entre el nacimiento del estero Puangue hasta su confluencia con el estero Cuyuncaví, en el pueblo de Curacaví. Forma parte de este sistema las sub-hoyas de los esteros Puangue, Carén, Zapata y Cuyuncaví. La superficie de esta cuenca es de 535 km<sup>2</sup>.

El área de la zona, ubicada entre el nacimiento de la cuenca y la Estación Fluviométrica de Puangue en Boquerón es de 137 km<sup>2</sup>.

Una parte reducida de esta zona se sirve con agua proveniente de la cuenca mencionada, disponiendo de este recurso para riego, sin regular, durante los meses de Primavera y escasamente en Verano.

b) Zona del Puangue Medio

Está comprendida entre el término de la zona superior y el puente Chorombo, sobre el estero Puangue. La superficie de esta cuenca es de 742 km<sup>2</sup>.

Esta zona dispone de agua para riego el recurso proveniente del estero Puangue y el Canal de Las Mercedes, el cual deriva del río Mapocho un caudal máximo del orden de 10 m<sup>3</sup>/s.

c) Zona del Puangue Inferior

Esta zona es la parte final de la cuenca. Es el tramo comprendido entre el término de la zona anterior y la desembocadura del estero Puangue, en el río Maipo. Incluye las subhoyas de los esteros de la Higuera (Mallarauco), Peralillo y Huechún. La superficie de la cuenca es de 335 km<sup>2</sup>.

Esta zona es actualmente regada mediante numerosos canales provenientes del río Mapocho y del río Maipo. Se observa en el curso del estero Puangue un aumento de su caudal en secciones de aguas abajo producido por recuperaciones del riego, las cuales provienen de la napa subterránea.

I.4.3.3 Geología y Geomorfología

Las rocas fundamentales existentes en el área del estudio son las que se consignan en el Cuadro I.4.3.3-1.

**CUADRO I.4.3.3-1**  
**ROCAS FUNDAMENTALES DE LA REGIÓN DE PUANGUE**

	ROCAS ESTRATIFICADAS	ROCAS INTRUSIVAS
CUATERNARIO	Depósitos aluviales Probable Discordancia Formación Las Chilcas: Roca Volcánica y sedimentos continentales. Formación Veta Negra : Rocas volcánicas, andesitas con intercalaciones de areniscas. Pardo rojizas.	- Batolito Central : Principalmente granodiorita, también tonalita y adamelita.
CRETÁCICO	Formación Lo Prado : Rocas volcánicas silíceas. Ignimbritas, lavas y lavas brechosas con intercalación de areniscas y calizas marinas. Discordancia	- Batolito de la Costa: Principalmente tonalita, también adamelita y granodiorita. - Formación Quintay : Basamento metamorfofísico. Principalmente anfíbolitas y gneisses.
PALEOZOICO Discordancia Inferida		

De acuerdo a la información disponible, se ha determinado el área del relleno sedimentario en base al trazado del contacto entre éste y la roca fundamental. Para tal efecto, se han considerado los diversos estudios hidrogeológicos realizados para las localidades rurales, Instalaciones de Agua Potable Rural del ex SENDOS, Estudio del Proyecto Maipo y los nuevos antecedentes recopilados en terreno.

Las áreas de relleno sedimentario, por zonas del Puangue, se indican en el Cuadro I.4.3.3-2.

La información relativa al Puangue Superior, que se indica en el cuadro mencionado, se refiere al tramo comprendido entre el estero Puangue y Curacaví, donde existe el relleno de mayor potencia de esta zona.

CUADRO I.4.3.3-2  
ÁREAS DE RELLENO SEDIMENTARIO

ZONA	SUP. TOTAL Km.	SUP. RELLENO SEDIMENTARIO km	% SUP. TOTAL
Puangue Superior	236	67	28
Puangue Medio	742	241	32
Puangue Inferior	335	168	50

#### I.4.3.4 Uso Actual de las Aguas Subterráneas

De acuerdo a la información del catastro realizado en la zona con motivo de este estudio, el número total de sondajes, se divide según su uso, de la siguiente manera:

USO	NÚMERO	PORCENTAJE
Agua Potable	37	23,3
Industrial	14	8,8
Riego	78	49,1
Riego y Potable	14	8,8
Sin Uso	5	3,1
Abandonados	7	4,4
Otros	4	2,5
<b>TOTAL</b>	<b>159</b>	<b>100</b>

El uso del recurso con fines de regadío, es claramente el más intensivo. Le sigue en importancia el uso potable, especialmente en las zonas rurales que se abastecen por medio de pozos (Agua Potable Rural de la EMOS S.A.). Finalmente está el uso industrial en algunas empresas de la zona, especialmente en empresas del rubro agroindustrial.

Cabe destacar además, que debido al cambio de uso del suelo netamente agrícola en terrenos que se han destinado a parcelas residenciales, la demanda por riego ha disminuido en algunos sectores.

#### I.4.3.5 Formaciones Acuíferas

Los sondajes existentes a lo largo del valle principal y valles laterales más importantes de la cuenca del estero Puangue, permiten definir los distintos espesores del relleno sedimentario y algunas de las características que presentan las formaciones acuíferas en esta cuenca.

En la zona del Puangue superior, ubicada aguas arriba de la desembocadura del estero Cuyancaví, las máximas potencias alcanzan en 2 sondajes ubicados al Norte de Curacaví, 63 y 67 m. Hacia aguas abajo de estos pozos, el relleno sedimentario muestra una tendencia a aumentar en potencia, encontrándose profundidades de 180 m. Hacia el interior del valle del estero Cuyancaví, la potencia máxima del relleno supera los 100 m.

En la mayoría de los pozos del Puangue Superior se verifica la presencia de acuíferos de importancia dentro de los primeros 20 m de profundidad. Estos materiales conforman estratos de espesor variable que van desde unos pocos metros hasta unos 20 m como máximo. Los materiales constitutivos de capas acuíferas son bolones, grava y arenas de variada granulometría, que por alcanzar hasta la superficie del terreno o sus vecindades, o bien por estar limitados superiormente por materiales de permeabilidad media, posibilitan la existencia de napas libres o semiconfinadas. Esto último ocurre cuando los sondajes atraviesan estratos permeables más profundos intercalados con materiales impermeables.

En la zona del Puangue Medio, comprendida entre la anterior y la desembocadura de los esteros Amésticas y Mariposas, se caracteriza por potencias del relleno sedimentario que sobrepasan los 90 m. En esta zona se puede distinguir básicamente 2 zonas acuíferas. La primera más superficial, hasta una profundidad de unos 40 m aproximadamente, y una segunda zona ubicada por debajo de la anterior. En ambas zonas aparece como característica la existencia de intercalaciones de material permeable (grava, arena gruesa y fina) en matrices semipermeables o francamente impermeables que originan napas de naturaleza confinada. Los estratos acuíferos abarcan espesores que van desde unos pocos metros hasta los 5 a 10 m, aunque ocasionalmente se observa estratos permeables con potencias algo mayores a los 15 m.

Al avanzar hacia el Sur-Poniente, siguiendo la dirección del valle principal e internándose dentro del sector del Puangue Inferior, se constata una paulatina disminución del relleno sedimentario. También se observa una reducción en la extensión de las zonas acuíferas, lo mismo que una disminución en el rendimiento de los pozos.

En los valles laterales, particularmente en los más importantes, Mallarauco y la rinconada de Ibacache la situación no varía significativamente. En el primero de estos valles, los pozos del sector permiten visualizar un relleno sedimentario que sobrepasa los 80 m.

#### I.4.3.6 Transmisibilidad y Almacenamiento

En esta cuenca se constata la existencia de dos zonas de alta transmisibilidad (mayor que  $800 \text{ m}^2/\text{día}$ ) y permeabilidades entre  $1 \times 10^{-2}$  y  $3 \times 10^{-3} \text{ m/s}$ , localizadas en el Puangue Medio, aguas arriba de María Pinto y en el Puangue Superior, al Norte de la ciudad de Curacaví.

El segundo sector en importancia, correspondiente a transmisibilidades entre  $400$  y  $800 \text{ m}^2/\text{día}$ , se extiende a lo largo del valle principal, comenzando en el sector bajo del Puangue Superior a la altura del sector denominado Alhué, al Norte de Curacaví y terminando en un punto ubicado unos 4 km al Sur Poniente de María Pinto. Este sector encierra en sus dos extremos el área de altas transmisibilidades descrito en el párrafo precedente. En este segundo sector las formaciones acuíferas más importantes pueden caracterizarse a través de coeficientes de permeabilidad entre  $2 \times 10^{-4}$  y  $1 \times 10^{-3} \text{ m/s}$ , como máximo.

En el resto del Puangue Medio e Inferior, dominan ampliamente las áreas de isotransmisibilidad de  $0$  a  $100 \text{ m}^2/\text{día}$  y de  $100 - 400 \text{ m}^2/\text{día}$ , asociadas a acuíferos cuya permeabilidad varía entre  $10^{-5}$  y  $10^{-4} \text{ m/s}$ . La primera de estas áreas queda circunscrita a una franja relativamente estrecha, limitada exteriormente por la línea de contacto roca-relleno e interiormente por el contorno del área de isotransmisibilidad de  $100$  a  $400 \text{ m}^2/\text{día}$ .

En el Puangue Superior, aguas arriba de Alhué no existe información que posibilite el cálculo de valores de la transmisibilidad asignables a este sector. Sin embargo, la naturaleza estrecha del valle y la tendencia a la disminución que muestra la potencia del relleno sedimentario aguas arriba de Curacaví permiten inferir que el rango de isotransmisibilidad

corresponderá al inferior, vale decir, entre 0 y 100 m<sup>2</sup>/día. En esta zona la permeabilidad de los acuíferos puede estimarse en  $0,5 \times 10^{-5}$  a  $5 \times 10^{-5}$  m/s.

#### I.4.4 SÍNTESIS DE CAUDALES EN CUENCAS NO CONTROLADAS

##### I.4.4.1 Introducción

La evaluación de los recursos en el valle implica la necesidad de estimar los posibles aportes de las cuencas sin control fluviométrico, de modo que, para evaluar sus recursos hídricos resulta necesario recurrir a métodos sintéticos.

Considerando la ubicación y características hidrológicas de estas cuencas de interés, se decidió aplicar un modelo de simulación hidrológica mensual para cuencas de régimen pluvial, herramienta que permite contar con los posibles caudales medios mensuales para el período estadístico que se requiere.

Se aplicó el modelo de generación de caudales medios mensuales en cuencas pluviales (MPL) desarrollado por el Ingeniero Pablo Isensee M. Este modelo es conceptualmente equivalente al desarrollado por CICA en “Estudio Integral de Riego de los valles Aconcagua, Putaendo, Ligua y Petorca” encomendado por la CNR, modelo con el cual CICA generó los caudales de todas las cuencas laterales y de otras cuencas sin control, necesarias para el proceso de su modelo de operación del sistema.

El modelo pluvial MPL se procesó con los datos pluviométricos recopilados de la estación Curacaví, que es representativa de la pluviometría de las cuencas sin control, y con los parámetros resultantes de la calibración con los caudales de la cuenca del embalse Lliu - Lliu, ubicada en la parte alta del estero Limache del valle del río Aconcagua, vecina al valle del estero Puangue de Curacaví.

La cuenca de Lliu Lliu tiene un régimen pluvial, no posee influencia de riego y cuenta con la información mínima para el proceso de calibración, su cubierta vegetal corresponde a arbustos y matorrales y es la misma que presentan las cuencas sin control que son de interés en este caso.

La precipitación media sobre cada cuenca pluvial se obtuvo del plano de isoyetas medias anuales, mientras que los datos de evaporación serán los del estudio agroclimático.

##### I.4.4.2 Modelo Pluvial MPL

Para la generación sintética de caudales se utilizó el modelo pluvial MPL ya mencionado, el cual se ha aplicado con resultados satisfactorios en varias cuencas del país, previa calibración con datos existentes.

Este modelo requiere como información de entrada los datos de las lluvias mensuales de una estación índice, datos de evaporación mensual, el área de la cuenca y los valores de 10 parámetros que deben ser calibrados.

El modelo resuelve, para intervalos de tiempo de un mes, la ecuación diferencial de continuidad para un volumen de control correspondiente a una superficie unitaria de suelo, ecuación diferencial en la cual todas las variables endógenas se han expresado en función del

grado de saturación del suelo. La ecuación de continuidad se integra por el método de diferencias finitas considerando un intervalo de tiempo de un día y el mes subdividido en 30 días.

#### I.4.4.3 Calibración del Modelo

El modelo se calibró con los caudales medios mensuales, lluvias mensuales y evaporaciones de bandeja mensuales promedio de la cuenca del embalse Lliu Lliu, datos obtenidos de la memoria del Ingeniero Ernesto Brown F. "Simulación Matemática del Régimen de Escorrentía en una Cuenca Pluvial". Universidad de Chile, diciembre de 1968.

Para el proceso de calibración, el modelo incluye el algoritmo de Rosenbrock como método de búsqueda sistemático del mínimo de la función objetivo planteada. Es decir, los parámetros se varían sistemáticamente en la forma prescrita por el algoritmo, dentro de sus rangos de validez propios, hasta que no sea posible disminuir más la función objetivo, la cual en este caso consiste en la suma de las desviaciones cuadráticas de los caudales medios mensuales simulados y medidos, dividida por el valor medio de los caudales medidos en el número de meses del período de calibración.

No obstante, como se trata de funciones complejas con mínimos locales, es necesario efectuar varias series de optimizaciones comenzando con diferentes valores de partida de los parámetros, con el fin de asegurar el carácter global del óptimo encontrado.

#### I.4.4.4 Aplicación del Modelo

Utilizando la combinación de parámetros obtenida del proceso de calibración, se generaron los caudales de las cuencas sin control de Los Mayos, Las Mariposas, Améstica, Curacaví y Miraflores.

### I.4.5 CALIDAD DE AGUAS

#### I.4.5.1 Introducción

La calidad requerida para el agua depende de los fines para lo cual se la destine. Así, se tiene una gran variación de requerimientos en agua, ya sea bebida, uso industrial o riego. Como criterio de calidad, deben especificarse medidas de constituyentes químicos, físicos y bacteriológicos. Límites recomendados para la calidad del agua (Normas) pueden ser utilizados como guía para una adecuada protección y desarrollo de los embalses de agua subterránea.

#### I.4.5.2 Calidad para Regadío de los Recursos de Agua en Cuenca del Puangue

Las aguas presentes en la hoya del Puangue, corresponden tanto a recursos propios de la cuenca como a los importados desde la hoya del río Mapocho a través del canal Las Mercedes, las cuales también presentan fracciones de aguas provenientes de la cuenca del Maipo alto debido los trasvases vía Canal San Carlos - Zanjón de la Aguada, aguas servidas de Santiago - Interceptor Zanjón de la Aguada, ante lo cual su calidad físico-química está condicionada por la calidad de sus fuentes. En este capítulo se analizaron y caracterizaron las aguas considerando los aspectos mencionados.

En Chile, para evaluar la calidad físico-química del agua para uso en riego, se aplica la Norma Oficial Chilena N° 1333 Of. 78 modificada en 1987 "Requisitos de Calidad de Agua para Diferentes Usos" y la Norma NCh 1333/2. "Requisitos de Calidad del Agua para Diferentes Usos, Parte 2 Riego".

Para el análisis de calidad de aguas se contó con información generada por la Dirección General de Aguas, la Dirección de Obras Hidráulicas (ex Dirección de Riego) del MOP, y la correspondiente al presente estudio. La información de la Dirección General de Aguas se refiere a muestreos de aguas del río Mapocho en Pudahuel, Rinconada de Maipú, estero Puangue en Boquerón, estero Puangue en María Pinto y estero Puangue en Ruta 78, abarcando el período entre 1966 y 1988. En el segundo caso, se dispuso de resultados de muestreos realizados por la Dirección de Obras Hidráulicas (ex Riego) en el canal Las Mercedes para los meses de Mayo y Junio de 1997. Por último, durante el presente trabajo se colectaron y analizaron aguas en distintos puntos del estero Puangue, en B.T. canal Las Mercedes y en varios pozos del valle del estero Puangue, para los meses de Agosto y Septiembre de 1997.

a) Total de Sólidos Disueltos y Conductividad Eléctrica

A continuación, se efectúa la caracterización de la calidad físico-química del agua en la zona de estudio principalmente sobre la base de la conductividad eléctrica y del total de sólidos disueltos.

Antiguas mediciones realizadas en Noviembre y Diciembre de 1970, respecto de la C.E. del agua superficial del Puangue indican un aumento paulatino de su concentración, teniendo un mínimo de 150  $\mu\text{mhos/cm}$  unos 5 km al Norte del cruce del Puangue en camino del Fdo. Lepe al Fdo. Crucero. Avanzando hacia el Sur, (sentido de escurrimiento del Puangue) la concentración va aumentando gradualmente siendo de 225  $\mu\text{mhos/cm}$  en el cruce Lepe-Crucero, 280  $\mu\text{mhos/cm}$  bajo el puente de carretera Santiago-Valparaíso, para llegar a 300  $\mu\text{mhos/cm}$  en el cruce del camino de Las Rosas que queda ubicado aguas arriba de la canoa del Canal de Las Mercedes que cruza el Puangue. Toda la zona anteriormente descrita no tiene aportes superficiales de esteros afluentes al Puangue en la época en que se hicieron las mediciones.

La calidad del agua representativa de las características basales del estero Puangue puede apreciarse a partir de la información tomada por la DGA en el sector alto del estero (Puangue en Boquerón), como se muestra en el Cuadro I.4.5.2-1. La C.E. es del orden de entre 160  $\mu\text{mhos/cm}$  y 380  $\mu\text{mhos/cm}$ .

**CUADRO I.4.5.2-1**  
**CALIDAD DEL AGUA DEL ESTERO PUANGUE EN BOQUERÓN**  
**VALORES ESTADÍSTICOS DEL PERÍODO 1969 A 1984**

Parámetro	Unidad	NCh 1333	PROMEDIO(X)	DESVSTD	X-DSTD	X+DSTD
pH		5,5 - 9,0	7,6	0,4	7,3	8,0
Temperatura	[°C]	(1)	16,8	3,7	13,1	20,6
Calcio	[mg/L Ca]	(1)	30,7	9,4	21,3	40,1
Cloruros	[mg/L Cl]	200	11,1	9,1	2,0	20,2
Conductividad	uS/cm a 25°C	(2)	267,5	111,0	156,4	378,5
Hierro	[mg/L Fe]	5	0,1	0,0	0,0	0,1
Magnesio	[mg/L Mg]	(1)	11,5	6,3	5,2	17,8
Sulfato	[mg/L SO <sub>4</sub> ]	250	27,6	27,0	0,7	54,6
Carbonatos	[mg/L CaCO <sub>3</sub> ]		1,4	3,4	0,0	6,8
Bicarbonatos	[mg/L HCO <sub>3</sub> ]		120,0	32,3	87,7	152,3
Sodio	[mg/L Na]		10,1	4,3	5,8	14,4
Potasio	[mg/L K]		0,8	0,6	0,2	1,4

FUENTE: Dirección General de Aguas

Las mediciones existentes respecto a la cantidad de sólidos disueltos del agua superficial del Puangue permiten visualizar un aumento paulatino de su concentración, variando entre cerca de 200 mg/l en el cruce del Puangue con la ruta Stgo.-Valparaíso, del orden de entre 370 mg/l y 440 mg/l en el sector del valle donde se ubica María Pinto y de más de 560 mg/l poco antes de la confluencia con el estero La Higuera. Lo anterior sobre la base de la información tomada en los meses de Agosto y Septiembre de 1997.

Aguas abajo del cruce de la canoa, el agua del canal de Las Mercedes empieza a regar los terrenos bajo canal. Esta agua, proveniente del río Mapocho, venía con una concentración de alrededor de 800  $\mu$ mhos/cm durante el muestreo de 1970. Valores medios de 2000  $\mu$ mhos/cm se registraron en gran parte del canal en los análisis de calidad de las aguas del canal Las Mercedes del mes de Mayo de 1997, bajando a valores menores de 1700  $\mu$ mhos/cm para el mes de Junio del mismo año, producto del efecto de dilución ocasionado por la escorrentía superficial generada por las abundantes precipitaciones registradas en el año mencionado. De esta forma, los derrames provenientes de regadío van a incrementar el agua del Puangue, haciendo subir bruscamente su conductividad. Lo anterior, unido a la constante descarga de la napa subterránea durante la temporada de riego, y al agregado de nuevos materiales a lo largo de su escurrimiento superficial hace que el contenido de sólidos disueltos siga aumentando. No obstante lo anterior, en general se estima que una conductividad inferior a 1.000  $\mu$ mhos/cm, el caso del estero Puangue, es apta para todo uso, por lo cual en este escenario el agua superficial del Puangue no presenta restricciones por contenidos de sólidos disueltos o C.E. para su uso en riego.

En el Cuadro I.4.5.2-2 se entregan indicadores estadísticos para las características de las aguas del río Mapocho en Rinconada de Maipú, según los controles de la DGA.

## CUADRO I.4.5.2-2

CALIDAD DEL AGUA DEL RÍO MAPOCHO EN RINCONADA DE MAIPÚ  
VALORES ESTADÍSTICOS DEL PERÍODO 1966 A 1989

Parámetro	Unidad	NCh 1333	PROMEDIO(X)	DESVESTD	X-DSTD	X+DSTD
pH		5,5 - 9,0	7.4	0.3	7.0	7.7
Temperatura	[°C]	(1)	14.7	3.1	11.5	17.8
Arsénico	[mg/L As]	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0
Boro	[mg/L B]	0.75	0.8	0.7	0.1	1.5
Calcio	[mg/L Ca]	(1)	123.1	31.1	92.0	154.2
Cloruros	[mg/L Cl]	200	144.6	57.3	87.3	202.0
Cobre	[mg/L Cu]	0.2	0.6	1.0	0.0	1.6
Conductividad	uS/cm a 25°C	(2)	1132.1	367.5	764.6	1499.6
Hierro	[mg/L Fe]	5	5.5	7.1	0.0	12.6
Magnesio	[mg/L Mg]	(1)	22.7	9.8	12.9	32.4
Sulfato	[mg/L SO <sub>4</sub> ]	250	244.8	72.4	172.4	317.2
Carbonatos	[mg/L CaCO <sub>3</sub> ]		0.5	2.7	0.0	3.1
Bicarbonatos	[mg/L HCO <sub>3</sub> ]		159.8	48.9	110.9	208.7
Sodio	[mg/L Na]		90.6	37.7	52.9	128.3
Potasio	[mg/L K]		6.8	3.6	3.1	10.4
Oxígeno dis.	[mg/L O <sub>2</sub> ]		5.6	2.6	2.9	8.2
Nitrato	[mg/l N/NO <sub>3</sub> ]		3.1	3.7	0.0	6.8

FUENTE: Dirección General de Aguas

Cabe destacar además, que las aguas del canal Las Mercedes experimentan un paulatino aumento de la salinidad (aumento de la C.E.). Lo anterior debido a las recuperaciones de riego, evaporación, etc. Este efecto es notorio cuando las aguas captadas en el río Mapocho vienen en cierta forma diluidas, lo que comenzó a ocurrir a partir de Junio de 1997. En este caso, la variación experimentada por las aguas del canal es de entre 380  $\mu$ mhos/cm y 1700  $\mu$ mhos/cm, entre la B.T. y el sector de María Pinto.

En mediciones efectuadas durante 1997 para determinar la calidad del agua de pozos profundos, se observa que varían en general, dentro de un rango parecido a las aguas superficiales. Así, en la zona del Puangue Superior se tienen medidas que van desde 225  $\mu$ mhos/cm en el Pozo 3310-7100 C3, en la región norte de la zona, hasta 360  $\mu$ mhos/cm en el Pozo 3320-7100 A12 y 370  $\mu$ mhos/cm en el pozo A39 (Shell Ruta 78), frente a la localidad de Curacaví. Unos 5 km aguas abajo de Curacaví se registran 600  $\mu$ mhos/cm (pozo B1). Siguiendo unos 7 km aguas abajo se registran unos 1600  $\mu$ mhos/cm (pozo D15, Fundo El Sauce) y de 1700  $\mu$ mhos/cm (pozo C2, al noreste de María Pinto), valores que se mantienen altos a lo largo del valle hasta su desembocadura en el Maipo.

De acuerdo a los resultados de la conductividad específica del agua subterránea medida, se manifiesta un sostenido incremento de la salinidad a lo largo del flujo subterráneo superpuesto el efecto atribuible a la recarga con aguas riego provenientes del transvase del canal Las Mercedes, el cual se comienza a apreciar unos 6 a 7 km aguas arriba de María Pinto. Aún cuando, no es el alcance de este capítulo dar límites precisos de las concentraciones de salinidad tolerables ya que estas varían ampliamente según las diferentes plantas, la conductividad de las aguas estudiadas por sobre los 1.000  $\mu$ mho/cm, indican que se tendría alguna limitación para su uso en riego desde el punto de vista de la salinidad tolerable por los cultivos.

El tipo de drenaje también es importante en la relación existente entre el cultivo y la calidad del agua. De esta manera, en un suelo con buen drenaje y manejo del recurso se puede

regar con agua de gran salinidad en forma satisfactoria. A la inversa, con agua de buena calidad y drenaje deficiente habrá una posibilidad de una concentración de sales que puede inutilizar el suelo.

Todas las aguas subterráneas de la zona de estudio no presentarían mayores problemas de salinización de los suelos (relacionada con la reducción de su permeabilidad) ya que el  $RAS \leq 4$  en todos los casos.

Para el caso de las aguas del estero Puangue y canal Las Mercedes se tiene la misma situación, es decir, algunos riesgos de salinidad para los cultivos sensibles (alta C.E.), pero sin problema respecto del riesgo por sodio en el suelo.

#### b) Constituyentes Físico - Químicos Principales

De acuerdo con el análisis de los constituyentes físicos y químicos que tienen injerencia en el agua para su uso agrícola, se observan los siguientes hechos generales:

- Las aguas del río Mapocho en las cercanías de la captación del canal Las Mercedes presentan contenidos que sobrepasan los límites máximos según la norma de riego para los elementos: **C.E.** entre 760  $\mu\text{mhos/cm}$  y 1.500  $\mu\text{mhos/cm}$ , los **Cloruros**, con máximos cerca del límite máximo de 200 mg/l, los **Sulfatos**, con valores sobre 250 mg/l hasta máximos del orden de 320 mg/l, y el Boro con valores superiores a 0,75 mg/l y hasta del orden de 1,5 mg/l. Todo lo anterior, según los registros históricos de la DGA entre 1966 y 1989.
- Las aguas del canal Las Mercedes presentan valores excedidos para los mismos elementos antes mencionados, además del **Hierro** y **Manganeso**.
- Las aguas del estero Puangue antes de la influencia del canal Las Mercedes, cumplen con la norma de riego. Aguas abajo de Curacaví se observa que sólo se excede el **Molibdeno**. Cabe consignar que lo anterior se basa en los muestreos de Agosto y septiembre de 1997, año bastante lluvioso y, por ende, con una componente de dilución muy importante.
- Las aguas subterráneas del valle del Puangue exceden los límites para los **Cloruros** (leve), el **Manganeso**, el **Hierro** y el **Molibdeno**.

Respecto del alto contenido de **Boro** en el canal Las Mercedes asociado al río Mapocho, cabe mencionar que aún cuando es fundamental para el crecimiento de las plantas su exceso puede ser nocivo ya que produce efectos fitotóxicos en algunos cultivos. Los cultivos más sensibles al Boro son las manzanas, uvas, cerezas, damascos, alcachofas y los cítricos.

El **Cloruro**, elemento común en las aguas naturales es un buen indicador de la salinidad y está asociado al ión Sodio. Debido a esta relación es que su abundancia puede limitar el uso del agua en riego. Es un elemento estable que no se altera por efectos de intercambio iónico, adsorción o actividad biológica.

El **Sulfato** aún cuando es limitado por la norma de riego a un máximo de 250 mg/l, actualmente se le considera dañino para el riego por su aporte a la salinidad general. Combinado con el Magnesio puede producir efectos laxantes en las personas.

El **Hierro** es esencial para el hombre en bajas concentraciones. En exceso produce problemas de olor, color y sabor en el agua. Puede contribuir a la acidez del suelo, reducir la disponibilidad del Fósforo y del Molibdeno para las plantas y cuando se aplica por aspersión puede producir depósitos en las hojas. Normalmente se encuentra en las aguas subterráneas con pH entre 6 y 8 y cuando la concentración del Bicarbonato es baja.

El **Manganeso** presenta una geoquímica muy similar a la del Hierro. En aguas naturales la concentración del Mn suele ser menos de la mitad de la del Fe. Aunque el Mn es esencial para el desarrollo de las plantas, puede ser tóxico en suelos ácidos a niveles sobre varias décimas de mg/l hasta unidades de mg/l. En condiciones normales la fuente principal de este elemento es el suelo mismo por procesos de descomposición meteórica.

Por último, el **Molibdeno** que se encuentra en pequeñas cantidades en las aguas naturales (generalmente < 0,1 mg/l), es esencial para el crecimiento de las plantas cuando se presenta en baja cantidad. Su exceso reduce el crecimiento y provoca acumulaciones indeseables en los tejidos. También se ha comprobado que se fija y acumula irreversiblemente en el suelo. No siendo tóxico para las plantas sí lo puede ser para el ganado alimentado con pastos cultivados en suelos con alto contenido de Mo.

### c) Calidad Bacteriológica

La calidad bacteriológica de las agua subterráneas es buena al menos en las captaciones de napas profundas, no así en las captaciones de napas más superficiales, las que se encuentran fuertemente influenciadas por fuentes de contaminación biológica.

Las aguas del canal Las Mercedes contienen muy altos contenidos de Coliformes (>100.000 NMP) debido a las aguas servidas que colecta el río Mapocho, situación que se irá revirtiendo a medida que se construyan las plantas de tratamiento previstas. Para el estero Puangue se detectaron valores altos (de entre 1.000 y 10.000 NMP) pero mucho menores que el canal en el mes de agosto, bajando a cifras inferiores a 1.000 NMP en Septiembre.

Sin duda que la deficiente calidad bacteriológica de las aguas del valle del Puangue se debe al trasvase de aguas contaminadas del río Mapocho, situación que se revertirá una vez en marcha los programas de tratamiento contemplados para el Gran Santiago.

## I.4.6 DERECHOS DE AGUA

### I.4.6.1 Situación Jurídica de las Aguas Depuradas

La Ley N° 18.777 autorizó al Estado para desarrollar actividades empresariales en materia de agua potable y alcantarillado y dispone, en lo que interesa, la constitución de la Empresa Metropolitana S.A. (EMOS S.A.), continuadora legal de la Empresa Metropolitana de Obras Sanitarias, cuyo objeto, según su artículo 2°, "será producir y distribuir agua potable; recolectar, tratar y evacuar las aguas servidas y realizar las demás prestaciones relacionadas con dichas actividades, en la forma y condiciones que establezcan esta ley y las demás normas que les sean aplicables".

De esta forma, corresponde a EMOS S.A., por disposición legal, la concesión del tratamiento de las aguas servidas dentro de su área territorial, de lo cual emana su obligación de cumplir con dicho tratamiento.

A este respecto, cabe agregar que en la parte final del artículo 3° del D.F.L. N° 382, de 1989, del Ministerio de Obras Públicas, que contiene la Ley General de Servicios Sanitarios, se dispone que: "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".

En estas condiciones, por constituir el tratamiento de las aguas servidas uno de los aspectos que comprende la concesión sanitaria, EMOS S.A. se encuentra facultada para cobrar en sus tarifas un valor por dicho concepto.

Por tal razón, en el Decreto N° 64, de 1995, del Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción que, actualmente, aprueba las fórmulas tarifarias para obtener los precios unitarios y cargos fijos aplicables al suministro de agua potable y al servicio de alcantarillado entregados por EMOS S.A., en su punto 2.6, se establece la normativa que regula el incremento de la variable CV8 (carga variable por disposición de aguas servidas) por tratamiento de aguas servidas para la cuenca.

EMOS S.A. es titular de diversos derechos de aprovechamiento, tanto de aguas superficiales como subterráneas, con los cuales sirve la función de producir agua potable, que luego distribuye a los usuarios y que una vez usadas por éstos son conducidas por los colectores hasta los lugares en que se realiza la entrega para los efectos de su disposición y, en todas esas fases, las aguas se encuentran bajo la potestad jurídica de la Empresa, 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, de 1982, del Ministerio de Obras Públicas, ya referido, norma esta situación, estableciendo 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 EMOS 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.

Si bien, en la actualidad, ocurre que tales aguas servidas - que constituyen jurídicamente derrames - son evacuadas hacia algunos cauces naturales incrementando su caudal, esto debe entenderse como una mera liberalidad de EMOS S.A., que no otorga derecho alguno a los terceros que podrían beneficiarse con la existencia de dichos recursos, aún cuando esta situación se haya mantenido por largo tiempo, aplicando al respecto las normas de los artículos 54 y 55 del Código de Aguas. Por lo demás, no cabe dudas que dicha situación, se irá modificando en el tiempo, con la construcción de plantas de tratamiento.

Por este motivo, y, en lo particular, como a EMOS S.A. le asiste la obligación legal de tratar las aguas servidas, no existe inconveniente alguno para que una vez producido ello, - etapa en la cual aun es dueña de las aguas -, la Empresa 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 EMOS S.A. decida ofrecerlas a terceros, para su empleo en regadío o en otros usos distintos del consumo humano, la Empresa podrá fijar un precio de venta o entrar en negociaciones con interesados titulares de derechos de aprovechamiento, para lograr objetivos tales como una venta o la permuta de esos derechos por determinados volúmenes de aguas tratadas, solución ésta última que resultará conveniente para los usuarios considerando que la producción de aguas depuradas constituye un caudal permanente y constante.

Respecto del precio que pudiera cobrar EMOS S.A. por las aguas tratadas, no cabe dudas, que como éste no lo fijará la Autoridad, su determinación tendrá que observar las variantes existentes en el mercado de las aguas, debiendo tenerse en consideración que los posibles interesados en la utilización de dichas aguas se verán enfrentados a decisiones relacionadas con una adecuada asignación de los recursos de que disponen; de manera que será el mercado el que en definitiva condicionará u orientará la determinación del precio del agua tratada, al interactuar libremente en él los distintos agentes económicos interesados en tal recurso.

Con todo, si en las tarifas que cobre EMOS S.A., en la fecha en que decidiera comercializar las aguas tratadas, existiera un valor de recargo representativo de ese tratamiento en la cuenca a que se refiere este Estudio, correspondería que ese factor sea eliminado o rebajado proporcionalmente, según el caso, respecto de los usuarios a quienes les afectare cobro por dicho concepto.

#### I.4.6.2 Sistema de Mercado de Aguas en Chile.

La normativa legal que, en el tiempo, ha regulado la concesión u asignación del recurso agua, ha sido cambiante, partiendo desde un sistema relativamente descentralizado, como lo es el Código de Aguas de 1951 (Ley 9.909), a otro centralizado ( D.F.L. 162, de 1969, que fijó el texto sistematizado del Código de Aguas modificado por la Ley 16.640, de 1967, sobre Reforma Agraria), hasta culminar en el actual Código de Aguas (D.F.L. N° 1.122, de 1981, del Ministerio de Justicia), que entró en vigencia con fecha 29 de Octubre de 1981, que contiene una marcada inspiración dirigida a establecer una libre transacción de los derechos de aprovechamiento, posibilitando así la creación de un mercado de aguas, buscando un objetivo central, cual es, lograr una adecuada reasignación de los derechos.

La norma constitucional concuerda con la nueva institucionalidad que plantea que los derechos de propiedad deben ser claramente definidos como privados, exclusivos y enajenables, para que sus dueños puedan intercambiarlos libremente a través de mecanismos de mercado.

La actual legislación de aguas consagra una total libertad para el uso del agua a que se tiene derecho, pudiendo los particulares destinar las aguas a las finalidades o tipos de usos que deseen. Y esta libertad es permanente. No es necesario que al solicitar los derechos los interesados justifiquen uso futuro alguno. Tampoco es necesario que en las transferencias de derechos de aguas se respeten los usos anteriores, y libremente las aguas pueden cambiar su destino, por ejemplo, de riego a consumo humano, como resulta frecuente en el último tiempo a raíz del proceso de urbanización o de cambio del destino de los suelos, de agrícolas a habitacionales.

La única limitación dice relación con la cantidad de agua que se puede extraer desde la fuente natural, exigiéndose el respeto de la condición del derecho; así, si el derecho es consuntivo es posible el consumo total del agua captada; o sólo es posible su mero uso si es un derecho no consuntivo.

Así, los titulares de derechos libremente usarán o no las aguas, y esperarán también libremente, de acuerdo a las condiciones de mercado, el momento apropiado para usarlas, o para enajenarlas a quien desee usarlas. Todo esto apunta al principio general de la autonomía privada en el manejo y planificación del recurso.

En suma, los derechos se adquieren del Estado gratuitamente, sin pagar tarifas ni impuestos. Si existe disponibilidad del recurso, la Dirección General de Aguas conforme al artículo 141, inciso final del Código de Aguas, debe otorgar el derecho, terminando así con el

procedimiento contenido en la legislación anterior, de otorgar derechos provisionales y hacerlos definitivos sólo después de construidas las obras necesarias para su uso.

Con todo, y no obstante el deseo del legislador y que los usuarios valoran la posibilidad de comprar y vender derechos de aguas libremente, y de cambiar sus destinos y modos de usos, existen algunos obstáculos o vacíos de orden legal, cultural y económicos que perturban o dificultan el funcionamiento de un mercado de aguas, lo que explica la razón por la cual, en la práctica, las transacciones efectuadas han sido bastante limitadas.

Al efecto, como inconveniente se ha observado que existen en Chile no sólo derechos de aguas inscritos en el Registro especial de Propiedad de Aguas, a cargo de los Conservadores de Bienes Raíces, al que se refieren los artículos 112 y siguientes del Código de Aguas, sino que también existen una gran cantidad de usos consuetudinarios y efectivos de aguas, cuyos títulos no están inscritos.

Ello, genera problemas de certeza en cuanto a los títulos, pues el sistema de inscripciones y de archivos no es completo, de lo que se sigue, que la existencia de muchos derechos de aguas no inscritos, que son consuetudinarios, que no están regularizados, y que no es obligatorio para sus titulares o usuarios registrar, cuyo valor y eficacia resulta difícil de constatar, impiden un funcionamiento efectivo de un mercado, precisamente, por falta de esa certeza jurídica.

Por otra parte, el Catastro Público de Aguas que debe llevar la Dirección General de Aguas por mandato del artículo 122 del Código del ramo, como es obvio, sólo registra los derechos de aprovechamiento que en el tiempo ha otorgado la Autoridad, pero no contiene datos respecto de los adquiridos por otras vías - por ejemplo de aquéllos que se regularizan o determinan conforme a los artículos 1º, 2º y 5º transitorios del Código de Aguas - y tampoco sobre la transferencia que de los mismos pudieran haberse producido una vez constituidos.

Del mismo modo, las organizaciones de usuarios suelen tener registros de sus propios miembros y sus derechos, los que en la práctica, a menudo son los más adecuados y actualizados, pero estos no sirven como títulos legales, como lo son los Registros de la Dirección General de Aguas.

Por otra parte, se han apreciado obstáculos administrativos que dificultan el ejercicio de los derechos de aguas una vez transferidos, el traspaso de ellos, usualmente requiere de la utilización de una infraestructura física distinta en su lugar de aprovechamiento, tales como: diferentes canales, obras de captación, o alteración, en su caso, de marcos partidores y otras obras de ingeniería, cuyos costos deben ser asumidos por el adquirente del derecho.

Ello implicará que el adquirente de los derechos, antes de poder utilizar las aguas, deberá realizar gestiones administrativas, primero ante la Dirección General de Aguas, y en su caso, ante la organización de usuarios respectiva, para obtener autorizaciones, que posibiliten su empleo en el punto en que se desean utilizar, lo que afectará la oportunidad y flexibilidad necesarias que debieran tener esas transacciones, generando un costo de tiempo u oportunidad de uso para el comprador.

Al efecto, el artículo 163 del Código de Aguas establece que todo traslado del ejercicio de los derechos de aprovechamiento en cauces naturales deberá efectuarse mediante una autorización del Director General de Aguas, la que debe tramitarse como cualquier solicitud de derechos de aprovechamiento, esto es, mediante presentación ante el órgano administrativo competente, con las formalidades legales, y efectuándose las publicaciones legales correspondientes (Arts. 130 y siguientes del Código de Aguas); petición que puede originar oposición de terceros que sientan afectados sus derechos y significar todo ello una larga tramitación en la Dirección General

de Aguas, Contraloría General de la República y aún, los Tribunales de Justicia que, eventualmente, pudieran llegar a conocer del asunto por la vía del recurso de reclamación contemplado en el artículo 137 del Código de Aguas.

Luego de obtenerse tal autorización, en ocasiones, deberá efectuarse ante la misma Dirección General de Aguas y siguiendo el mismo procedimiento (Solicitud, publicaciones, etc), un trámite posterior que contemplan los artículos 151 y siguientes del Código de Aguas, referente a la construcción, modificación, cambio y unificación de bocatomas, al que deberán acompañarse planos, memorias y otros antecedentes técnicos justificativos.

En conclusión, para que pueda operar con mayor fluidez un mercado de aguas, incentivando la realización de transacciones que tiendan a una mejor asignación del recurso, desde el punto de vista jurídico, se hace necesario, como se ha expresado, remediar mediante su regulación legislativa, algunas deficiencias que afectan, por una parte, la certeza de los derechos, que se logrará mediante la inscripción en los Registros pertinentes de los títulos no inscritos y por otra, modificar las rigideces administrativas que demoran el ejercicio efectivo de los derechos transados.

Aparte de los impedimentos al mercado de aguas ya descritos, se aprecia una cierta resistencia cultural a la plena comercialización del agua, debido a tradiciones y mentalidades bien arraigadas en Chile. Pese al intento claro del Código de Aguas, son muchos los agricultores que aún no piensan que el agua debiera ser tratada como cualquier bien comerciable, ni tampoco conciben que debiera ser separada de la tierra.

Por último, existen factores netamente económicos que afectan al mercado de aguas, los que también influyen en la cuestión de la eficiencia del uso del agua de riego, haciendo que la relación entre valor y precio del agua sea poco clara y hasta un tanto contradictoria. Al respecto, existe una idea bastante generalizada en cuanto a que el valor del agua es mucho mayor que su precio, significando ello que el agua vale más para sus dueños actuales que la compensación monetaria ofrecida por los potenciales compradores.

Y lo anterior, ya que para los agricultores, en general, incluso con las nuevas tecnologías que mejoran la eficiencia del uso del agua, no resulta atractivo vender la parte sobrante de que pudieran disponer, ya que esos recursos funcionan como un seguro para enfrentar épocas de sequía y tal reserva no tiene para ellos costo alguno.

#### I.4.6.3 Derechos de Agua Subterránea Constituidos

El análisis de la situación de los derechos de aguas subterráneas en el área de estudio se ha basado en el censo de captaciones efectuado en toda el área de interés y en la información disponible en los registros existentes en la Dirección General de Aguas del Ministerio de Obras Públicas.

La revisión se efectuó hasta Diciembre de 1996, procurando identificar aquellos derechos constituidos a la fecha.

Según los antecedentes recopilados en la Dirección General de Aguas, en el área existen 27 derechos de agua subterránea constituidos que tienen asociados un caudal total de 1167 l/s.

Cabe señalar que entre ellos se encuentran 7 derechos constituidos por un año; con un caudal involucrado de 472 l/s, los cuales no estarían vigentes a la fecha. En esta situación se

encuentran los derechos constituidos a través de las resoluciones N° 824 del año 1959, N° 2425 del año 1961 y N° 870 del año 1964, en favor de los señores: Enrique Budge Zañartu, Víctor Braun Page y Guillermo Barros Hurtado, respectivamente.

En el cuadro I.4.6.3-1 se resume la situación de los derechos constituidos en el área de estudio, según tipo de uso. A través de su análisis, se puede advertir que la comuna de Curacaví presenta derechos constituidos con un uso predominantemente potable, en cambio en la comuna de María Pinto el uso de los derechos constituidos a la fecha son únicamente para su uso en riego.

CUADRO I.4.6.3-1  
RESUMEN DE DERECHOS DE AGUA SUBTERRANEA CONSTITUIDOS, SEGÚN TIPO DE USO

TIPO DE USO	CURACAVÍ		MARIA PINTO	
	CANT. DERECHOS	Q ASOCIADO (l/s)	CANT. DERECHOS	Q ASOCIADO (l/s)
POTABLE P	6	132,8	0	0
RIEGO R	0 (3*)	200,0*	10 (13*)	506,3 (778,3*)
INDUSTRIAL I	3	41,9	0	0
POT.-RIEGO P-R	1	14	0	0
SIN USO SU			1*	0**
TOTAL PROVINCIA	10 (13*)	188,7 (388,7*)	10 (14*)	506,3 (778,3*)

\* Cifras que consideran los derechos constituidos por 1 año, que a la fecha estarían obsoletos.

\*\* No se especifica el caudal a extraer a través de esta captación, ya que el derecho fue constituido formando parte de un grupo de captaciones con un caudal de extracción global.

Cabe observar en este último cuadro, la importancia de los derechos constituidos obsoletos, cuya presencia en la comuna de Curacaví representa un 51% del total y un 100% del uso en riego y, en el caso de la comuna María Pinto, representa un 35% del total y el mismo porcentaje en el tipo de uso en riego.

#### I.4.6.4 Derechos de Aguas Superficiales del Canal las Mercedes

El canal Las Mercedes constituye una de las fuentes principales de recursos de aguas superficiales en la zona de estudio. Este canal se origina en la ribera derecha del río Mapocho, a unos 800 m aguas abajo del puente sobre este río del camino que llega a Rinconada de Maipú.

La obra de captación consiste en una barrera de concreto de unos 50 m de longitud que encauza las aguas hacia el canal. En la entrada del canal se ubica la compuerta de admisión de marco metálico y hoja de madera con mecanismo de tornillo.

Aguas abajo de la compuerta se ubica la sección de control que consiste en un limnómetro, en sección regular, adosado a la pared derecha del canal.

La distribución de los recursos del canal Las Mercedes se realiza mediante entregas directas a través de sus derivados, los cuáles poseen marcos y compuertas.

El canal Las Mercedes está organizado legalmente por medio de la Asociación Canal de Las Mercedes.

Los derechos de aguas en el cauce o fuente natural están constituidos por:

- 400 regadores de 15 l/s cada uno. Según merced concedida en 1854 por la gobernación del Departamento de la Victoria a don Domingo Matte y otros, concesión confirmada el 31 de Julio de 1856.
- 200 regadores que la Sucesión Domingo Matte transfirió a la Comunidad Canal Las Mercedes, según escritura de 6 de Julio de 1883 ante el Notario Alvarez.

Los derechos están inscritos a Fs. 11 N° 12 de 1922 en el registro de Aguas del Conservador de Bienes Raíces de Santiago.

La fecha de escritura de constitución de la Asociación es el 22 de Julio de 1899 ante el Notario Reyes Lacalle.

La Asociación Canal Las Mercedes tiene sus estatutos aprobados por resolución del Juez del 4° Juzgado de Letras de Santiago el 9 de Marzo de 1922. La personalidad jurídica se concedió por Decreto N° 443 del Ministerio de Industrias y Obras Públicas del 26 de Abril de 1922.

Los derechos del canal se dividen en 400 acciones.

El canal Las Mercedes tiene 19 derivados, cuyas características principales se consignan en el Cuadro I.4.6.4-1.

CUADRO I.4.6.4-1  
CARACTERÍSTICAS CANAL LAS MERCEDES Y SUS DERIVADOS

NOMBRE		SUPERFICIE E REGADA (há)	NÚMERO DE REGANTES
CANAL	LAS MERCEDES	3806.77	539
DERIVADO	EL PARRÓN	518.33	73
SUB-DERIVADO	TRANQUE	80.70	26
DERIVADO	PATAGUILLA	156.72	37
DERIVADO	SAN JUAN	112.55	47
DERIVADO	UNION CHILENA	181.10	37
DERIVADO	MIARAFLORES	333.73	51
DERIVADO	SAN JOAQUÍN	424.95	44
DERIVADO	UNIÓN MIRAFLORES	210.60	47
DERIVADO	ESCUDO CHILENO	111.40	22
DERIVADO	EL REDIL	133.00	40
DERIVADO	EL ROSARIO	235.05	61
SUB-DERIVADO	EL BOSQUE	119.80	19
DERIVADO	HARAS MARÍA PINTO	140.60	21
DERIVADO	EL LUCHADOR	257.80	48
DERIVADO	EL QUILLAY	154.70	19
DERIVADO	SOCIEDAD AGRÍCOLA	168.78	59
DERIVADO	ESPERANZA LOLEO	134.44	47
DERIVADO	RESERVA CASONA	169.05	45
DERIVADO	LOS QUILLAYES	282.10	32

#### I.4.6.5 Derechos de Agua Central Carena

Los recursos que alimentan la planta generadora de energía eléctrica de la Central Carena son transportados por el Canal de Las Mercedes.

En efecto, la Asociación de Canalistas de Las Mercedes es dueña de los derechos de agua del canal. Un acuerdo firmado entre CMPC S.A. y los Canalistas, que data de 1937, otorgó a CMPC S.A. un derecho no-consuntivo para usar 9 metros de columna de agua. En las consiguientes transferencias de activos, 50% de los derechos fueron cedidos a Polpaico, los que hoy son propiedad de la empresa Electro. A cambio por estos derechos de agua CMPC y Electro pagan a los Canalistas un monto proporcional a la capacidad promedio anual de la central.

Los derechos de agua están vigentes hasta el año 2027. Esto se debe al hecho de que CMPC y Electro son dueños de un segundo tipo de derechos de agua; este es el derecho a usar el desnivel existente en Carena para generación de electricidad. Este derecho, que proviene de la ley N°2068 de 1907, fue adquirido en 1937 a la Sociedad Electro Química e Industrial Carena. Es importante señalar que la propiedad de CMPC y Electro de estos derechos impide que otros tengan la posibilidad de construir una segunda planta que use el mismo desnivel con las aguas del canal.

## I.5 MODELO DE SIMULACIÓN CANAL SANTIAGO - CURACAVÍ

### I.5.1 INTRODUCCIÓN

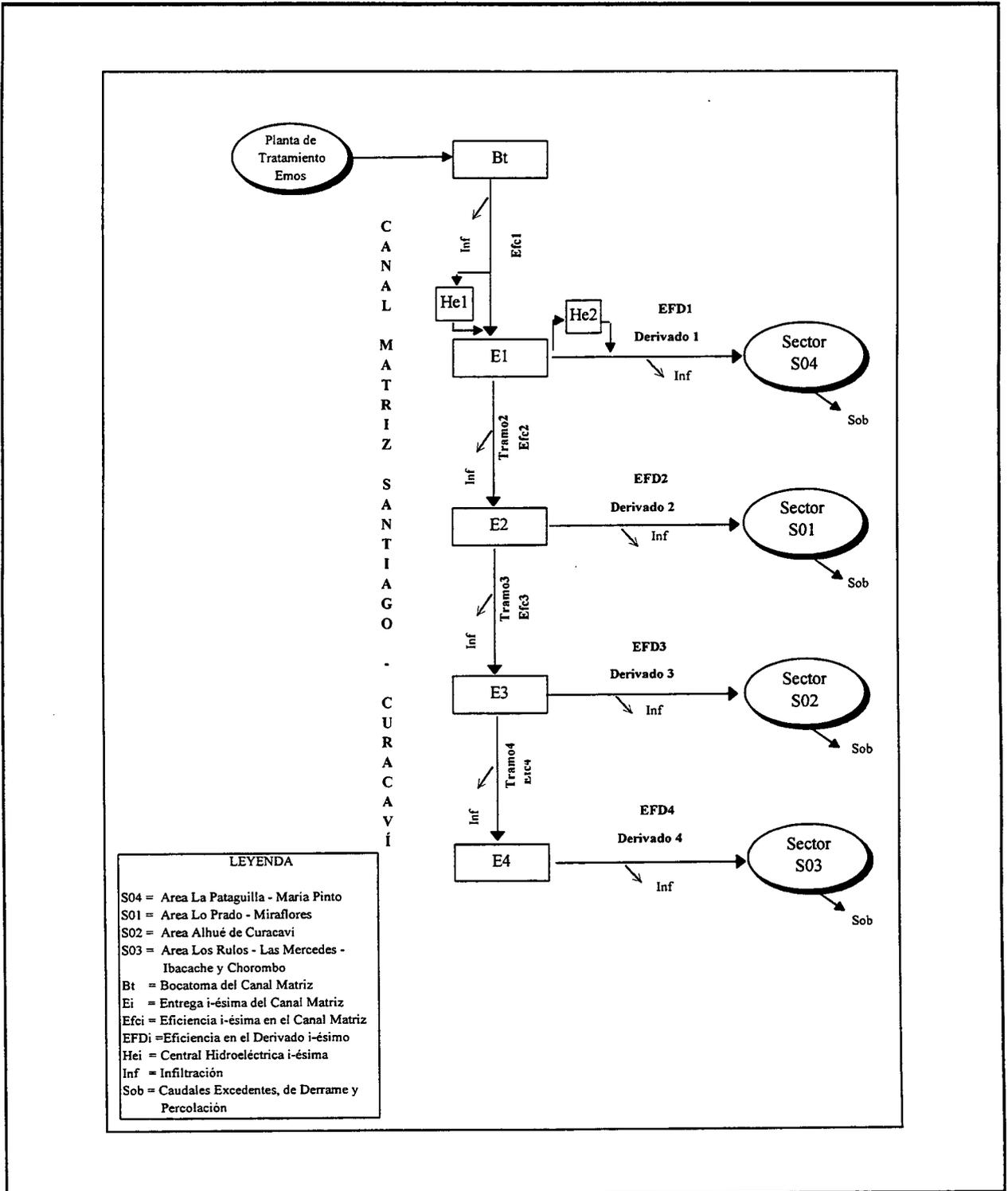
Con el fin de poder efectuar un balance entre los recursos de aguas que producirá la futura Planta de Tratamiento de Aguas Servidas de Emos S.A. y las necesidades de las potenciales áreas de riego ubicadas sobre cota del canal de Las Mercedes y bajo cota del nuevo canal, que se ha denominado canal Santiago - Curacaví, el cual aprovecharía los recursos de la planta de tratamiento, se ha construido un modelo matemático de operación de este sistema de recursos hídricos.

El modelo se planteó en términos suficientemente generales como para permitir el análisis de diferentes alternativas de aprovechamiento de los caudales disponibles y determinar también la mayor superficie que se puede abastecer con 85 % de seguridad en los diferentes sectores de riego que integran este sistema. Además, el modelo incluye las dos posibles centrales hidroeléctricas que utilizarían los caudales y alturas de caída disponibles en el nuevo canal matriz y en el primer derivado los canales, 100 m de caída la primera y 50 m de caída la segunda.

En la Figura I.5.1-1 se presenta un esquema del sistema con los elementos necesarios para el planteamiento matemático del modelo.

Los elementos son la planta de tratamiento, el canal matriz Santiago - Curacaví, con su bocatoma, sus cuatro tramos y cuatro entregas, los cuatro sectores de riego con sus cuatro derivados y las dos centrales hidroeléctricas.

**FIGURA I.5.1-1**  
**CANAL SANTIAGO - CURACAVÍ**  
**ESQUEMA DEL SISTEMA**



En cada tramo del canal matriz se considera una eficiencia de conducción con el objeto de representar las pérdidas por conducción y permitir así cuantificar el efecto de revestir o no el canal matriz.

Para cada sector se ha considerado la existencia de un canal derivado, también con su propia eficiencia de conducción, que distribuirá el recurso a las áreas de riego del sector.

El modelo calcula las demandas de los sectores de riego a nivel predial y luego en bocatoma del derivado, a partir de los datos de necesidades netas prediales del sector, la eficiencia de aplicación media equivalente y la eficiencia de conducción en el derivado.

Conocido el caudal demandado mes a mes por cada derivado, el modelo calcula el caudal requerido en cada entrega del canal matriz, caudal que se compone de la demanda del derivado en esa entrega, más el caudal que debe dejarse pasar hacia aguas abajo, para satisfacer el caudal requerido por las demás entregas, habida consideración de las pérdidas por conducción del canal matriz.

Los caudales requeridos en las entregas del canal matriz se utilizan para calcular mes a mes los porcentajes de distribución en cada entrega. Naturalmente, esto también permite conocer la demanda del canal matriz en bocatoma y, por lo tanto, lo que pide a la planta de tratamiento.

Los antecedentes de las áreas potenciales de riego, las superficies cubiertas por cada tipo de cultivo, los coeficientes de cultivos, la evapotranspiración del cultivo de referencia, y precipitación en la zona son los determinados en los estudios agronómicos y con ellos se calcularon las necesidades netas de los cultivos, y luego las tasas de riego por cultivo considerando las eficiencias de riego recomendadas para los diferentes métodos de riego sugeridos para los cultivos propuestos.

Las eficiencias de conducción en los tramos del canal matriz y en los derivados se calculan en el modelo aplicando la fórmula de Moritz con los coeficientes C recomendados en la bibliografía de la FAO y una velocidad de escurrimiento normal tipo 0,5 m, valor adecuado para este tipo de canal.

Con los antecedentes elaborados, que se detallan en lo que sigue, se procesó el modelo llegando a determinar que los recursos disponibles permitirían regar 5.288 há con 85 % de seguridad, superficie que comprende las áreas sobre y bajo cota del canal Santiago - Curacaví, formada por el 100% del área potencial en los sectores S04 y S01, es decir, 2.985 há y 924 há, respectivamente y 1.380 há o 51 % de su potencial en el sector S02.

### I.5.2 CARACTERÍSTICAS DEL MODELO

El Modelo se escribió utilizando el software Excel, versión 7.0, bajo ambiente Windows 95, diseñándolo como un libro Excel compuesto por diferentes hojas de cálculo vinculadas o ligadas entre sí, forma de desarrollo que permitió dotar al modelo de un manejo muy flexible y amigable, ya que mediante la modificación de unos pocos datos es posible obtener los efectos del cambio muy rápidamente generándose todas las hojas de resultados tras grabar los cambios realizados y con la inmediata posibilidad de visualizar cualquiera de ellas con sólo seleccionarla.

El modelo incluye una primera hoja de cálculo, denominada "Dat", donde se deben ingresar los datos del caso a analizar.

La segunda hoja contiene la matriz con los caudales medios mensuales que produciría la Planta de Tratamiento de aguas servidas en el período 2004 a 2038.

Las demás hojas de cálculo se obtienen, para el período indicado y para cada sector de riego:

- Los caudales entregados a cada uno
- Los caudales netos
- Los porcentajes de satisfacción de la demanda
- Los caudales excedentes
- Los caudales de derrame y percolación
- Los caudales de retorno

Además se generan las hojas de resultados con:

- El caudal no utilizado o sobrante en la bocatoma del canal matriz
- El caudal en la bocatoma y cada una de las entregas del canal matriz
- El caudal generado por cada planta hidroeléctrica
- El caudal entregado al derivado del sector S04
- El caudal sobrante de la planta Hidroeléctrica N° 2

### I.5.3 USO DEL MODELO

De acuerdo con la estructura del modelo, los datos de entrada son:

- las áreas de los sectores de riego
- las eficiencias prediales
- las necesidades netas mensuales de cada sector
- los caudales demandados por las dos centrales hidroeléctricas
- las longitudes que definen la eficiencia de conducción en los tramos
- los coeficientes de Moritz asociado a cada tramo de conducción
- la velocidad de escurrimiento en cada tramo de conducción

Una vez que el usuario introduce los datos de entrada deseados, obtendrá, casi en forma simultánea los resultados a través de 40 matrices aproximadamente, que contendrán información a nivel mensual para el período comprendido entre los años 1999 y 2038.

En la misma hoja de cálculo de entrada de datos se incluyen los resultados de las demandas a nivel mensual en diversos puntos de interés del trazado del Canal Santiago - Curacaví.

En las demás hojas de cálculo, se encuentran el resto de las matrices de resultados.

### I.5.4 APLICACIONES DEL MODELO

Con el Modelo de Simulación se analizaron los siguientes casos. El primer proceso buscó determinar la seguridad de riego de los sectores, considerando el esquema de cultivo futuro y toda el área potencial del área.

En el segundo caso se determinó la máxima superficie a regar con seguridad 85% en los 4 sectores.

Se concluye que el recurso disponible es insuficiente para regar toda el área potencial de las 11.302 há con la seguridad exigida ya que se producen fallas todos los años, pero sí es posible regar 5.288 há con 85% de seguridad, superficie que comprende el 100% del área potencial de los sectores S04 y S01, es decir, 2.984,7 há y 923,6 há, respectivamente y 1.380 há o 51% del área potencial del sector S02 y nada en el sector S03.

De los análisis efectuados se pudo concluir también que las demandas de las centrales hidroeléctricas no condicionan las demandas de riego para poder alcanzar la seguridad de 85% en la superficie de 5.288 há. Si las centrales se plantean con demandas adicionales, no es necesario reducir el área de riego para alcanzar la seguridad deseada.

En las condiciones señaladas para las 5.288 há y demás condiciones establecidas para el proceso, el caudal del canal matriz en bocatoma debería ser del orden de 6,0 m<sup>3</sup> y sería del orden de 13,7 m<sup>3</sup> para las 11.302 há.

Se advierte también que las eficiencias prediales ponderadas están entre 0,59 y 0,63.

Las pérdidas por conducción en el canal matriz para el caso N° 2 son tipo 5% en el primer tramo que va con todo el caudal, tipo 13% en el segundo y tipo 25% en el tercero, es decir, relativamente bajas, toda vez que se han considerado terrenos arcillosos con 10% de roca. Para el caso N° 1 los porcentajes de pérdidas son menores pues se conducen mayores caudales.

## I.6 SITUACIÓN ACTUAL AGROPECUARIA

### I.6.1 INTRODUCCIÓN

En el presente capítulo se efectúa el estudio de la situación actual agropecuaria, que es la alternativa de referencia que se utiliza para evaluar las diferentes alternativas de proyecto que se planteen.

El estudio de la situación actual agropecuaria que se incluye en el Informe Etapa 2 del Estudio Integral se refiere a los siguientes aspectos :

- Identificación y caracterización predial y estructura de la propiedad rural
- Determinación de unidades territoriales
- Caracterización productiva de la situación sin proyecto
- Caracterización económica de la situación sin proyecto

En la identificación y caracterización predial y estructura de la propiedad rural se han obtenido antecedentes específicos del área de estudio por medio de la aplicación y análisis de una encuesta censal a los agricultores de ella. Estos antecedentes se refieren a predios incluidos parcial o totalmente en el área de estudio. Cabe indicar que los antecedentes utilizados han sido proporcionados en su totalidad por los agricultores del área.

En la determinación de unidades territoriales se han efectuado las siguientes labores: planimetría de propiedades y suelos, determinación preliminar de grupos de predios y predios tipos

En la caracterización productiva y económica del área de estudio se presenta el uso del suelo y los resultados económicos de la actividad agropecuaria en situación actual.

## I.6.2 IDENTIFICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN PREDIAL Y ESTRUCTURA DE LA PROPIEDAD RURAL

### I.6.2.1 Elaboración de la Ficha Censal

La caracterización de la situación actual agrícola requiere establecer una serie de atributos físicos y económicos, asociados a los distintos sectores y tipos de predios existentes en el área del estudio.

Para poder establecer estos atributos se confeccionó una ficha predial que se aplicó a la totalidad de los posibles beneficiarios del proyecto. Lo anterior permitió obtener una adecuada visión de la realidad actual que enfrentan los agricultores de la zona y de esta forma tener una base para el análisis de las posteriores actividades del presente proyecto.

Para la realización de la ficha predial se elaboró un formato simple pero preciso, de fácil comprensión, que contuviera en lo posible la mayor cantidad de información.

### I.6.2.2 Sectorización del Área

Para poder aplicar la ficha predial a cada uno de los agricultores incluidos al interior del área del proyecto, se ha procedido primeramente a subdividir el área total del proyecto en cinco sectores. Estos se han determinado de acuerdo a las características propias de cada uno de ellos, de tal forma que cada sector sea una unidad independiente y con límites geográficos definidos.

De esta manera se han definido para la aplicación de la ficha predial, los siguientes sectores de estudio:

- Sector 1: Lo Prado - Miraflores: Este sector comienza en la Cuesta Barriga en dirección hacia Curacaví y termina inmediatamente después de la rinconada de Miraflores. Este último punto es coincidente con la vuelta del canal Las Mercedes hacia el centro del valle del Estero Puangue.
- Sector 2: Valle de Alhué - Curacaví: Este sector comprende el valle de Alhué - Curacaví hasta su límite norte en el sector denominado Lepe. Además incluye la rinconada del Estero Cuyuncaví, Estero Zapata hasta el sector Sta. Julia y diversas quebradas al poniente de la ciudad de Curacaví.
- Sector 3: Los Rulos, Las Mercedes, Ibacache y Chorombo: Este sector incluye las localidades mencionadas tal como el mismo nombre lo indica. El límite norte de este sector corresponde a la localidad de los Rulos, el cual coincide con la vuelta del canal Las Mercedes que se interna al centro del valle del Estero Puangue. El límite sur corresponde a la intersección del camino que va a Chorombo con el que se dirige hacia Melipilla.

- Sector 4: La Pataguilla - María Pinto: Este sector comienza en la Cuesta Barriga en dirección hacia María Pinto y termina en el sector de Baracaldo, cuyo camino continua a la ciudad de Melipilla.
- Sector 5: Mallarauco: Corresponde al sector incluido entre Bollenar y la puntilla de Sta. Victoria.

#### I.6.2.3 Aplicación de la Ficha Predial Censal en Terreno

Las principales dificultades encontradas durante el proceso de la aplicación de la encuesta se señalan a continuación:

- Dificultad para obtener información sobre algunas preguntas del formulario, principalmente en lo referente a derechos de aguas y acciones y en cuanto a datos de rendimientos de los cultivos.
- Imposibilidad de encontrar a la persona que tuviera la información requerida. Por lo general, las personas que no estaban encargadas directamente de la explotación, como por ejemplo las dueñas de casa, no se atrevían a contestar en reemplazo del responsable.
- Algunas explotaciones se encontraban abandonadas. Esta situación se presentó sólo en propiedades de poca superficie.
- Dificultad de acceso en algunas ocasiones por el mal estado de los caminos.

#### I.6.2.4 Resultados del Procesamiento de las Fichas por Sectores

A continuación se presenta un resumen de los principales aspectos de la información recopilada y analizada relacionados con la descripción de la realidad actual del área en estudio.

Estos aspectos se refieren a los siguientes puntos:

- Identificación de la propiedad del área incluida al interior del proyecto
- Tenencia y Título de la propiedad
- Superficie regada y situación legal de derechos de agua en área incluida al interior del proyecto (Agua superficial y Agua subterránea)
- Uso actual del suelo en riego y secano y los métodos de riego utilizados
- Sistemas de producción

##### a) Identificación de la Propiedad del Área Incluida al Interior del Proyecto

En este ítem correspondió determinar por medio de la encuesta censal la superficie total del conjunto de predios que se benefician con este proyecto al interior del área de estudio. Es decir solo aquella superficie que se encuentra dentro de los límites de la envolvente del proyecto. Lo anterior significa que la superficie resultante y que se presenta en el Cuadro I.6.2.4-1 por sector y para el total del área, no incluye áreas que en la actualidad se encuentran regadas gravitacionalmente con aguas servidas de los canales Las Mercedes, La Pataguilla y el Estero Puangue. No obstante lo anterior, en la actualidad, dentro del área de proyecto se presenta riego con aguas servidas, cuya captación corresponde a elevaciones mecánicas.

RESULTADOS DE ENCUESTA CENSAL  
IDENTIFICACION DE LA PROPIEDAD DEL ÁREA INCLUIDA AL INTERIOR DEL PROYECTO

## SECTOR Nº 1

CONDICION DE USO DEL SUELO	PLANO há	LOMAJE há	CERRO há	TOTAL há
Riego Permanete	50,0	51,0	0,0	101,0
Riego Eventual	0,0	0,0	0,0	0,0
Total Riego	50,0	51,0	0,0	101,0
Secano Cultivable	915,0	400,0	0,0	1.315,0
Cerros	0,0	0,0	1.066,0	1.066,0
Otros Usos	0,0	0,0	0,0	0,0
TOTAL	965,0	451,0	1.066,0	2.482,0

## SECTOR Nº 2

CONDICION DE USO DEL SUELO	PLANO há	LOMAJE há	CERRO há	TOTAL há
Riego Permanete	840,0	3,0	0,0	843,0
Riego Eventual	55,0	0,0	0,0	55,0
Total Riego	895,0	3,0	0,0	898,0
Secano Cultivable	1.521,0	1.322,0	0,0	2.843,0
Cerros	0,0	0,0	3.108,0	3.108,0
Otros Usos	30,0	0,0	0,0	30,0
TOTAL	2.446,0	1.325,0	3.108,0	6.879,0

## SECTOR Nº 3

CONDICION DE USO DEL SUELO	PLANO há	LOMAJE há	CERRO há	TOTAL há
Riego Permanete	880,0	0,0	0,0	880,0
Riego Eventual	0,0	0,0	0,0	0,0
Total Riego	880,0	0,0	0,0	880,0
Secano Cultivable	1.743,7	1.337,6	0,0	3.081,3
Cerros	0,0	0,0	4.738,0	4.738,0
Otros Usos	0,0	0,0	39,0	39,0
TOTAL	2.623,7	1.337,6	4.777,0	8.738,3

## SECTOR Nº 4

CONDICION DE USO DEL SUELO	PLANO há	LOMAJE há	CERRO há	TOTAL há
Riego Permanete	1.007,0	10,0	0,0	1.017,0
Riego Eventual	20,0	0,0	0,0	20,0
Total Riego	1.027,0	10,0	0,0	1.037,0
Secano Cultivable	1.890,0	552,0	0,0	2.442,0
Cerros	0,0	0,0	942,0	942,0
Otros Usos	3,0	2,0	0,0	5,0
TOTAL	2.920,0	564,0	942,0	4.426,0

## TOTAL AREA

CONDICION DE USO DEL SUELO	PLANO há	LOMAJE há	CERRO há	TOTAL há
Riego Permanete	2.777,0	64,0	0,0	2.841,0
Riego Eventual	75,0	0,0	0,0	75,0
Total Riego	2.852,0	64,0	0,0	2.916,0
Secano Cultivable	6.069,7	3.611,6	0,0	9.681,3
Cerros	0,0	0,0	9.854,0	9.854,0
Otros Usos	33,0	2,0	39,0	74,0
TOTAL	8.954,7	3.677,6	9.893,0	22.525,3

Nota: Se incluye sectores 1 a 4 y se excluye sector 5 "Mallarauco"

Considerando los antecedentes recopilados, se puede apreciar que el sector que presenta una mayor cantidad de suelo de uso agrícola (plano y lomaje), corresponde al sector 2, seguido en orden de importancia por los sectores 3, 4 y 1 respectivamente. En el sector 1 la superficie beneficiada corresponde en gran cantidad solo a cerros.

En cuanto a la superficie actualmente regada, el sector 4 es el que presenta en mayor cantidad esta condición (1.037 há). Le sigue en importancia el sector 2 y 3 con 898 há y 880 há respectivamente. El sector 1 en cambio, presenta una muy baja relevancia en cuanto a superficie actualmente regada (101 há).

En resumen se puede decir que el conjunto de propiedades con superficies al interior del área de proyecto asciende a 22.525,3 há, de las cuales un 44% corresponde a cerros, y una gran proporción (56%) a superficie potencialmente regable. Cabe mencionar que esta superficie ha sido declarada por parte de los agricultores y constituye sólo un antecedente referencial. La superficie que realmente se caracteriza en situación actual y futura corresponde a la obtenida por planimetría de los planos de propiedades y suelos.

b) Tenencia y Título de la Propiedad

Los antecedentes sobre la tenencia de la propiedad indican que la mayoría de los agricultores son dueños de sus explotaciones (72,7%) y las condiciones de arrendamiento y sucesión no superan la cifra de un 10%.

c) Superficie Regada y Situación Legal de Derechos de Agua en Área Incluida al Interior del Proyecto (Agua superficial y Agua subterránea)

En general los agricultores opinan que en la actualidad la dotación de agua superficial que poseen es deficitaria para los objetivos agropecuarios de sus explotaciones. Por otro lado, se debe considerar que una parte de los agricultores no expresan conocimientos de que los derechos de agua estén o no inscritos.

En resumen se puede indicar que el total del área incluida al interior del proyecto, según información de los propios agricultores, posee en la actualidad un riego de 1.806 há con aguas superficiales, las cuales son captadas principalmente por elevación mecánica.

En cuanto a las aguas subterráneas, las que son captadas totalmente por elevación mecánica, se puede señalar que en la actualidad existe una superficie regada de 1.110 há, de las cuales 1.012 corresponden a aguas de pozos profundos y 98 a aguas de norias. A nivel de sector, cabe señalar que un 63,4% de la superficie regada por aguas subterráneas esta en el sector 2 "Valle de Alhué - Curacaví". Lo anterior es debido a que este valle por ubicación geográfica esta lejos del canal Las Mercedes y por lo tanto no hay presencia de aguas servidas. Por lo mismo el sector 2 posee una ubicación privilegiada para el cultivo de especies prohibidas con agua contaminadas al poseer recursos subterráneos.

En cuanto a aguas subterráneas, los agricultores opinan que en la actualidad la dotación que poseen es suficiente para los objetivos agropecuarios de sus explotaciones. Lo anterior esta dado por el hecho que las explotaciones que usan este recurso lo aprovechan al máximo mediante el uso de métodos de riego tecnificado, principalmente aspersión, goteo y pivote. Por otro lado, se debe considerar que la mayor parte de los agricultores no han inscrito estas aguas por ser de pozos.

d) Uso Actual del Suelo en Riego y Secano y los Métodos de Riego Utilizados

En relación al uso del suelo por condición de riego y secano para cada sector (excluido el sector 5 “Mallarauco”), como se indicó anteriormente el sector 4 es el que presenta en mayor cantidad esta condición (1.037 há). Le sigue en importancia el sector 2 y 3 con 898 há, y 880 há respectivamente. El sector 1 en cambio, presenta una muy baja relevancia en cuanto a superficie actualmente regada (101 há).

En cuanto a la tecnificación del riego, se puede observar que el sector que presenta una mayor proporción de riego tecnificado es el 1 “Lo Prado - Miraflores” con un 87% del total de superficie regada, en cambio el sector que presenta una menor cantidad de riego tecnificado al interior de la superficie total regada es el 3 “Los Rulos, Las Mercedes, Ibacache y Chorombo” con un 31,5%.

Dentro de la superficie regada se puede decir que el sector 1 “Lo Prado - Miraflores” es el que presenta una mayor cantidad de frutales con un 89,6% de su superficie, lo cual coincide con la mayor tecnificación de riego presentada. El sector 3 “Los Rulos, Las Mercedes, Ibacache y Chorombo” en cambio presenta la menor superficie de frutales con un 13,4% del total regado, intensificándose en cambio en cultivos hortícolas, chacras y cereales con un 56,2%.

El sector 4 “La Pataguilla - María Pinto”, es el sector que posee dentro de su superficie total regada la mayor cantidad de cultivos hortícolas, chacras y cereales con un 66,6% de su superficie. A la vez, este mismo sector presenta una muy baja cantidad de praderas regadas (10%), equivalente a lo sucedido en el sector 1 “Lo Prado - Miraflores” con un 9,9% de praderas regadas dentro del total de superficie bajo esta condición hídrica.

El sector 2, correspondiente a “Valle de Alhué - Curacaví”, es dentro del área total del proyecto, quien presenta la estructura de cultivos más balanceada con un 33,8% de frutales y viñas, 44,4% de cultivos anuales y un 21,8% de praderas.

El área de secano en general está ocupada por praderas naturales, cuya actividad principal es el pastoreo de ganado bovino en forma extensiva. La excepción a este uso del suelo en secano, lo constituye la tuna y la vid vinífera, pero en una muy baja superficie.

e) Sistemas de Producción

La importancia de los sistemas de producción se ha presentado en el uso del suelo en el punto anterior. A nivel del total del área se puede apreciar un amplio dominio de los cultivos de tipo anual (hortalizas, chacras y cereales). A nivel de sector, solamente en el sector 1 “Lo Prado - Miraflores” predomina la actividad frutícola en los suelos regados.

También se debe considerar la presencia de explotaciones de tipo ganadero. Entre éstas se encuentran en el área de estudio importantes empresas ganaderas con niveles de producción y competitividad altos. Es el caso, por ejemplo, del fundo Alhué en el sector 2 “Valle de Alhué - Curacaví” y la Hacienda Chorombo de las empresas Carozzi en el sector 3 “Los Rulos, Las Mercedes, Ibacache y Chorombo”.

Otro tipo de sistemas de producción, ampliamente difundidas en toda el área, corresponde a la crianza y engorda de broilers, como es el caso de las empresas Ariztia, Don Pollo y Pollos King.

Dentro de los sistemas de producción presentes en el área de proyecto, se debe considerar el autoconsumo predial. Este sistema corresponde principalmente a la actividad desarrollada por los pequeños parceleros y dueños de sitios. Estos, al carecer de un suficiente capital, utilizan como fuente de ingresos el trabajo remunerado. Por lo anterior, la utilidad de estos predios es solo de habitación con pequeñas huertas y quintas para consumo predial. Muchas de estas propiedades, también son destinadas al agrado, cuyos dueños trabajan y habitan permanentemente en Santiago, Viña del Mar o en el mismo predio. Estas explotaciones no tienen ningún uso agrícola.

f) Identificación de Tipos de Predios por Sector

Mediante un análisis preliminar de las explotaciones censadas, se ha podido determinar la presencia de distintos tipos de predios al interior del área de estudio. Esta distinción se ha basado principalmente en el nivel de la explotación y del propietario, en conjunto con el sistema productivo actual de la propiedad.

En base a lo anterior se han determinado 18 tipologías de explotaciones a las cuales se les ha asignado un código dado por una letra. Estos tipos de explotaciones se presentan a continuación:

A	Parcelas de agrado en condominio
B	Sitios habitacional - agrícola
C	Agricultor campesino con parcela agrícola abandonada
D	Agricultor campesino con parcela nivel tecnológico bajo
E	Agricultor campesino con parcela nivel tecnológico medio-alto
F	Agricultor empresarial con parcela agrícola abandonada
G	Agricultor empresarial con parcela nivel tecnológico bajo
H	Agricultor empresarial con parcela nivel tecnológico medio-alto
I	Agricultor empresarial con parcela de agrado individual
J	Agricultor campesino con predio de mayor tamaño abandonado
K	Agricultor campesino con predio de mayor tamaño nivel tecnológico bajo
L	Agricultor campesino con predio de mayor tamaño nivel tecnológico medio-alto
M	Agricultor empresarial con predio de mayor tamaño abandonado
N	Agricultor empresarial con predio de mayor tamaño nivel tecnológico bajo
O	Agricultor empresarial con predio de mayor tamaño nivel tecnológico medio-alto
P	Predio de mayor tamaño ganadero
Q	Haciendas
R	Fundos de agrado - agrícola

En un análisis por sector se constata que el sector 1 "Lo Prado - Miraflores" es el que presenta una mayor cantidad de propiedades con destino de agrado (45%). Lo anterior es debido a la excelente ubicación que presenta este sector, al estar inserta en él la carretera 68 Santiago a Viña del Mar. En el Cuadro I.6.2.4-2 se presentan los resultados de la encuesta censal.

CUADRO I.6.2.4-2  
IDENTIFICACION DE TIPOS DE PREDIOS POR SECTOR

{PRIVADO {PRIVADO	TIPOS DE PREDIO																		
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	TOTAL
1	3			2		2			3					2	4	2		4	22
2	15	4	13	19	6	7	6	22	14					7	12	1		3	129
3	1	8	1	7			6	4	5		2		2	4	9	2	1	10	62
4	1	3	2	4	1	3	2	6	2		1		1	3	7				36
TOTAL	20	15	16	32	7	12	14	32	24	0	3	0	3	16	32	5	1	17	249

En cuanto a las explotaciones de tipo ganaderas (P), grandes explotaciones (haciendas - Q), predios de nivel medio-alto pertenecientes a agricultores de nivel bajo (E) y predios de diferentes niveles pertenecientes a agricultores de nivel bajo (J, K, L y M) son de relativa poca relevancia para el presente estudio, debido a que la cantidad presente de dichas explotaciones al interior del área del proyecto es baja, siendo el total de este conjunto de propiedades un número de 19 (7,6% del total de explotaciones).

En general la zona presenta un predominio de explotaciones tipo D, H y O, excluyendo las explotaciones con fines de agrado, que tal como se señaló anteriormente son de considerable importancia dentro del área del proyecto.

### I.6.3 DETERMINACION DE UNIDADES TERRITORIALES

#### I.6.3.1 Planimetría de Propiedades y Suelos

Primeramente se obtuvo el área del proyecto a través de una cartografía base, correspondiente a planos a escala 1:10.000 del estudio denominado "Proyecto Maipo", el cual fué realizado en el año 1981 por la Comisión Nacional de Riego.

Posteriormente se ha traspasado la envolvente del proyecto desde los planos base a escala 1:10.000, hacia Ortofotos con información de propiedades a escala 1:20.000 de CIREN-CORFO.

Luego, se realizó la identificación sobre las ortofotos de propiedades de CIREN-CORFO, escala 1:20.000, de todas las propiedades presentes al interior del área en estudio, la que se complementó con información del Rol Extracto Agrícola del Servicio de Impuestos Internos y con antecedentes recogidos en terreno en la encuesta censal.

De la manera señalada anteriormente se elaboró el listado de propietarios del presente proyecto.

El área de estudio se encuentra en las comunas de Curacaví, María Pinto y Melipilla, Región Metropolitana. Esta corresponde a los sectores 1 "Lo Prado - Miraflores", 2 "Valle de Alhué - Curacaví", 3 "Los Rulos, Las Mercedes, Ibacache y Chorombo", 4 "La Pataguilla - María Pinto" y 5 "Mallarauco". Cabe señalar que el sector 5 "Mallarauco" no se ha considerado dentro del área de proyecto por estar conformado principalmente por suelos de cerro.

Por planimetría de planos de suelos y propiedades a escala 1:10.000 se ha determinado en un total de 22.581,0 hectáreas brutas la superficie del área de estudio. Esta corresponde a suelos bajo cota de los canales proyectados ya terrenos potencialmente regables sobre cota. De éstos bajo cota de canales se encuentran 1.985,1 há en el sector 1; 6.268,3 há en el sector 2; 9.403,7 há en el sector 3 y 3.952,8 há en el sector 4. Sobre cota de canales la superficie es de 310,4 para el sector 1; 393,7 há en el sector 2; 97,0 há en el sector 3 y 170,0 há en el sector 4. Se debe indicar, que del total de superficie del área del proyecto 10.244,3 há corresponden a suelos no agrícolas (suelos VII y VIII de Capacidad de Uso, tranques y urbano).

Combinando los antecedentes señalados anteriormente se han obtenido la superficie de cada sector y para el total del área de proyecto por Clases de Capacidad de Uso de los Suelos. Esta información se presenta en el Cuadro I.6.3.1-1

**CUADRO I.6.3.1-1**  
**SUPERFICIE DE SECTORES POR CLASES DE CAPACIDAD DE USO DE LOS SUELOS (1)**

SECTORES DE ESTUDIO	SUPERFICIE POR CAPACIDAD DE USO DEL SUELO																			
	I	IIs	IIw	IIIs(IIs)	IIe(IIs)	IIw	IVs	IVs(IIIs)	IVe(IIIs)	IVw	VIIs(IIIs)	Vle	Vle(IIIs)	SUBTOTAL CULTIVABLE	VIIe	VIII	SUBTOTAL	TRANQUE	URBANO	TOTAL
TOTAL SECTOR	0,0	182,5	0,0	130,0	232,5	0,0	0,0	88,4	237,7	0,0	82,0	0,0	151,7	1.104,8	990,0	0,0	990,0	0,0	200,7	2.295,5
Bajo Cota	0,0	182,5	0,0	74,0	225,0	0,0	0,0	11,8	158,4	0,0	0,0	0,0	142,7	794,4	990,0	0,0	990,0	0,0	200,7	1.985,1
Sobre Cota	0,0	0,0	0,0	56,0	7,5	0,0	0,0	76,6	79,3	0,0	82,0	0,0	9,0	310,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	310,4
TOTAL SECTOR	0,0	1.163,9	0,0	359,0	659,2	0,0	0,0	65,1	125,7	0,0	23,5	0,0	696,5	3.092,9	2.354,9	1.126,8	3.481,7	0,0	87,4	6.662,0
Bajo Cota	0,0	1.163,9	0,0	332,5	621,7	0,0	0,0	26,6	125,7	0,0	0,0	0,0	428,8	2.699,2	2.354,9	1.126,8	3.481,7	0,0	87,4	6.268,3
Sobre Cota	0,0	0,0	0,0	26,5	37,5	0,0	0,0	38,5	0,0	0,0	23,5	0,0	267,7	393,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	393,7
TOTAL SECTOR	0,0	1.800,4	0,0	302,7	702,0	95,0	101,4	159,2	439,9	0,0	0,0	123,9	1.251,7	4.976,2	4.441,0	18,5	4.459,5	65,0	0,0	9.500,7
Bajo Cota	0,0	1.781,4	0,0	302,7	695,5	95,0	38,9	155,7	434,4	0,0	0,0	123,9	1.251,7	4.879,2	4.441,0	18,5	4.459,5	65,0	0,0	9.403,7
Sobre Cota	0,0	19,0	0,0	0,0	6,5	0,0	62,5	3,5	5,5	0,0	0,0	0,0	0,0	97,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	97,0
TOTAL SECTOR	51,5	1.073,0	23,3	153,7	345,5	0,0	75,1	384,6	127,0	208,2	70,8	73,0	577,1	3.162,8	890,4	62,1	952,5	0,0	7,5	4.122,8
Bajo Cota	51,5	1.073,0	23,3	142,2	309,5	0,0	75,1	335,1	127,0	208,2	70,8	0,0	577,1	2.992,8	890,4	62,1	952,5	0,0	7,5	3.952,8
Sobre Cota	0,0	0,0	0,0	11,5	36,0	0,0	0,0	49,5	0,0	0,0	0,0	73,0	0,0	170,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	170,0
TOTAL	51,5	4.219,8	23,3	945,4	1.939,2	95,0	176,5	697,3	930,3	208,2	176,3	196,9	2.677,0	12.336,7	8.676,3	1.207,4	9.883,7	65,0	295,6	22.581,0

(1) No se incluye sector 5 "Mallarauco".

(2) Se ha indicado entre parentesis la clase y subclase de Capacidad de Uso potencial de suelos con pendiente, en el caso de regarse con riego tecnificado.

FUENTE: Planimetría de planos de suelos y ortofotos de propiedades.

### I.6.3.2 Determinación de grupos de Predios

Para representar adecuadamente las posibilidades de desarrollo de las diversas alternativas que se planteen a futuro se realizó la caracterización agropecuaria, tanto actual como futura, a partir de la determinación de predios tipo.

Los predios tipo corresponden a explotaciones de tamaño parecido a la media, con un cierto grado de especialización, que los hacen representativos de un grupo de propiedades dentro de un determinado sector. En resumen, un predio tipo es una unidad de diagnóstico y desarrollo de un sector en base a su propia tipología.

Los criterios básicos de identificación de los predios tipo están orientados a la obtención de unidades de diagnóstico lo más representativas de la o las realidades actuales y del potencial factible de lograr con la introducción de nuevos elementos a través del presente proyecto.

Para la obtención de los Predios Tipo primeramente es necesario determinar los Grupos de Predios. Para esto, mediante planimetría se obtuvo la superficie para cada una de las explotaciones y suelos presentes dentro del área en estudio.

Una vez realizada la planimetría se anexó esta información, obtenida por explotación y suelos a la base de datos de la encuesta censal que contiene la identificación de las explotaciones con el Rol del Servicio de Impuestos Internos, nombre del propietario, nombre de la propiedad, sector y tipo de explotación. Paralelamente se analizó la información de cantidad de suelos regados, nivel técnico y el uso del suelo predial.

Con la información mencionada precedentemente se elaboraron cuadros de trabajo con todos los antecedentes recopilados y se procedió a obtener los posibles Grupos de Predios para la posterior obtención de los predios tipos preliminares al interior de cada grupo de predios.

En el Cuadro I.6.3.2-1 se presenta la distribución de superficie sobre y bajo cota de canales para el total de cada sector y para el total del área.

CUADRO I.6.3.2-1  
SUPERFICIE BAJO COTA Y SOBRE COTA POR SECTORES (há)

	BAJO COTA	SOBRE COTA	TOTAL
Sector 1	794,4	310,4	1.104,8
Sector 2	2.699,2	393,7	3.092,9
Sector 3	4.879,2	97,0	4.976,2
Sector 4	2.992,8	170,0	3.162,8
Total Área	11.365,6	971,1	12.336,7

### I.6.3.3 Determinación de predios Tipos

Tal como se ha señalado anteriormente, para el presente proyecto las unidades de trabajo y análisis son los predios tipo. Para esto, se han obtenido Predios Tipo representativos dentro de cada Grupo de Predios. Lo anterior se ha realizado en base a la obtención de un predio tipo de tamaño similar al promedio del Grupo de Predios y posteriormente se ha considerado la información de distribución de las Clases de Capacidad de Uso de los Suelos y la estructura porcentual de uso del suelo.

La selección de los predios tipo en base a su representatividad en cuanto al tamaño de la propiedad, distribución de suelos y estructura de uso de los mismos, se ha considerado con el fin de obtener una expansión de los resultados lo más fidedigna posible de la realidad actual del área y de la factibilidad futura del proyecto. Se determinaron 27 predios tipo representativos para el total del área conformada por 20 Grupos de Predios: La información de ellos se ha utilizado con fines de caracterización y análisis.

### I.6.3.4 Elaboración de Etándares o Patrones Productivos y Económicos por Rubros

Se han elaborado patrones o estándares productivos y económicos para cada rubro identificado en el área del proyecto a través de la ficha censal. Estos se han realizado considerando las variables tecnológicas y climáticas utilizando información de la encuesta y de antecedentes bibliográficos.

En términos generales se han considerado los siguientes aspectos en cada patrón:

- Mano de Obra
- Maquinaria
- Tracción animal
- Insumos físicos
- Fletes y empaques
- Imprevistos
- Rendimientos
- Costos Fijos
- Margen Bruto

Posteriormente se han valorizado los estándares o patrones con información del estudio de "Mercados, Comercialización y Precios" y también antecedentes obtenidos de la encuesta agropecuaria. Una vez valorizados los estándares se obtienen los patrones productivos y económicos que incluyen información sobre ingreso bruto, costos directos, gastos generales, fijos y margen bruto por hectárea.

Los patrones elaborados inicialmente a precios de mercado se ajustan de acuerdo a las normas impartidas por MIDEPLAN para calcular así los patrones a precios sociales.

### I.6.3.5 Síntesis de la Caracterización Productiva de la Situación sin Proyecto

La caracterización productiva de la situación agropecuaria del área de estudio se refiere a la determinación del uso del suelo respectivo.

El uso del suelo en situación sin proyecto se debe separar para dos áreas diferentes, una bajo cota de los canales, realizada por sector, grupos de predios y para el total del área y el uso del suelo para el área sobre cota de canales realizada por sector.

Para el área sobre cota de los canales el uso del suelo esta constituido en un 100% por pastos naturales y vegetación nativa.

En cuanto al uso del suelo para el área bajo cota de los canales esta se determinó utilizando el siguiente procedimiento:

Se consideró el área subdividida en los veinte grupos de predios a que se hizo referencia anteriormente. Para cada grupo de predios se conoce la superficie por unidades de manejo obtenida de la planimetría respectiva.

Se amplió la base de datos con información de superficie por Clases de Capacidad de Uso de los suelos, con los antecedentes de uso del suelo respectivos obtenidos de la encuesta censal, para el área incluida al interior de la envolvente del proyecto. Cabe señalar que se debió ajustar la estructura productiva declarada por los agricultores, para poder cuadrar el uso del suelo a la superficie planimetrada y obtenida del estudio de suelos realizado para el presente proyecto. Este ajuste ha consistido principalmente en descartar en el rubro praderas naturales el excedente de superficie indicada por la encuesta. De esta forma, la estructura productiva así determinada queda referida solo al área del estudio.

Por medio de la suma de la información predial se ha obtenido el uso del suelo a nivel de cada uno de los grupos de predios determinados y para el total de cada sector. Esta información se presenta en los Cuadros I.6.3.5-1 al I.6.3.5-4. Para el total del área la información se indica en el Cuadro I.6.3.5-5.

Cabe indicar que para la determinación del uso del suelo por grupos de predios se ha seguido el procedimiento mencionado debido a la existencia de información predial, determinada por la encuesta censal. Sin perjuicio de esto se ha determinado también la información de uso del suelo de la encuesta por predio tipo, con el objeto de realizar el análisis financiero y la determinación de la recuperación de costos.

**CUADRO I.6.3.5-1**  
**SITUACION ACTUAL AGROPECUARIA**  
**USO DEL SUELO EN RIEGO Y SECANO (Hectáreas)**

**SECTOR N° 1**

ESPECIE	GRUPOS DE PREDIOS																					
	G.P. 1		G.P. 2		G.P. 3		G.P. 4		G.P. 5		G.P. 6		G.P. 7		G.P. 8		G.P. 9		G.P. 10		G.P. 11	
	RIEGO	SECANO	RIEGO	SECANO	RIEGO	SECANO	RIEGO	SECANO	RIEGO	SECANO	RIEGO	SECANO	RIEGO	SECANO	RIEGO	SECANO	RIEGO	SECANO	RIEGO	SECANO	RIEGO	SECANO
DURAZNO Y NECTARINO	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
ALMENDRO	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
NOGAL	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
LIMONERO	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	28,1	0,0
PALTO	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	7,0	0,0
VID DE MESA	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
OTROS FRUTALES	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
TUNA	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
BERRIES	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
VID VINIFERA	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
TRIGO	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
MAIZ SILO	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
MAIZ CONSUMO	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
OTROS CEREALES	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
POROTOS	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
PAPAS	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
OTRAS CHACRAS	0,5	0,0	1,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
NVERNADERSOS	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
HORTALIZA INVIERNO	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
HORTALIZA PRIMAVERA	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
HORTALIZA VERANO	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
HORTALIZA MULTIANUAL	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
ALFALFA	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
TREBOL	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
PRADERA MIXTA	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
PRADERA NATURAL	0,0	55,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	6,6	0,0	0,0	0,0	10,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	246,2	0,0	0,0	0,0	55,9
OTROS FORRAJES	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
SIN ASIGNACION	0,0	142,3	0,1	0,0	0,0	0,0	0,1	0,3	0,0	0,0	0,0	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	13,0	0,0	0,0	1,9	2,9
TOTAL	1,3	197,5	1,6	0,0	0,0	0,0	2,5	6,9	0,0	0,0	0,0	11,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	259,2	0,0	0,0	37,0	58,8

CUADRO 1.6.3.5-1 (Continuación)  
SITUACION ACTUAL AGROPECUARIA  
USO DEL SUELO EN RIEGO Y SECANO (Hectáreas)

## SECTOR N° 1

ESPECIE																			TOTALES		
	G.P. 12		G.P. 13		G.P. 14		G.P. 15		G.P. 16		G.P. 17		G.P. 18		G.P. 19		G.P. 20		SUBTOTAL		TOTAL
	RIEGO	SECAN	RIEGO	SECANO																	
DURAZNO Y NECTARINO	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,4	0,0	2,4
ALMENDRO	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
NOGAL	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
LIMONERO	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	28,3	0,0	28,3
PALTO	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	7,0	0,0	7,0
VID DE MESA	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
OTROS FRUTALES	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,6	0,0	0,6
TUNA	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
BERRIES	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
VID VINIFERA	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
TRIGO	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
MAIZ SILO	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
MAIZ CONSUMO	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
OTROS CERALES	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
POROTOS	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
PAPAS	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
OTRAS CHACRAS	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,0	0,0	2,0
NVERNADERSOS	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
HORTALIZA INVIERNO	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
HORTALIZA PRIMAVERA	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
HORTALIZA VERANO	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
HORTALIZA MULTIANUAL	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
ALFALFA	0,0	0,0	9,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	9,5	0,0	9,5
TREBOL	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
PRADERA MIXTA	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
PRADERA NATURAL	0,0	0,0	0,0	182,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	15,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	572,6	572,6
OTROS FORRAJES	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
SIN ASIGNACION	0,0	0,0	0,5	9,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,6	169,5	172,1
TOTAL	0,0	0,0	10,0	192,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	16,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	52,4	742,1	794,4

CUADRO 1.6.3.5-2  
SITUACION ACTUAL AGROPECUARIA  
USO DEL SUELO EN RIEGO Y SECANO (Hectáreas)

SECTOR Nº 2

ESPECIE	GRUPOS DE PREDIOS																					
	G.P. 1		G.P. 2		G.P. 3		G.P. 4		G.P. 5		G.P. 6		G.P. 7		G.P. 8		G.P. 9		G.P. 10		G.P. 11	
	RIEGO	SECANO	RIEGO	SECANO	RIEGO	SECANO	RIEGO	SECANO	RIEGO	SECANO	RIEGO	SECANO	RIEGO	SECANO	RIEGO	SECANO	RIEGO	SECANO	RIEGO	SECANO	RIEGO	SECANO
DURAZNO Y NECTARINO	5,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
ALMENDRO	4,6	3,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	58,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	16,0	0,0
NOGAL	3,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	0,0	5,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,0	0,0
LIMONERO	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	9,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	17,1	0,0
PALTO	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	11,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	16,0	0,0
VID DE MESA	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	26,4	0,0	0,0	0,0	20,0	0,0
OTROS FRUTALES	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,5	0,0	6,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	14,0	5,0
TUNA	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,8	0,5	0,0	0,0	8,0	0,0
BERRIES	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
VID VINIFERA	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
TRIGO	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	20,0	0,0
MAIZ SILO	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
MAIZ CONSUMO	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	10,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
OTROS CEREALES	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
POROTOS	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
PAPAS	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	8,0	0,0	6,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0	10,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	32,0	0,0
OTRAS CHACRAS	0,0	0,0	1,3	0,0	0,0	0,0	4,8	0,0	2,8	0,0	0,0	0,0	4,9	0,0	2,0	0,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
NVERNADERSOS	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
HORTALIZA INVIERNO	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	0,0	3,0	0,0	3,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	28,5	0,0
HORTALIZA PRIMAVERA	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,5	0,0	2,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	20,0	0,0
HORTALIZA VERANO	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,6	0,0	5,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	28,5	0,0
HORTALIZA MULTIANUAL	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
ALFALFA	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,5	0,0	0,0	0,0	2,0	0,0	2,0	0,0	7,8	0,0	2,0	0,0	0,0	0,0	28,0	0,0
TREBOL	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
PRADERA MIXTA	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5,0	16,0
PRADERA NATURAL	0,0	0,3	0,0	41,2	0,0	33,1	15,0	119,7	2,1	4,5	6,2	53,1	0,0	20,5	0,0	21,7	0,0	276,4	0,0	0,0	8,0	657,6
OTROS FORRAJES	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
SIN ASIGNACION	0,0	256,1	0,1	2,2	0,0	2,0	2,8	6,3	1,4	0,2	0,6	2,8	0,5	1,1	6,3	1,1	1,6	14,6	0,0	0,0	13,9	35,7
TOTAL	13,0	259,4	1,4	43,4	0,0	39,1	56,7	126,0	27,8	4,7	11,8	55,9	10,4	21,6	125,5	22,8	31,8	291,5	0,0	0,0	277,0	714,3

CUADRO I.6.3.5-2 (Continuación)  
SITUACION ACTUAL AGROPECUARIA  
USO DEL SUELO EN RIEGO Y SECANO (Hectáreas)

## SECTOR N° 2

ESPECIE																					TOTALES		
	G.P. 12		G.P. 13		G.P. 14		G.P. 15		G.P. 16		G.P. 17		G.P. 18		G.P. 19		G.P. 20		SUBTOTAL		TOTAL		
	RIEGO	SECAN	RIEGO	SECAN																			
DURAZNO Y NECTARINO	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	11,5	0,0	11,5
ALMENDRO	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	82,6	3,0	85,6
NOGAL	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	10,9	0,0	10,9
LIMONERO	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	26,6	0,0	26,6
PALTO	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	27,0	0,0	27,0
VID DE MESA	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	46,4	0,0	46,4
OTROS FRUTALES	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	21,5	5,0	26,5
TUNA	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	13,8	0,5	14,3
BERRIES	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5,7	0,0	5,7
VID VINIFERA	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	4,0	4,5
TRIGO	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	20,0	0,0	20,0
MAIZ SILO	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	69,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	69,1	0,0	69,1
MAIZ CONSUMO	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	12,8	0,0	12,8
OTROS CEREALES	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
POROTOS	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,5	0,0	1,5
PAPAS	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	56,3	0,0	56,3
OTRAS CHACRAS	39,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	56,6	0,0	56,6
INVERNADEROS	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
HORTALIZA INVIERNO	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	35,5	0,0	35,5
HORTALIZA PRIMAVERA	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	28,4	0,0	28,4
HORTALIZA VERANO	15,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	53,1	0,0	53,1
HORTALIZA MULTIANUAL	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,5	0,0	4,5
ALFALFA	5,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	69,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	119,6	0,0	119,6
TREBOL	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
PRADERA MIXTA	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5,0	16,0	21,0
PRADERA NATURAL	0,0	97,9	0,0	0,0	0,0	224,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	31,3	1.552,8	1.584,1
OTROS FORRAJES	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
SIN ASIGNACION	3,2	5,2	0,0	0,0	0,0	11,8	7,3	0,0	0,0	0,0	0,7	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	38,4	339,3	377,7
TOTAL	63,0	103,1	0,0	0,0	0,0	235,8	145,7	0,0	0,0	0,0	14,4	3,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	778,5	1.920,6	2.699,1

CUADRO I.6.3.5-3  
SITUACION ACTUAL AGROPECUARIA  
USO DEL SUELO EN RIEGO Y SECANO (Hectáreas)

SECTOR N° 3

ESPECIE	GRUPOS DE PREDIOS																						
	G.P. 1		G.P. 2		G.P. 3		G.P. 4		G.P. 5		G.P. 6		G.P. 7		G.P. 8		G.P. 9		G.P. 10		G.P. 11		
	RIEGO	SECANO	RIEGO	SECANO	RIEGO	SECANO	RIEGO	SECANO	RIEGO	SECANO	RIEGO	SECANO	RIEGO	SECANO	RIEGO	SECANO	RIEGO	SECANO	RIEGO	SECANO	RIEGO	SECANO	
DURAZNO Y NECTARINO	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
ALMENDRO	27,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	10,0
NOGAL	5,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
LIMONERO	10,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
PALTO	10,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
VID DE MESA	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
OTROS FRUTALES	50,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
TUNA	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
BERRIES	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
VID VINIFERA	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
TRIGO	20,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
MAIZ SILO	20,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
MAIZ CONSUMO	50,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	10,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	12,0
OTROS CEREALES	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
POROTOS	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	25,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	18,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	10,0
PAPAS	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	31,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	9,0
OTRAS CHACRAS	2,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
NVERNADERSOS	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
HORTALIZA INVIERNO	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	6,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	21,1
HORTALIZA PRIMAVERA	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
HORTALIZA VERANO	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
HORTALIZA MULTIANUAL	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
ALFALFA	39,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	28,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	12,0
TREBOL	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
PRADERA MIXTA	10,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
PRADERA NATURAL	22,0	516,4	0,0	97,8	0,0	7,5	0,0	421,7	0,0	0,0	0,0	0,0	6,6	21,3	0,0	52,2	7,0	485,0	0,0	283,9	0,0	0,0	698,4
OTROS FORRAJES	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
SIN ASIGNACION	0,0	82,3	0,0	5,1	0,0	0,4	2,1	22,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	1,1	0,4	2,7	4,8	25,5	0,0	14,9	3,9	36,8	
TOTAL	265,5	598,7	0,0	102,9	0,0	7,9	41,3	443,9	0,0	0,0	0,0	0,0	7,0	22,4	8,5	54,9	95,0	510,5	0,0	298,8	78,0	735,2	

CUADRO I.6.3.5-3 (Continuación)  
SITUACION ACTUAL AGROPECUARIA  
USO DEL SUELO EN RIEGO Y SECANO (Hectáreas)

## SECTOR Nº 3

ESPECIE																			TOTALES		
	G.P. 12		G.P. 13		G.P. 14		G.P. 15		G.P. 16		G.P. 17		G.P. 18		G.P. 19		G.P. 20		SUBTOTAL		TOTAL
	RIEGO	SECAN	RIEGO	SECANO																	
DURAZNO Y NECTARINO	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,3	0,0	4,3
ALMENDRO	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	37,0	0,0	37,0
NOGAL	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5,0	0,0	5,0
LIMONERO	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	10,5	0,0	10,5
PALTO	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	10,0	0,0	10,0
VID DE MESA	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
OTROS FRUTALES	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	51,1	0,0	51,1
TUNA	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
BERRIES	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
VID VINIFERA	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
TRIGO	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	20,0	0,0	20,0
MAIZ SILO	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	20,0	0,0	20,0
MAIZ CONSUMO	0,0	0,0	0,0	0,0	167,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	239,5	0,0	239,5
OTROS CEREALES	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
POROTOS	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	53,9	0,0	53,9
PAPAS	0,0	0,0	0,0	0,0	20,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	60,7	0,0	60,7
OTRAS CHACRAS	0,0	0,0	13,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	20,5	0,0	20,5
INVERNADEROS	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
HORTALIZA INVIERNO	0,0	0,0	0,0	0,0	30,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	57,1	0,0	57,1
HORTALIZA PRIMAVERA	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
HORTALIZA VERANO	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
HORTALIZA MULTIANUAL	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
ALFALFA	0,0	0,0	115,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	194,2	0,0	194,2
TREBOL	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
PRADERA MIXTA	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	10,0	0,0	10,0
PRADERA NATURAL	0,0	0,0	0,0	667,8	20,0	118,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	293,6	0,0	23,1	0,0	0,0	0,0	55,6	3.686,7	3.742,3
OTROS FORRAJES	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	60,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	60,0	60,0
SIN ASIGNACION	0,0	0,0	6,8	35,1	12,5	9,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	15,5	0,0	1,2	0,0	0,0	0,0	30,9	252,2	283,1
TOTAL	0,0	0,0	135,0	702,9	250,0	187,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	309,1	0,0	24,3	0,0	0,0	0,0	880,3	3.998,9	4.879,2

CUADRO 1.6.3.5-4  
SITUACION ACTUAL AGROPECUARIA  
USO DEL SUELO EN RIEGO Y SECANO (Hectáreas)

SECTOR Nº 4

ESPECIE	GRUPOS DE PREDIOS																					
	G.P. 1		G.P. 2		G.P. 3		G.P. 4		G.P. 5		G.P. 6		G.P. 7		G.P. 8		G.P. 9		G.P. 10		G.P. 11	
	RIEGO	SECAN	RIEGO	SECAN	RIEGO	SECAN	RIEGO	SECAN	RIEGO	SECAN	RIEGO	SECAN	RIEGO	SECAN	RIEGO	SECAN	RIEGO	SECAN	RIEGO	SECAN	RIEGO	SECANO
DURAZNO Y NECTARINO	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	12,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
ALMENDRO	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	25,0
NOGAL	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
LIMONERO	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	10,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	7,0
PALTO	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	7,0
VID DE MESA	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
OTROS FRUTALES	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	6,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5,0
TUNA	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
BERRIES	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
VID VINIFERA	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	146,5
TRIGO	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
MAIZ SILO	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
MAIZ CONSUMO	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
OTROS CEREALES	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
POROTOS	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
PAPAS	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
OTRAS CHACRAS	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
NVERNADERSOS	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
HORTALIZA INVIERNO	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
HORTALIZA PRIMAVERA	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
HORTALIZA VERANO	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
HORTALIZA MULTIANUAL	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
ALFALFA	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	8,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	20,0
TREBOL	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
PRADERA MIXTA	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
PRADERA NATURAL	0,0	0,0	0,7	7,6	0,0	9,2	5,5	74,8	0,0	22,4	0,0	33,9	0,0	37,3	0,0	35,8	0,0	518,2	0,0	118,0	0,0	673,5
OTROS FORRAJES	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	46,0
SIN ASIGNACION	0,0	21,3	0,0	0,4	0,0	0,5	1,0	3,9	0,0	1,2	0,0	1,8	0,0	2,0	2,1	1,9	0,0	27,3	0,0	6,2	13,5	35,5
TOTAL	0,0	21,3	0,7	8,0	0,0	9,7	19,0	78,7	0,0	23,6	0,0	35,7	0,0	39,3	42,8	37,7	0,0	545,5	0,0	124,2	270,0	709,0

CUADRO I.6.3.5-4 (Continuación)  
SITUACION ACTUAL AGROPECUARIA  
USO DEL SUELO EN RIEGO Y SECANO (Hectáreas)

## SECTOR N° 4

ESPECIE																			TOTALES		
	G.P. 12		G.P. 13		G.P. 14		G.P. 15		G.P. 16		G.P. 17		G.P. 18		G.P. 19		G.P. 20		SUBTOTAL		TOTAL
	RIEGO	SECAN	RIEGO	SECAN																	
DURAZNO Y NECTARINO	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	12,9	0,0	12,9
ALMENDRO	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	28,0	0,0	28,0
NOGAL	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
LIMONERO	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	17,3	0,0	17,3
PALTO	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	7,0	0,0	7,0
VID DE MESA	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,5	0,0	3,5
OTROS FRUTALES	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	11,0	0,0	11,0
TUNA	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
BERRIES	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	0,0	0,5
VID VINIFERA	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	146,5	0,0	146,5
TRIGO	0,0	0,0	0,0	0,0	110,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	110,0	0,0	110,0
MAIZ SILO	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	0,0	1,0
MAIZ CONSUMO	0,0	0,0	0,0	0,0	140,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	94,0	0,0	236,5	0,0	236,5
OTROS CEREALES	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	0,0	1,0
POROTOS	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
PAPAS	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	73,2	0,0	75,2	0,0	75,2
OTRAS CHACRAS	0,0	0,0	0,0	0,0	17,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	94,0	0,0	111,5	0,0	111,5
INVERNADEROS	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
HORTALIZA INVIERNO	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	94,2	0,0	94,2	0,0	94,2
HORTALIZA PRIMAVERA	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
HORTALIZA VERANO	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,0	0,0	2,0
HORTALIZA MULTIANUAL	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
ALFALFA	0,0	0,0	0,0	0,0	9,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	37,0	0,0	37,0
TREBOL	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
PRADERA MIXTA	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
PRADERA NATURAL	0,0	0,0	0,0	0,0	8,0	337,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	14,2	1.867,7	1.881,9
OTROS FORRAJES	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	46,0	0,0	46,0
SIN ASIGNACION	0,0	0,0	0,0	0,0	15,0	17,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	18,5	0,0	50,1	119,7	169,8
TOTAL	0,0	0,0	0,0	0,0	299,0	354,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	373,9	0,0	1.005,4	1.987,4	2.992,8

CUADRO I.6.3.5-5  
SITUACION ACTUAL AGROPECUARIA  
USO DEL SUELO EN RIEGO Y SECANO (Hectáreas)

TOTAL AREA

ESPECIE	GRUPOS DE PREDIOS																					
	G.P. 1		G.P. 2		G.P. 3		G.P. 4		G.P. 5		G.P. 6		G.P. 7		G.P. 8		G.P. 9		G.P. 10		G.P. 11	
	RIEGO	SECAN	RIEGO	SECAN	RIEGO	SECAN	RIEGO	SECAN	RIEGO	SECAN	RIEGO	SECAN	RIEGO	SECAN	RIEGO	SECAN	RIEGO	SECAN	RIEGO	SECAN	RIEGO	SECANO
DURAZNO Y NECTARINO	5,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	7,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	18,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
ALMENDRO	31,6	3,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	61,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	51,0
NOGAL	8,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	0,0	5,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,0
LIMONERO	10,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	19,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	52,2
PALTO	10,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	11,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	30,0
VID DE MESA	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,5	0,0	26,4	0,0	0,0	0,0	0,0	20,0
OTROS FRUTALES	50,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,5	0,0	13,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	19,0
TUNA	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,8	0,5	0,0	0,0	0,0	8,0
BERRIES	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
VID VINIFERA	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	146,5
TRIGO	20,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	20,0
MAIZ SILO	20,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
MAIZ CONSUMO	50,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	23,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	12,0
OTROS CEREALES	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
POROTOS	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	27,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	18,0	0,0	0,0	0,0	0,0	10,0
PAPAS	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	10,5	0,0	6,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0	10,0	0,0	31,2	0,0	0,0	0,0	0,0	41,0
OTRAS CHACRAS	2,5	0,0	2,8	0,0	0,0	0,0	7,6	0,0	2,8	0,0	0,0	0,0	4,9	0,0	5,2	0,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
NVERNADERSOS	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
HORTALIZA INVIERNO	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	0,0	3,0	0,0	3,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	6,0	0,0	0,0	0,0	0,0	49,6
HORTALIZA PRIMAVERA	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,5	0,0	2,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	20,0
HORTALIZA VERANO	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,6	0,0	5,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	6,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	28,5
HORTALIZA MULTIANUAL	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
ALFALFA	39,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	11,5	0,0	0,0	0,0	2,0	0,0	2,0	0,0	7,8	0,0	30,0	0,0	0,0	0,0	0,0	60,0
TREBOL	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
PRADERA MIXTA	10,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5,0
PRADERA NATURAL	22,0	571,9	0,7	146,6	0,0	49,8	20,5	622,8	2,1	26,9	6,2	97,7	6,6	79,1	0,0	109,7	7,0	1.525,8	0,0	401,9	8,0	2.085,4
OTROS FORRAJES	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	46,0
SIN ASIGNACION	0,0	502,0	0,2	7,7	0,0	2,9	6,0	32,7	1,4	1,4	0,6	5,2	0,9	4,2	8,8	5,7	6,4	80,4	0,0	21,1	33,2	110,9
TOTAL	279,8	1.076,9	3,7	154,3	0,0	56,7	119,5	655,5	27,8	28,3	11,8	102,9	17,4	83,3	176,8	115,4	126,8	1.606,7	0,0	423,0	662,0	2.217,3

CUADRO I.6.3.5-5 (Continuación)  
SITUACION ACTUAL AGROPECUARIA  
USO DEL SUELO EN RIEGO Y SECANO (Hectáreas)

## TOTAL AREA

ESPECIE																			TOTALES		
	G.P. 12		G.P. 13		G.P. 14		G.P. 15		G.P. 16		G.P. 17		G.P. 18		G.P. 19		G.P. 20		SUBTOTAL		TOTAL
	RIEGO	SECAN	RIEGO	SECANO																	
DURAZNO Y NECTARINO	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	31,1	0,0	31,1
ALMENDRO	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	147,6	3,0	150,6
NOGAL	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	15,9	0,0	15,9
LIMONERO	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	82,7	0,0	82,7
PALTO	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	51,0	0,0	51,0
VID DE MESA	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	49,9	0,0	49,9
OTROS FRUTALES	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	84,2	5,0	89,2
TUNA	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	13,8	0,5	14,3
BERRIES	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	6,2	0,0	6,2
VID VINIFERA	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	147,0	4,0	151,0
TRIGO	0,0	0,0	0,0	0,0	110,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	150,0	0,0	150,0
MAIZ SILO	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	69,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	90,1	0,0	90,1
MAIZ CONSUMO	0,0	0,0	0,0	0,0	307,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	94,0	0,0	488,8	0,0	488,8
OTROS CEREALES	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	0,0	1,0
POROTOS	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	55,4	0,0	55,4
PAPAS	0,0	0,0	0,0	0,0	20,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	73,2	0,0	192,2	0,0	192,2
OTRAS CHACRAS	39,8	0,0	13,0	0,0	17,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	94,0	0,0	190,6	0,0	190,6
INVERNADEROS	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
HORTALIZA INVIERNO	0,0	0,0	0,0	0,0	30,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	94,2	0,0	186,8	0,0	186,8
HORTALIZA PRIMAVERA	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	28,4	0,0	28,4
HORTALIZA VERANO	15,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	55,1	0,0	55,1
HORTALIZA MULTIANUAL	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,5	0,0	4,5
ALFALFA	5,0	0,0	124,7	0,0	9,0	0,0	69,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	360,3	0,0	360,3
TREBOL	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
PRADERA MIXTA	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	15,0	16,0	31,0
PRADERA NATURAL	0,0	97,9	0,0	850,2	28,0	679,0	0,0	0,0	0,0	15,6	0,0	2,8	0,0	293,6	0,0	23,1	0,0	0,0	101,1	7.679,8	7.780,9
OTROS FORRAJES	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	60,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	46,0	60,0	106,0
SIN ASIGNACION	3,2	5,2	7,3	44,7	27,5	38,9	7,3	0,0	0,0	0,8	0,7	0,2	0,0	15,5	0,0	1,2	18,5	0,0	122,0	880,7	1.002,7
TOTAL	63,0	103,1	145,0	894,9	549,0	777,9	145,7	0,0	0,0	16,4	14,4	3,0	0,0	309,1	0,0	24,3	373,9	0,0	2.716,6	8.649,0	11.365,5

### I.6.3.6 Síntesis de la Caracterización Económica

Con los antecedentes presentados en los acápitos anteriores, en cuanto a uso del suelo y estándares productivos por rubro, se determina la caracterización económica por rubro, por grupos de predios y por sector. Esta comprende la determinación de ingresos brutos, costos directos, márgenes brutos y costos indirectos utilizados en la evaluación económica donde se determina el beneficio neto agropecuario.

La determinación de beneficios netos agropecuarios se realizará tanto a precios de mercado como a precio social. En dicha oportunidad se deberán elaborar los flujos agrícolas para el período de tiempo que se considere evaluar.

## I.7 DETERMINACIÓN DE LA SITUACIÓN FUTURA

### I.7.1 CRITERIOS Y ESTRATEGIAS DE DESARROLLO AGROPECUARIO

#### I.7.1.1 Introducción

La formulación concreta del desarrollo agropecuario del área de estudio en condiciones de riego, utilizando las aguas provenientes de la planta de tratamiento de aguas servidas de Santiago Sur, se ha orientado a base de ciertos criterios previamente establecidos.

Los criterios mencionados consideran principalmente los siguientes aspectos:

- Políticas económicas y sociales vigentes
- Características de las aguas a utilizar en riego
- Condiciones especiales de los diferentes sectores
- Beneficios económicos
- Características de los suelos
- Condiciones de clima
- Estructura de la propiedad

#### I.7.1.2 Políticas Económicas y Sociales Vigentes

Las políticas económicas y sociales vigentes, en términos generales proporcionan un marco de referencia a las acciones que puedan plantearse en el campo del desarrollo agropecuario de una determinada área. Este marco de referencia se refiere principalmente a la apertura al comercio exterior, a la liberación de los mercados internos, a la libre contratación de mano de obra y a la libertad de programación de sus actividades por parte de los agentes económicos. De esto último se infiere que al hablar de desarrollo económico del área regable, por el agua de la planta de tratamiento de Santiago Sur, no se plantea un programa indicativo y fijo sino más bien líneas de acción, dentro de las cuales los agricultores pueden moverse libremente. Esto significa concretamente que el uso del suelo y las condiciones operativas de los agricultores que se indiquen en los programas concretos que se plantean, solo pretenden reflejar la potencialidad productiva y económica de una agricultura de riego. En este sentido los programas concretos que se plantean solo tienen la finalidad de representar un potencial productivo de los recursos disponibles, acorde con la realidad social y económica de los agricultores del área.

### I.7.1.3 Características de las Aguas a Utilizar en el Riego

De acuerdo al informe del Consultor Sr. James Crook, incluido en anexo, se establecen tres tipos de usos de aguas tratadas:

- a) "Cultivos regados por conducción superficial o por aspersión, que no sufren ningún grado de procesamiento en su comercialización y donde el agua tiene contacto con área comestibles del cultivo, requieren de un agua con tratamiento secundario, más filtración y desinfección. La calidad de ésta agua requiere de la ausencia de coliformes fecales /100 mal. En este caso se encuentran todas aquellas hortalizas que se consumen crudas, bulbos y tubérculos: lechugas, achicoria, rabanitos, zanahoria, repollo, papas, betarragas, apio, cebolla, etc.
- b) Cultivos de hábito aéreo regados por conducción superficial, no procesados, cuya parte comestible no tiene contacto con el agua tratada, requieren de un agua con tratamiento secundario más desinfección. La calidad del agua también requiere de la ausencia de coliformes fecales /100 mal.
- c) Cultivos regados por conducción superficial o por aspersión cuya producción sufra procesamiento, plantaciones frutales y viñedos regados por conducción superficial y cultivos de cereales, praderas y fibras regados por conducción superficial o por aspersión requieren aguas con tratamiento secundario y desinfección, aceptándose una concentración máxima de 200 coliformes fecales /100 mal".

Conforme con lo anterior y considerando además las normas de sanidad chilenas, se pueden sacar las siguientes conclusiones, en cuanto al uso de las aguas tratadas en el área del proyecto:

- Respecto a productos de exportación a E.E.U.U. y Europa solo se pueden desarrollar cultivos frutales, no existiendo la posibilidad de efectuar exportaciones de hortalizas, regadas por las aguas tratadas en la planta Santiago Sur.
- Respecto a productos de consumo interno y de exportación a países del MERCOSUR no existirían limitaciones especiales para chacras y hortalizas, debido a que las características de las aguas a utilizar son mejores que las aceptadas por las normas en uso.

### I.7.1.4 Condiciones Especiales de los Diferentes Sectores

- El sector 2, Alhué de Curacaví, tiene características particulares por no ser regado con aguas contaminadas del Canal Las Mercedes. Es un sector no contaminado y posee además una proporción importante de suelos planos y de rinconadas para plantaciones frutales. Sin embargo, su futuro parece estar bastante ligado a proyectos de desarrollo inmobiliario. El hecho de tratarse de aguas no contaminadas le da una ventaja para el cultivo de hortalizas para el Mercado Interno y también para MERCOSUR, que no tienen las limitaciones del mercado norteamericano y europeo en cuanto a estado sanitario del agua.
- El resto de los sectores se riegan en parte con aguas contaminadas y estas aguas nuevas pueden ser de utilidad, aunque hay agricultores que indican que no hay diferenciales de precio apreciable en los productos por el hecho de regar con aguas no contaminadas. En estos sectores caben posibilidades de producciones orientadas a frutales y praderas.

### I.7.1.5 Beneficios Económicos

Por las condiciones y características de las inversiones a realizar y el tipo de agua que tendría un costo superior al "normal" en Chile, es recomendable orientar la producción hacia rubros que, ajustándose dentro de las condiciones agroclimáticas y de suelos, presenten rentabilidades elevadas en comparación con otras alternativas productivas.

### I.7.1.6 Características de Suelos

La asignación de cultivos en situación agropecuaria futura o con proyecto considera los suelos en su potencialidad, tanto normal como en condiciones de riego tecnificado. En el Estudio Agrológico efectuado se ha mejorado la Capacidad de Uso de algunos suelos, considerando el riego tecnificado. Esta situación se ha indicado con la Capacidad de Uso escrita entre paréntesis.

De acuerdo a lo anterior se puede establecer la siguiente relación entre los suelos del área, expresados en Capacidad de Uso y los tipos de cultivos posible de desarrollar en ella.

I-IIs-IIw	- Todo cultivo.
IIIe (IIIs)	- Todo cultivo con riego tecnificado.
IIIs (IIIs)	- Frutal preferentemente, pero también cultivos. Riego Tecnificado.
IIIw	- Cereales, chacras y hortalizas. Praderas.
IVs (IIIs)	- Solo frutal con riego tecnificado.
IVe (IIIs)	- Solo frutal con riego tecnificado
IVw	- Cereales, chacras y hortalizas. Praderas excluyendo alfalfa.
IVs	- Cereales, chacras, hortalizas y praderas con riego tecnificado.
VIe	- Praderas con riego tecnificado.
VIIs (IIIs)	- Solo frutal con riego tecnificado.
VIe (IIIs)	- Solo frutal con riego tecnificado.
VII	- Forestal/ Pastoreo de temporada.
VIII	- Vida silvestre.

### I.7.1.7 Condiciones de Clima

Tomando en cuenta los principales aspectos considerados en el estudio agroclimático efectuado dentro del proyecto y las diferenciaciones climáticas que se producen por efecto de la altitud y la topografía principalmente, se han diferenciado las siguientes sub-áreas:

- Partes altas principalmente en piedmont elevados y cerros regados con riego tecnificado: Se adaptan en buenas condiciones algunos frutales, especialmente además de almendro, limón, varios de hoja caduca y palto.
- Áreas más bajas: Se adaptan en buenas condiciones cultivos de chacras y hortalizas y frutales tales como almendro, limón y varios de hoja caduca y viñas.

### I.7.1.8 Estructura de la Propiedad

La estructura de la propiedad está en cierto modo correlacionada con el nivel tecnológico utilizado. Por ello se puede indicar lo siguiente en cuanto a la orientación productiva por tamaño de la propiedad:

- a) Frutales En general requieren una alta inversión, agregándose además en este caso, la necesidad de inversión adicional en sistemas de riego tecnificado. Todo esto hace que la escala de inversión y plantación sea un factor importante. Ello determina que las plantaciones frutales se orienten, preferentemente hacia el estrato de tamaño mayor.
- b) Praderas Esta actividad agrícola es compatible con diferentes tamaños, aún cuando superficies mayores permiten la implementación de sistemas de riego tecnificados.
- c) Chacras y Hortalizas Estas actividades productivas se ajustan bastante bien al nivel de tamaño de parcelas. Las chacras también son operables a escala de tamaño mayores.

#### I.7.1.9 Precios y Mercados

La asignación potencial del suelo con los diferentes cultivos debe ser compatible con el tamaño del Mercado y el nivel de los precios. En todo caso, el tamaño del área a regar e incorporada a la producción, no parece ser tan significativa como para afectar la oferta en forma importante. Obviamente esto bajo el supuesto de que la estructura propuesta de uso del suelo tiene un cierto grado de diversificación. Esto es posible dado que esta diversificación se apoya en la capacidad de uso del suelo, clima, estructura de la propiedad y características de los sectores.

### I.7.2 ESTRUCTURA PROPUESTA DE LA PRODUCCION

#### I.7.2.1 Uso del Suelo por Predio Tipo

##### a) Introducción

En este acápite se ha procedido a efectuar una proposición de uso del suelo en situación futura o con proyecto, considerando los criterios de desarrollo agropecuario expuestos y los rubros productivos que se han definido como relevantes.

Como se ha indicado anteriormente, la asignación de uso del suelo efectuada no constituye un programa agropecuario fijo, sino una proposición que pretende representar un potencial agropecuario concreto, en condiciones de riego con aguas servidas tratadas de la planta de tratamiento de Santiago Sur. Este potencial agropecuario, además de las condicionantes mencionadas al tratar los criterios de desarrollo, ha considerado la situación de los agricultores del área y en general, las preferencias manifestadas por ellos en la encuesta agropecuaria efectuada.

El uso del suelo que se presenta al tratar cada Predio Tipo representa las condiciones que existirían en el área el año meta del proyecto, es decir el año en que la implementación del desarrollo se encuentre terminada. Esto significa que ese año el área se encuentra regada, las plantaciones frutícolas efectuadas y todos los pasos intermedios realizados.

A continuación se presentan los rubros productivos considerados en la situación futura o con desarrollo y el uso del suelo propuesto para cada uno de los Predios Tipos determinados.

**b) Rubros Productivos Considerados**

Para la situación con proyecto se ha considerado el desarrollo de los siguientes rubros productivos agrícolas:

- Almendro
- Limón
- Palto
- Vid Vinífera
- Arándano
- Papas
- Zapallo de Guarda
- Maíz choclero
- Tomate
- Repollo
- Alfalfa

Estos rubros se han seleccionados en función de los siguientes aspectos:

- i) En primer lugar, ellos representan en conjunto más del 70% de la superficie actualmente regada en el área del proyecto.
- ii) Lo anterior indica que son cultivos con una adaptación probada en el área.
- iii) Algunos de estos cultivos tales como papa, zapallo, maíz choclero, tomate y repollo pueden representar a otros dentro de la agrupación de chacras y hortalizas. De este modo, ello no significa que, desde el punto de vista agroclimático, rubros como lechuga, coliflor, apio, zanahoria, porotos verdes, maíz grano, porotos secos no pueden desarrollarse en el área. Se seleccionaron los cultivos antes mencionados pues desde un punto de adaptación a los sistemas productivos de los agricultores del área estos rubros resultaron ser los más relevantes.
- iv) En relación a los frutales mayores (limón, palto, almendro y vid vinífera) estas especies se han considerado de mayor relevancia que otras también posibles de desarrollar, dadas las condiciones topográficas de una importante proporción de suelos que se regarían con las aguas de este proyecto. Las rinconadas altas son especialmente aptas para paltos, limones y almendros, pues desde el punto de vista climático disminuye en gran parte el riesgo de heladas. En el caso de la vid vinífera existen suelos planos y también con pendientes simples, muy aptos para desarrollar este cultivo. Todos estos rubros pueden ser exportados, desde el punto de vista de la calidad sanitaria del agua de acuerdo al informe del Sr. Crook, y efectivamente todos ellos son exportables desde hace tiempo. El limón es el único rubro de estos frutales cuyo mercado de exportación recién se está desarrollando pero se ha constatado que presenta buenas perspectivas. Por otro lado, son rubros atractivos desde el ángulo económico y ello es importante a la hora de considerar el costo del agua de riego futuro.
- v) El caso del arándano es bastante especial pero muy promisorio. En un principio las plantaciones de este berry se localizaron en el sur del país donde el clima y los suelos eran más aptos. Sin embargo, se han comprobado ciertas dificultades climáticas en el sur como son las heladas que han afectado al cultivo y, por otro lado han aparecido variedades más aptas a la zona central. Todo ello, han incentivado el desarrollo aún incipiente de plantaciones en la Región Metropolitana, región que por

su clima más templado permite adelantar la cosecha unos 15 días en relación al sur del país, aspecto que conlleva la obtención de mejores precios en el mercado de EE.UU.

- vi) La alfalfa se ha considerado el rubro representativo de las praderas ya que es la pradera más importante. Este rubro se realiza como producción de heno para la venta pero, fundamentalmente, como insumo de las explotaciones ganaderas - grandes y pequeñas - orientadas a la producción de leche.
- vii) Por último, se ha decidido incluir el concepto de huerta familiar como representativo de aquellas situaciones productivas orientadas fundamentalmente al autoconsumo que se desarrollan en sitios o parcelas residenciales. Para este caso se ha supuesto la siguiente estructura productiva: 30% hortalizas (maíz choclero, papas, tomate), 30% frutales (limones, almendros) y 40% pasto (alfalfa).

### I.7.2.2 Uso del Suelo por Grupo de Predios y Sector

#### a) Introducción

En este acápite se efectúa la caracterización productiva por Grupos de Predios y Sector de la situación agropecuaria con proyecto, es decir, aquella que se espera lograr una vez realizadas las obras y conseguidas las metas planteadas en el proyecto de riego en estudio.

Como se indicó anteriormente, esta parte del estudio se refiere a la caracterización agrícola del área de proyecto, en cuanto a la determinación del uso del suelo esperable de acuerdo a las condiciones propias de la zona en estudio.

La situación en desarrollo, o situación futura agropecuaria, como se ha señalado anteriormente corresponde a lo que puede esperarse, en cuanto a la asignación de rubros productivos en el suelo agrícola, en el largo plazo, en el año meta del proyecto. Esto considerando las condiciones de riego determinadas por las nuevas obras y sus normas de operación.

Por otra parte, en situación futura se dispondría de recursos de riego suficientes para desarrollar una agricultura con riego seguro, en vez de la situación actual, en que parte del área es regada con recursos insuficientes y otra se encuentra totalmente en condiciones de secano. Con el proyecto se posibilita la utilización del suelo de manera intensiva, por medio de cultivos que se adapten a las condiciones de clima y suelo del área y sean factibles de incorporar por los propios agricultores. De esta forma, se levanta la fuerte restricción existente en la situación actual, en que las condiciones actuales del área limitan el potencial desarrollo agrícola de ella. Indudablemente que al disponer de agua segura para el riego en situación futura, los agricultores no van a desarrollar la agricultura en el límite máximo del potencial físico de clima y suelo que ofrece la zona, sino que ese desarrollo va a estar condicionado en parte por factores tales como estructura de la propiedad rural, nivel tecnológico de las explotaciones, etc. Esto último significa que el plan o programa de situación futura debe ajustarse a los recursos del área, tomando en cuenta las condiciones que se estima existirán en el largo plazo.

Si bien lo anterior tiene mucha importancia, no es menos cierto que sólo con un gran esfuerzo productivo, tanto en cuanto a la selección de rubros a desarrollar como a la forma de hacer la explotación de ellos, es posible alcanzar las metas económicas que requiere la ejecución de las obras necesarias para efectuar el riego del área. En este sentido, un aspecto de mucho interés está constituido por la mejoría en el nivel tecnológico que utilicen los agricultores para desarrollar sus diferentes rubros productivos a futuro.

Cabe mencionar que la caracterización de la situación agropecuaria futura, al asignar cultivos en riego a la totalidad de las áreas factibles de ser regadas, pretende representar la realidad de ellas en el año meta del proyecto. De acuerdo a esto, la asignación de cultivos, tanto en superficie como en cuanto a especies consideradas, como se indicó anteriormente, tiene un valor referencial y por consiguiente no puede entenderse como un plan o programa agropecuario fijo.

Finalmente se ha considerado, como supuesto básico del desarrollo agrícola del área en condiciones de riego, el hecho que los agricultores cuenten con apoyo financiero y crediticio para desarrollar sus explotaciones en la forma propuesta.

b) Estructura de Producción Bajo la Cota de los Canales por Grupos De Predios, Sectores y Total del Área

En esta oportunidad en base a la asignación de cultivos por Predios Tipos, se ha estudiado el uso del suelo y la asignación de cultivos por Grupo de Predios, Sector y total del área.

El uso del suelo por grupo de predios determinada en función de los criterios anteriormente expuestos, ha permitido posteriormente obtener la estructura productiva por sector y para el total del área.

Sumando las superficies por rubros productivos, suelos y sectores se obtiene el uso del suelo por sector y para el total del área de estudio, el cual se presenta en los Cuadros I.7.2.2-1 al I.7.2.2-5.

CUADRO I.7.2.2-1  
USO DEL SUELO EN SITUACION CON PROYECTO O FUTURA (há)

TOTAL SECTOR 1

1-74

CULTIVOS	CLASES DE CAPACIDAD DE USO (ha)													TOTAL
	I	IIs	Iiw	Ile(IIs)	IIs(IIs)	Iiw	IVs	IVs(IIs)	IVe(IIs)	IVw	VIIs(IIs)	Vle	Vle(IIs)	
LIMON	0,0	8,1	0,0	6,1	13,8	0,0	0,0	0,0	67,9	0,0	0,0	0,0	23,9	119,8
ALMENDRO	0,0	6,2	0,0	12,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	23,1	41,5
PALTO	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5,2	69,9	0,0	0,0	0,0	40,8	115,9
VID VINIFERA	0,0	83,8	0,0	56,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,7	141,8
ARANDANO	0,0	9,8	0,0	1,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	11,3
PAPAS	0,0	0,0	0,0	14,4	11,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	25,7
ZAPALLO	0,0	6,4	0,0	24,1	15,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	45,5
MAIZ CHOCLERO	0,0	2,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,7
TOMATE	0,0	5,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5,3
REPOLLO-TOMATE	0,0	8,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	8,0
PAPA-MAIZ CHOCLERO	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
HUERTA FAMILIAR	0,0	1,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,5
ALFALFA	0,0	12,1	0,0	82,0	9,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	103,5
SIN ASIGNACION	0,0	38,6	0,0	28,4	24,6	0,0	0,0	6,6	20,6	0,0	0,0	0,0	53,2	172,1
<b>TOTAL</b>	<b>0,0</b>	<b>182,5</b>	<b>0,0</b>	<b>225,0</b>	<b>74,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>11,8</b>	<b>158,4</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>142,7</b>	<b>794,4</b>

Nota: El ítem sin asignación corresponde a superficie indirectamente productiva (5% de la superficie bruta) y a superficie de predios de agrado que no tienen un uso agrícola.

CUADRO I.7.2.2-2  
USO DEL SUELO EN SITUACION CON PROYECTO O FUTURA (há)

TOTAL SECTOR 2

CULTIVOS	CLASES DE CAPACIDAD DE USO (ha)													TOTAL
	I	IIs	Iiw	Ile(IIs)	IIs(IIs)	Iiw	IVs	IVs(IIs)	IVe(IIs)	IVw	VIIs(IIs)	Vle	Vle(IIs)	
LIMON	0,0	34,9	0,0	95,4	77,1	0,0	0,0	0,0	11,5	0,0	0,0	0,0	126,6	345,5
ALMENDRO	0,0	53,2	0,0	146,9	92,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	17,9	310,6
PALTO	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	47,6	0,0	0,0	0,0	188,0	235,5
VID VINIFERA	0,0	274,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	274,2
ARANDANO	0,0	101,3	0,0	23,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	125,2
PAPAS	0,0	19,8	0,0	75,3	31,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	126,2
ZAPALLO	0,0	16,7	0,0	107,2	33,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	157,8
MAIZ CHOCLERO	0,0	97,7	0,0	50,7	24,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	172,4
TOMATE	0,0	44,0	0,0	0,0	7,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	51,7
REPOLLO-TOMATE	0,0	108,9	0,0	7,1	6,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	122,2
PAPA-MAIZ CHOCLER	0,0	38,0	0,0	0,0	6,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	44,2
HUERTA FAMILIAR	0,0	162,1	0,0	6,7	5,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	6,4	181,0
ALFALFA	0,0	74,2	0,0	47,8	29,3	0,0	0,0	13,4	10,3	0,0	0,0	0,0	0,0	175,0
SIN ASIGNACION	0,0	138,9	0,0	60,9	18,5	0,0	0,0	13,2	56,4	0,0	0,0	0,0	89,9	377,7
<b>TOTAL</b>	<b>0,0</b>	<b>1.163,9</b>	<b>0,0</b>	<b>621,7</b>	<b>332,5</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>26,6</b>	<b>125,7</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>428,8</b>	<b>2.699,2</b>

Nota: El ítem sin asignación corresponde a superficie indirectamente productiva (5% de la superficie bruta) y a superficie de predios de agrado que no tienen un uso agrícola.

CUADRO I.7.2.2-3  
USO DEL SUELO EN SITUACION CON PROYECTO O FUTURA (ha)

TOTAL SECTOR 3

CULTIVOS	CLASES DE CAPACIDAD DE USO (ha)													TOTAL
	I	IIs	IIfw	IIIe(IIs)	IIIs(IIs)	IIIw	IVs	IVs(IIIs)	IVe(IIIs)	IVw	VIIs(IIIs)	VIe	VIe(IIIs)	
LIMON	0,0	80,0	0,0	125,4	145,5	0,0	0,0	98,6	148,3	0,0	0,0	37,2	364,7	999,7
ALMENDRO	0,0	71,5	0,0	194,9	32,8	0,0	0,0	21,4	58,2	0,0	0,0	37,2	216,8	632,7
PALTO	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	26,0	171,2	0,0	0,0	43,4	577,2	817,7
VID VINIFERA	0,0	669,4	0,0	16,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	685,7
ARANDANO	0,0	73,4	0,0	29,9	10,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	113,8
PAPAS	0,0	37,9	0,0	24,8	7,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	70,2
ZAPALLO	0,0	21,9	0,0	53,1	15,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	90,9
MAIZ CHOCLERO	0,0	177,9	0,0	27,5	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	205,8
TOMATE	0,0	37,2	0,0	0,0	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	37,8
REPOLLO-TOMATE	0,0	114,9	0,0	34,6	2,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	152,4
PAPA-MAIZ CHOCLER	0,0	81,0	0,0	20,0	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	101,4
HUERTA FAMILIAR	0,0	47,6	0,0	23,8	1,0	12,4	0,0	0,0	30,3	0,0	0,0	0,0	5,8	120,9
ALFALFA	0,0	278,1	0,0	106,6	65,5	79,9	37,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	567,0
SIN ASIGNACION	0,0	90,6	0,0	38,7	19,7	2,8	1,9	9,8	26,2	0,0	0,0	6,2	87,2	283,1
TOTAL	0,0	1.781,4	0,0	695,6	302,7	95,0	38,9	155,7	434,3	0,0	0,0	123,9	1.251,7	4.879,2

Nota: El ítem sin asignación corresponde a superficie indirectamente productiva (5% de la superficie bruta) y a superficie de predios de agrado que no tienen un uso agrícola.

CUADRO I.7.2.2-4  
USO DEL SUELO EN SITUACION CON PROYECTO O FUTURA (ha)

TOTAL SECTOR 4

CULTIVOS	CLASES DE CAPACIDAD DE USO (ha)													TOTAL
	I	IIs	IIfw	IIIe(IIs)	IIIs(IIs)	IIIw	IVs	IVs(IIIs)	IVe(IIIs)	IVw	VIIs(IIIs)	VIe	VIe(IIIs)	
LIMON	1,8	17,9	0,0	63,9	48,8	0,0	0,0	56,1	19,7	0,0	1,8	0,0	146,3	356,3
ALMENDRO	3,4	20,3	8,8	71,9	54,2	0,0	0,0	30,0	0,0	0,0	0,0	0,0	175,0	363,6
PALTO	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	70,9	100,9	0,0	62,9	0,0	227,1	461,8
VID VINIFERA	0,0	432,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	432,1
ARANDANO	1,4	51,8	0,0	15,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	68,4
PAPAS	35,8	75,8	0,2	71,6	0,0	0,0	0,0	28,3	0,0	14,4	0,0	0,0	0,0	226,2
ZAPALLO	0,0	69,2	4,3	58,0	0,0	0,0	0,0	44,8	0,0	28,2	0,0	0,0	0,0	204,4
MAIZ CHOCLERO	4,1	69,7	2,7	0,0	6,5	0,0	0,0	25,8	0,0	42,2	0,0	0,0	0,0	151,0
TOMATE	0,0	45,3	0,5	0,0	8,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	53,8
REPOLLO-TOMATE	1,4	83,9	4,3	0,0	6,4	0,0	0,0	1,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	97,7
PAPA-MAIZ CHOCLER	0,9	58,4	0,0	0,0	6,4	0,0	0,0	0,0	0,0	1,1	0,0	0,0	0,0	66,9
HUERTA FAMILIAR	0,3	1,8	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	2,4	0,0	0,0	1,9	0,0	0,0	8,3
ALFALFA	0,0	73,6	0,3	12,5	4,8	0,0	71,3	58,3	0,0	111,9	0,0	0,0	0,0	332,7
SIN ASIGNACION	2,6	73,2	1,2	15,5	7,1	0,0	3,8	16,8	6,4	10,4	4,2	0,0	28,8	169,8
TOTAL	51,5	1.073,0	23,3	309,5	142,2	0,0	75,1	335,1	127,0	208,2	70,8	0,0	577,2	2.992,9

Nota: El ítem sin asignación corresponde a superficie indirectamente productiva (5% de la superficie bruta) y a superficie de predios de agrado que no tienen un uso agrícola.

CUADRO 1.7.2.2-5  
USO DEL SUELO EN SITUACION CON PROYECTO O FUTURA (ha)  
TOTAL AREA DEL PROYECTO

CULTIVOS	CLASES DE CAPACIDAD DE USO (ha)													TOTAL
	I	IIs	Iw	IIe(IIs)	IIIs(IIs)	IIw	IVs	IVs(IIIs)	IVe(IIIs)	IVw	VIs(IIIs)	Vle	Vle(IIIs)	
LIMON	1,8	140,9	0,0	290,8	285,2	0,0	0,0	154,7	247,4	0,0	1,8	37,2	661,6	1.821,3
ALMENDRO	3,4	151,2	8,8	425,8	179,5	0,0	0,0	51,3	58,2	0,0	0,0	37,2	432,9	1.348,4
PALTO	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	102,1	389,6	0,0	62,9	43,4	1.033,0	1.630,9
VID VINIFERA	0,0	1.459,5	0,0	72,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,7	1.533,8
ARANDANO	1,4	236,4	0,0	70,5	10,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	318,7
PAPAS	35,8	133,5	0,2	186,0	50,0	0,0	0,0	28,3	0,0	14,4	0,0	0,0	0,0	448,3
ZAPALLO	0,0	114,3	4,3	242,4	64,7	0,0	0,0	44,8	0,0	28,2	0,0	0,0	0,0	498,6
MAIZ CHOCLERO	4,1	347,9	2,7	78,2	30,9	0,0	0,0	25,8	0,0	42,2	0,0	0,0	0,0	531,9
TOMATE	0,0	131,8	0,5	0,0	16,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	148,6
REPOLLO-TOMATE	1,4	315,7	4,3	41,8	15,4	0,0	0,0	1,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	380,3
PAPA-MAIZ CHOCLER	0,9	177,5	0,0	20,0	13,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,1	0,0	0,0	0,0	212,5
HUERTA FAMILIAR	0,3	213,0	1,0	31,4	6,9	12,4	0,0	2,4	30,3	0,0	1,9	0,0	12,2	311,7
ALFALFA	0,0	438,0	0,3	248,8	109,0	79,9	108,3	71,7	10,3	111,9	0,0	0,0	0,0	1.178,2
SIN ASIGNACION	2,6	341,2	1,2	143,5	69,9	2,8	5,7	46,3	109,6	10,4	4,2	6,2	259,1	1.002,6
TOTAL	51,5	4.200,8	23,3	1.851,8	851,4	95,0	114,0	529,2	845,4	208,2	70,8	123,9	2.400,4	11.365,7

Nota: El ítem sin asignación corresponde a superficie indirectamente productiva (5% de la superficie bruta) y a superficie de predios de agrado que no tienen un uso agrícola.

c) Estructura de Producción Sobre la Cota de los Canales por Sectores y Total del Área

Tal como se ha realizado en la situación actual o sin proyecto se han determinado dos áreas distintas dentro del proyecto. Una área corresponde a la incluida bajo la cota de los canales de riego y ya presentada, y otra área conformada por los terrenos ubicados sobre la cota de los canales de riego, la cual se describe a continuación.

En los terrenos sobre cota de los canales de riego se han asignado completamente con especies frutales de alta rentabilidad. Esta asignación se ha realizado con frutales debido a que los suelos presentes en estas áreas poseen ciertas complejidades que los hacen inadecuados al riego tradicional, requiriéndose por lo tanto de uso de riego tecnificado. Por otra parte, al ser necesario elevar mecánicamente el agua de riego para llegar a estos terrenos, se requiere necesariamente de un cultivo que sea capaz de pagar esta inversión.

El uso del suelo por sector y para el total del área en los terrenos sobre cota de canales de riego se presenta el Cuadro I.7.2.2-6

CUADRO I.7.2.2-6  
USO DEL SUELO EN SITUACION CON PROYECTO O FUTURA  
EN TERRENOS SOBRE COTA (há)

CULTIVOS	SECTORES				TOTAL
	Sector 1	Sector 2	Sector 3	Sector 4	
LIMON	129,8	150,9	38,3	48,1	367,1
ALMENDRO	43,1	129,5	23,8	49,4	245,8
PALTO	128,3	101,6	32,0	64,0	325,9
SIN ASIGNACION	9,3	11,8	2,9	8,5	32,5
TOTAL	310,4	393,7	97,0	170,0	971,1

Nota: El ítem sin asignación corresponde a superficie indirectamente productiva (3% de la superficie bruta).

I.7.2.3 Estándares o Patrones Productivos y Económicosa) Estándares o Patrones Productivos y Económicos

Al igual que para la situación actual agropecuaria, se han elaborado estándares o patrones productivos y económicos para cada uno de los rubros productivos propuestos en situación con proyecto o futura en el área del proyecto. Estos se han realizado de acuerdo al nivel tecnológico, utilizando la información de la encuesta a los predios tipos y antecedentes bibliográficos disponibles por el consultor y antecedentes generales obtenidos de zona. Los estándares incluyen las principales características de cada uno de los rubros identificados.

En términos generales se han considerado los siguientes aspectos en cada patrón:

- Labores e insumos
  - \* Mano de obra
  - \* Maquinaria
  - \* Tracción animal
  - \* Insumos físicos
  - \* Fletes y envases
  - \* Imprevistos
- Rendimientos

Se han valorizado los estándares o patrones productivos para obtener, a partir de ellos, los estándares económicos, refundiendo ambos aspectos. Estos incluyen información sobre ingreso bruto, costos directos, gastos generales e imprevistos y margen de contribución o margen bruto.

Los patrones se han elaborado a precios de mercado, y posteriormente, de acuerdo a las normas impartidas por MIDEPLAN, se han calculado a precios sociales.

Los patrones productivos y económicos incluidos corresponden a los siguientes :

- Limonero
- Almendro
- Palto
- Vid Vinífera
- Arándano
- Papa Nivel Medio
- Papa Nivel Alto
- Zapallo Guarda Nivel Medio
- Zapallo Guarda Nivel Alto
- Maíz Choclero
- Tomate
- Repollo
- Alfalfa Nivel Medio
- Alfalfa Nivel Alto

Los precios de productos respectivos se han obtenido del capítulo "Mercados, comercialización y precios" realizado para el presente proyecto. Los precios de insumos se han obtenido de información de antecedentes bibliográficos publicados por diversas instituciones y de antecedentes obtenidos en terreno. Los rendimientos de los diferentes cultivos se indican en los respectivos patrones y se han obtenido en la forma mencionada anteriormente.

#### b) Gastos Indirectos

Con el objeto de determinar posteriormente el ingreso neto o margen neto agrícola de la situación con proyecto o futura, se han estimado los gastos indirectos por hectárea de cada Predio Tipo considerado.

Los aspectos que se han incluido en los gastos indirectos corresponden a los mismos presentados en la situación actual o sin proyecto y cuya base de estimación corresponde a la información de la encuesta realizada a los predios tipos. Los aspectos considerados son los siguientes: administración, contribuciones, contabilidad, movilización y otros, y gastos generales.

De acuerdo a lo anterior y estimando un 20% de aumento en los valores de situación sin proyecto por efecto de la entrada en funcionamiento del proyecto, se han determinado los valores de los gastos indirectos a precios de mercado. Estos se presentan en el Cuadro I.7.2.3-1. Los valores sociales corresponden a los mismos presentados a precios privados descontando los gastos por concepto de contribuciones.

**CUADRO I.7.2.3-1**  
**GASTOS INDIRECTOS POR PREDIO TIPO (há)**  
**SITUACION CON PROYECTO**

ITEM	P.T. 1a (*)	P.T. 2a, 2b, 19a	P.T. 3a, 4c, 6a, 7a	P.T. 4a, 4b, 5a, 8a, 8b, 14a	P.T. 9a, 10a, 11a, 13a, 14b	P.T. 1b, 11b, 12a, 15a, 16a, 17a, 18a, 20a
	Parcelas Agrado	< 5 há	5 há a a10 há	10 há a 50 há	> 50 há	Tecnificados
Administración	-	-	-	12.000	18.000	24.500
Contribuciones	-	-	9.400	6.000	4.200	2.500
Contabilidad	-	-	1.700	2.000	2.500	3.000
Movilización	-	9.000	9.000	11.000	14.000	17.000
Comunicación	-	1.200	1.800	1.400	2.500	3.000
Gastos Generales	-	4.200	6.000	5.300	8.000	15.000
Total	-	14.400	27.900	37.700	49.200	65.000

(\*) Este predio no posee gasto indirecto por concepto de la actividad agrícola por el hecho de no corresponder a un predio agrícola.

### I.7.3 INVERSIONES

Las inversiones agrícolas a implementar con la ejecución del presente proyecto, tienen relación con las inversiones en plantaciones frutícolas, estructuras de almacenaje, métodos de riego y en general todo aquello que en la actualidad no exista y sea necesario incorporar a la actividad agropecuaria de la situación con proyecto.

Entre las inversiones en plantaciones frutícolas, se deben señalar las plantaciones de especies tales como: almendros, limoneros, paltos y arándanos.

Las inversiones en estructuras de almacenaje, se refieren a infraestructura predial de guarda de forrajes, como es el caso de galpones. También se debe considerar dentro de este ítem los packing, necesarios para el procesamiento de las especies frutícolas.

Dentro de los sistemas de riego se incluye el respectivo costo de inversión de cada método. Entre los métodos de riego tecnificados a implementar se encuentran los siguientes: aspersión, goteo, microjet, cintas y pivote central.

Cabe señalar, que cada una de las inversiones mencionadas son descritas y consideradas en detalle en la respectiva evaluación económica del proyecto.

### I.7.4 MÁRGENES ECONÓMICOS

En esta actividad se entrega un resumen de los márgenes económicos unitarios para cada uno de los rubros productivos propuestos en situación con proyecto o futura. La información ha sido elaborada tanto a precios de mercado como a precios sociales.

Los márgenes económicos considerados corresponden a los siguientes cultivos: Limonero, almendro, palto, vid vinífera, arándano, papa nivel medio, papa nivel alto, zapallo

guarda nivel medio, zapallo guarda nivel alto, maíz choclero, tomate, repollo, alfalfa nivel medio y alfalfa nivel alto

Además de los cultivos anteriormente señalados, se han considerado dos tipos de rotaciones de cultivos anuales (dobles cultivos) consistentes en repollo - tomate y papa - maíz choclero. Ambas rotaciones corresponden a cultivos realizados en una misma temporada agrícola en el mismo terreno, por lo cual la rentabilidad de la superficie es duplicada.

Los márgenes económicos por rubro productivo se presentan en el Cuadro I.7.4-1 a precios de mercado y social a \$ de Mayo de 1997.

CUADRO I.7.4-1  
MARGENES ECONOMICOS UNITARIOS  
PRECIOS DE MERCADO Y SOCIAL  
(\$ Mayo de 1997)

RUBRO PRODUCTIVO	MARGEN BRUTO PRECIO DE MERCADO	MARGEN BRUTO PRECIO SOCIAL
Limonero (*)	754.913	803.191
Almendra (*)	730.1831	769.296
Palto (*)	1.214.688	1.234.830
Vid vinífera (*)	938.300	1.112.579
Arándano (*)	1.120.023	1.525.660
Papa nivel medio	629.287	713.340
Papa nivel alto	817.716	962.711
Zapallo guarda nivel medio	839.510	1.069.458
Zapallo guarda nivel alto	1.293.725	1.609.311
Maíz choclero	746.388	854.453
Tomate	870.311	1.118.210
Repollo	757.742	1.070.082
Repollo - Tomate	1.628.053	2.188.292
Papa nivel medio - Maíz choclero	1.375.675	1.567.793
Papa nivel alto - Maíz choclero	1.564.104	1.817.164
Alfalfa nivel medio (*)	331.022	394.171
Alfalfa nivel alto (*)	514.234	595.098

(\*) Valores corresponden a anualidades

## I.8 PREDISEÑO DE OBRAS CIVILES

### I.8.1 INTRODUCCIÓN

Este resumen, se refiere al prediseño de las obras matrices que conforman la inversión en infraestructura civil, para materializar el proyecto de aprovechamiento en riego, de las aguas servidas que serán tratadas en la futura planta Santiago Sur de Emos.

El aprovechamiento de las aguas tratadas por EMOS, consiste en el riego de suelos que actualmente son de secano, en que la superficie inicialmente considerada en el estudio, tanto sobre como bajo la cota de canal, es notablemente mayor a la posible de servir con el agua disponible. Esta circunstancia orientó la definición de alternativas de sectores a regar; de esta forma los estudios realizados tienden a optimizar el uso del recurso hídrico, mediante su total

aprovechamiento, dado que el caudal disponible con alta seguridad, constituye la limitación más restrictiva para el proyecto.

## I.8.2 CRITERIOS GENERALES DEL DIMENSIONAMIENTO HIDRÁULICO Y ESTRUCTURAL

### I.8.2.1 Dimensionamiento Hidráulico

Las obras incluidas en la determinación de la inversión en obras civiles del canal matriz de riego, son:

- Canales matrices ( prediseño )
- Red secundaria ( esquema conceptual )
- Obras de arte principales tales como: bocatoma, canoas, revestimientos, túneles, marcos partidores, aforadores, cruces de quebrada, alcantarillas, sifones, rápidos de descarga, desagües, plantas de bombeo, tranques reguladores, saques laterales, compuertas, etc.

Estas obras se han prediseñado para un caudal adoptado, tras un análisis de las demandas del sistema que incluye las eficiencias de: captación, conducción, distribución y aplicación del agua.

La obra más importante es el canal matriz, el cual se ha proyectado para la altura normal de escurrimiento en cada tramo caracterizado, con los parámetros básicos que son: caudal, pendiente, rugosidad de Manning, sección transversal y sus variantes.

### I.8.2.2 Dimensionamiento Estructural

Las obras se han tipificado y parametrizado, de modo de obtener flexibilidad en el análisis estructural y cálculos conservadores, cuyos factores de seguridad, son acordes con este nivel de estudios.

En este estudio, se han definido los parámetros generales utilizados, que incluyen estimaciones para las solicitaciones permanentes, las sobrecargas y los valores admisibles para los elementos y las tensiones en los sellos de fundaciones.

Las obras se han estructurado de acuerdo al grado de importancia de las solicitaciones 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.

## I.8.3 ESQUEMAS ALTERNATIVOS DE OBRAS BÁSICAS

En la definición de los esquemas alternativos de obras básicas, se consideraron una serie de variantes, con combinaciones de sectores a servir. De tal forma se consideraron los aspectos relacionados con las disponibilidades del recursos y los costos de las respectivas obras civiles asociadas. Este tipo de consideraciones permitió descartar el riego del Sector 3, debido a que los costos por hectárea regada son claramente superiores a las otras alternativas estudiadas. Incorporar el riego la superficie del Sector 3, tiene un mayor costo por hectárea que los Casos que a continuación se plantean.

Para el prediseño, se estudiaron seis Casos, con superficies de riego distintas, asociados a los cuatro Sectores caracterizados en los estudios agronómicos. De acuerdo con los resultados del modelo de simulación del sistema, se determinó que los recursos hídricos de la Planta Santiago Sur de EMOS, no eran suficientes para regar la totalidad del área correspondiente a los cuatro Sectores de riego definidos. Por tal motivo, se analizaron una serie de alternativas, de tal forma que por razones de costos de las obras civiles asociadas se decidió descartar el Sector 3, que es la zona más alejada y de más difícil acceso, ya que requiere de un sifón y un túnel de grandes dimensiones.

Los Casos seleccionados se describen a continuación, en los Cuadros I.8.3-1 y I.8.3-2, en los que el costo global adoptado para las obras, corresponde a las variantes sin revestimiento del canal matriz.

CUADRO I.8.3-1  
CASOS DE SUPERFICIE DE RIEGO SEGURO SOBRE y BAJO COTA DE CANAL

CASO	UBICACION DE SUPERFICIE SOBRE y BAJO COTA DE CANAL	SUPERFICIE DE RIEGO SEGURO (há)	LONGITUD DE CANAL MATRIZ (km)	CAUDALES EN BT. PARA EL PREDISEÑO (m <sup>3</sup> /s)	COSTO GLOBAL ADOPTADO PRIVADO (US\$ millones)
1	SECTOR: 1 y 4	3.908	139	4,2	28,9
2	SECTOR: 1, 4 y 2 norte	5.288	178	6,3	40,6
3	SECTOR: 1, 2 norte y 2 suroeste	3.627	154	3,9	31,7

CUADRO I.8.3-2  
CASOS DE SUPERFICIES DE RIEGO BAJO COTA DE CANAL

CASO	UBICACION DE SUPERFICIE BAJO COTA DE CANAL	SUPERFICIE DE RIEGO SEGURO (há)	LONGITUD DE CANAL MATRIZ (km)	CAUDALES EN BT. PARA EL PREDISEÑO (m <sup>3</sup> /s)	COSTO GLOBAL ADOPTADO PRIVADO (US\$ millones)
4	SECTOR: 1 y 4	3.446	139	4,0	25,8
5	SECTOR: 1, 4 y 2 norte	4.946	185	6,2	38,2
6	SECTOR: 1, 2 norte y 2 suroeste	2.944	150	3,5	27,4

La distribución de las superficies regadas por sector, son variables, para cada uno de los seis Casos estudiados. Los valores de esas superficies de riego seguro se presentan en el cuadro I.8.3-3.

**CUADRO I.8.3-3  
SUPERFICIES DE RIEGO SEGURO POR SECTORES**

CASO	SUPERFICIE REGADA ( há )			
	SECTOR N°1	SECTOR N°2	SECTOR N°4	TOTAL
1	923	0	2.985	3.908
2	923	1.380	2985	5.288
3	923	2.704	0	3.627
4	623	0	2.823	3.446
5	623	1.500	2.823	4.946
6	623	2.321	0	2.944

Los Casos señalados, incluyen el riego de terrenos ubicados bajo cota de canal y además el caso de terrenos que quedarán sobre su cota y requerirán de impulsiones mecánicas de variados tamaños, para acceder a las cabeceras de las agrupaciones. Cada Caso incluye su dimensionamiento económico, la cubicación de las partidas de obras y su costeo globalizado, a precios privados y sociales, que permitirán realizar la posterior evaluación económica, con el programa de inversiones en obras civiles.

El estudio de cada Caso, incluyó tres variantes de sección del canal, que tienden a optimizar los parámetros más influyentes de la inversión civil, las cuales se caracterizan por una geometría específica de la cubeta del canal matriz, variando básicamente los anchos basales.

Se analizaron alternativas de revestimiento, comprobándose que resulta de un notable menor costo el canal excavado en material común sin revestir, aunque el volumen de excavación por km de trazado resulta mayor.

#### I.8.4 ANTEPROYECTO PRELIMINAR DE LAS OBRAS CIVILES Y PRESUPUESTO

##### I.8.4.1 Generalidades

Las alternativas de riego, de los diferentes sectores, tienen asociadas una demanda hídrica, cuyos caudales oscilan entre 3,3 m<sup>3</sup>/s y 6,0 m<sup>3</sup>/s en bocatoma, según se determinó en el balance hídrico, realizado con el Modelo de Simulación desarrollado para el Proyecto Santiago Sur.

Para la determinación de los caudales de diseño de las obras del proyecto, se analizó previamente el sistema más adecuado para distribuir el agua hacia los derivados desde el canal matriz, adoptando la distribución automática del agua mediante marcos partidores. Este sistema permite reducir la capacidad de porteo del canal a lo largo de su desarrollo, si además se dispone de una secuencia de obras de seguridad y desagüe. Aguas abajo de las entregas, se consultan obras de regulación nocturna, desde las cuales se desprenden las denominadas redes secundarias de riego.

Por otra parte, la capacidad del canal también disminuye a medida que se producen las pérdidas en la conducción, lo cual se considera en el prediseño.

Para considerar los traslados accionarios de toda red de riego y pequeñas variaciones del caudal originadas en movimientos de compuertas y en la misma disponibilidad en bocatoma en todos los casos estudiados, se adoptó un caudal de diseño que incluye un 5% adicional; así para el Caso N° 2 se tiene:

$$Q_b = 6 \text{ m}^3/\text{s} + 5\% = 6,3 \text{ m}^3/\text{s}$$

Se efectuaron los prediseños de las obras principales que conforman el proyecto, para plantear soluciones técnicas a nivel preliminar y especialmente para cuantificar las inversiones en obras civiles para los seis Casos ya indicados.

El antecedente principal de trabajo lo constituyó la restitución aerofotogramétrica a escala 1:10.000 proporcionada por la CNR. Estos antecedentes cartográficos fueron complementado por algunos levantamientos específicos realizados por el Consultor, ligándolos al plano general a través de puntos notables del terreno.

#### I.8.4.2 Descripción de las Obras

Las obras prediseñadas, son las que se han identificado necesarias para: captar, conducir y distribuir el agua destinada al riego, por un canal matriz común, hasta los derivados principales. La descripción de las obras se presenta a continuación.

##### - Canal matriz.

El caudal de prediseño en la bocatoma del sistema proyectado es de 6,3 m<sup>3</sup>/s, correspondiente al Caso N°2, que tiene la mayor superficie de riego.

El canal troncal se especifica excavado en tierra, con unos 16 km de longitud, el cual abastecerá los canales matrices de los sectores 1, 2 y 4.

Construcción de canales matrices en tierra, en cada sector caracterizado, totalizando unos 180 km de longitud desde el cual se descuelgan canales derivados para la red secundaria, la que se estima alcanza a unos 10 km de longitud. A partir de estos últimos, se deriva la red terciaria que alimenta a los predios beneficiados con el proyecto.

##### - Tranques nocturnos

Con el objeto de entregar el agua en forma continua a través de los marcos partidores del canal matriz, se consultan tranques acumuladores nocturnos en la cabecera de agrupaciones de suelos, alimentados por la red secundaria. El prediseño considera dos tamaños típicos, en que para el Caso N°2 que sirve una superficie mayor, incluye: 38 tranques de 6.000 m<sup>3</sup> y 19 tranques de 12.000 m<sup>3</sup>. En cada caso se almacena durante un día completo. La obra está constituida por un muro de suelo fino del tipo arena arcillosa, con 4 m de altura y 3,2 m de ancho de coronamiento. Los taludes recomendados 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 de hormigón armado, tubería y compuerta metálica.

### - Plantas de bombeo

La mayor parte de los suelos agrícolas ubicados sobre la cota del canal matriz, serán abastecidos mediante plantas elevadoras con motor eléctrico. En una etapa posterior de estudios será necesario precisar la factibilidad técnica de incorporar al riego, la totalidad de dicha superficie.

Las plantas de bombeo consisten en una entrega desde el canal matriz mediante un marco de boquera hacia el borde del cerro del canal, seguidas de una sentina. Las plantas incluyen además las motobombas elevadoras, las interconexiones hidráulicas con sistema de succión y descarga, la caseta de bombeo, tubería de impulsión y descarga a una cubeta aquietadora con aforador.

Se considera que el abastecimiento eléctrico de las plantas elevadoras se realizará mediante nuevas líneas aéreas de alta tensión.

### - Bocatoma

Se trata de una obra de hormigón armado, prediseñada para  $6,3 \text{ m}^3/\text{s}$ , ubicada en una descarga lateral del emisario de evacuación al río Mapocho, que conduce las aguas tratadas de la planta Santiago Sur de EMOS.

Consta de dos compuertas frontales al emisario de EMOS con altura rebajada, para rebalsar encima de su umbral en casos de emergencia. Asimismo dispone de dos compuertas laterales de admisión al canal de riego proyectado, con compuerta de tablones de álamo impregnado y mecanismo de levante, seguidas de un aquietador y un aforador de barrera triangular. Hacia aguas abajo del canal de riego, las aguas se conducen por una alcantarilla de sección cajón  $3\text{m} \times 3\text{m}$  en hormigón armado, bajo el nivel de terreno, hasta empalmar en el primer túnel del canal troncal, en el km 0,55.

### - Marcos

En los canales matrices, se consultan dos prediseños tipificados de marcos partidores de hormigón armado. Para caudales importantes, se especifican marcos de barrera triangular con plancha partidora, en las derivaciones de los canales matrices norte/sur, Sector 1 al 4 y otro en el Sector 2 norte al 2 suroeste. Además, se consultan marcos de boquera, para extraer caudales en porcentajes pequeños, ubicados a lo largo del canal matriz, que alimentan la red secundaria. En el saliente de las boqueras se consultan compuertas metálicas con candado, para fines de control por parte de la organización.

Para los suelos sobre la cota de canal, se proponen unos 30 marcos partidores tipo boquera seguidos de plantas elevadoras.

En la red secundaria, se consultan unos 100 marcos partidores tipo boquera para alimentar los canales menores de esta red.

### - Aforadores en el canal matriz

Se consultan secciones de aforo en albañilería de piedra para los canales matrices, que cuentan con una regleta metálica graduada.

- Túneles

Los túneles serán excavados en roca, mediante procedimientos artesanales, reforzándose con malla ACMA y shotcret. Su sección típica de proyecto es de herradura, en que existirá escurrimiento libre de acueducto. En total se consultan 6 túneles, cuyas longitudes totales alcanzan unos 5,2 km.

En una etapa posterior de estudios, se debiera consultar la optimización de la sección de los túneles, mediante el aumento de la pendiente de fondo en esos tramos del trazado.

- Obras de cruce de quebradas: Canoas

Se consultan canoas de tubo metálico con compuerta de rebalse y cámaras de hormigón armado en la entrada y salida de la obra. Estas obras permitirán mantener el actual curso de las quebradas sin incorporar aguas ni sedimentos al canal proyectado en época invernal.

También se consultan canoas de hormigón armado en los cruces de quebrada y bajos naturales existentes.

- Obras de distribución en red secundaria y terciaria

Obras de saque lateral en hormigón simple y hoja metálica seguidas de aforador. Permiten las extracciones desde los canales de la red secundaria y terciaria.

- Aforadores en la red secundaria

Los aforadores serán de hormigón simple con barrera triangular, dispuestos aguas abajo de las compuertas tipo jardín indicadas anteriormente.

- Sistemas de seguridad y rebalse

En el trazado de los canales matrices, se consultan vertederos laterales en hormigón armado con compuerta de tabloncillos removibles de álamo impregnado. Permitirán el desagüe en época invernal de los canales hacia las vías de drenaje natural del terreno. Aguas abajo de los vertederos, se consultan rápidos con cubetas disipadoras de energía al pie, seguidos de canales de desagüe al Estero Puangue, con intercalaciones de caídas en albañilería de piedras, de diseño tipificado.

- Caídas en el canal matriz

Se consultan caídas a través de un rápido de descarga con incorporación de aire, para un caudal en el rango: 0,7 m<sup>3</sup>/s hasta 6,1 m<sup>3</sup>/s, en los canales matrices. Las obras de caídas alcanzan desniveles de hasta unos 100 metros de altura. Esta obra será de hormigón armado y enrocado consolidado en su lecho para la incorporación de aire, con una cubeta de disipación al pie. Son tres caídas en total: una para la minicentral, otra para la entrega del canal sector N°4 y la tercera en el km 42 del canal del sector N°4.

- Puentes y pasarelas

Los puentes y pasarelas se estructuran en base a rollizos descortezados de eucalipto sulfatado, con apoyos de hormigón armado en los extremos. Permiten el tránsito vehicular y peatonal por sobre los canales proyectados. Se dispondrá al menos una pasarela peatonal por cada predio del sistema.

- Alcantarillas

Se consultan el prediseño tipificados de estas obras de hormigón armado, con sección cajón, en las interferencia del canal proyectado con caminos existentes.

- Cruces de reguero

Son obras de madera de álamo impregnado y rollizos de eucalipto sulfatado para cruzar las aguas de regueros existentes por sobre los canales proyectados.

- Minicentral hidroeléctrica

En el km 13 del canal troncal, se especifica una minicentral, cuya definición se ha realizado a nivel conceptual a través de curvas de costos, que aprovechará la existencia de una caída en rápido, con todo el caudal destinado al riego, proveniente de la planta de tratamiento de aguas servidas Santiago Sur. La central operará el año 2.004. Su construcción se debería iniciar a partir del año 2002, con una duración de dos años, pero debido a su baja rentabilidad no se considera esta alternativa como parte del proyecto de riego.

#### I.8.4.3 Presupuesto de las Obras

##### a) Precios Unitarios

Este tema se ha desarrollado con los rendimientos medios esperables en obras de riego, empleados en otros proyectos similares ya aprobados recientemente, para el Ministerio de Obras Públicas. Para su empleo en el presupuesto de precios privados, se calcularon los precios de mercado y luego los que correspondían se modificaron para obtener el presupuesto con precios sociales.

En el proyecto de ingeniería realizado, se incluye el análisis de los precios unitarios, en que se han consultado los valores de mano de obra obtenidos de terreno, otros del manual Ondac N° 201 y adicionalmente, rendimientos específicos adecuados para trabajos en terrenos con acceso dificultoso.

Los factores sociales que corrigen los precios privados, corresponden al proceso presupuestario 1997 de MIDEPLAN.

##### b) Cubicaciones y Presupuesto

En el estudio, se incluyen las cubicaciones de todas las obras del proyecto y cálculo del presupuesto neto por partidas (sin IVA), para cada Caso alternativo analizado.

Se calcularon dos presupuestos por partidas globalizadas, el de precios privados y el de precios sociales, para su empleo en la evaluaciones respectivas.

En la determinación del presupuesto de obras, se realizó un análisis de alternativas de revestimientos de los canales. Finalmente, por consideraciones constructivas y de costo, se optó por un trazado en tierra sin revestimientos, el cual corresponde al presupuesto de referencia de este estudio.

Los costos de imprevistos, gastos generales y utilidades del contratista, por el nivel preliminar de este estudio, se asume corresponden a un 60% del monto de los costos directos de cada alternativa.

A continuación se presenta el Cuadro I.8.4.3-1, con un resumen detallado de los costos totales netos y por hectárea regada del canal y sus obras, para cada uno de los seis Casos estudiados:

**CUADRO I.8.4.3-1  
COSTO TOTAL PROYECTO SANTIAGO SUR  
PRECIOS PRIVADOS**

CASO	SUPERFICIE RIEGO SEGURO (há)	COSTO TOTAL (millones \$)	COSTO POR HECTÁREA (US\$ / há)
CASO 1	3.908	12.100	7.400,00
CASO 2	5.288	17.000	7.700,00
CASO 3	3.627	13.300	8.700,00
CASO 4	3.446	10.800	7.500,00
CASO 5	4.946	16.000	7.700,00
CASO 6	2.944	11.500	9.300,00

En el estudio se analizó la posibilidad de incorporar embalses para la regulación de los recursos. Debido a la gran superficie de riego involucrada y a la falta de recursos en la planta de EMOS, se estudió la posibilidad de proyectar un embalse de capacidad relevante para la cuenca, el cual se analizó en el único emplazamiento posible, que corresponde al Estero Puangue. A modo ilustrativo, se indica que la Dirección de Riego del MOP, realizó en 1993 el estudio del embalse El Flamenco, ubicado en el mismo estero, alternativa que fuera desechada por razones de insuficiente rentabilidad.

Con motivo de este estudio, se incluyó el análisis de la alternativa de embalse con el fin específico de complementar la solución del canal matriz proveniente de la planta EMOS, la cual se detallada en los Anexos de este Estudio. El costo de las obras de inversión para la materialización de esta alternativa es muy elevado, arrojando el mayor de los costos por superficie de riego, razón por la cual fue descartada.

c) Programa de inversiones civiles y mano de obra

Mediante una secuencia lógica de construcción por actividades que componen cada ítem del proyecto, se propone la ejecución de las obras civiles a partir del año 2001 (año 0 del horizonte de la evaluación económica del proyecto).

Se propone la ejecución de las obras civiles en distintas etapas, según la disponibilidad en el tiempo de los recursos hídricos, entregados por la planta de tratamientos de EMOS.

Para los Casos N°: 1, 3, 4 y 6; se plantea la construcción del canal matriz y sus obras de arte en un solo período de inversión civil. Estas obras pueden ser construidas en un plazo de 3 años, dando inicio a las faenas en el año 2001 (año 0 del horizonte de evaluación) y su término en el

año 2003. En el año 2004, la Planta de EMOS ya contaría con los caudales necesarios para pleno desarrollo del riego de los cuatro Casos indicados.

En los Casos N°: 2 y 5, se plantea la construcción del canal matriz y sus obras de arte en dos diferentes períodos de inversión civil. En una primera etapa, se consulta la construcción del canal troncal y los primeros tramos de los canales matrices con sus obras. Estas obras pueden ser construidas en un plazo de 3 años, dando inicio a las faenas en el año 2001 (año 0 del horizonte de evaluación) y su término en el año 2003. En una segunda etapa, cuando exista mayor disponibilidad del caudal en la Planta Santiago Sur de EMOS, se propone la prolongación del canal matriz, para regar las zonas agrícolas del Sector N°2, en el estero Puangue; esta segunda etapa podría ser construida en un año de plazo, durante el 2015, que corresponde al año 14 del proyecto. En esta última fecha, la Planta de tratamientos tiene los recursos suficientes para satisfacer las respectivas demandas de riego.

En el siguiente Cuadro, se entrega el programa de inversiones civiles para cada Caso, a precios privados.

**CUADRO I.8.4.3-2  
PROGRAMA DE INVERSIONES COSTO CIVIL  
PRECIOS PRIVADOS**

AÑO	CASO N° 1 (mill \$)	CASO N° 2 (mill \$)	CASO N° 3 (mill \$)	CASO N° 4 (mill \$)	CASO N° 5 (mill \$)	CASO N° 6 (mill \$)
2001	4.033	4.767	4.433	3.600	4.502	3.833
2002	4.033	4.767	4.433	3.600	4.502	3.833
2003	4.033	4.766	4.434	3.600	4.501	3.834
2015	-	2.700	-	-	2.495	-
<b>TOTAL</b>	<b>12.100</b>	<b>17.000</b>	<b>13.300</b>	<b>10.800</b>	<b>16.000</b>	<b>11.500</b>

Se plantea realizar en el año 15 del horizonte de la evaluación económica, la inversión civil en reposición de las partidas de madera, esto es el año 2016.

En cuanto a la mano de obra en las actividades civiles, la construcción de las obras de riego, demandará en promedio, unas 200 Jornada-hombres/año, durante la ejecución de las obras, lo que es posible satisfacer sin dificultad con la mano de obra local del sector del Proyecto.

El cálculo de la cantidad de mano de obra, se contiene en el Capítulo IX de este Estudio.

d) Alternativa proyectada

Aun cuando se determinó el costo de los seis Casos presentados, la alternativa que se presentó en los planos, fue la correspondiente a la N°2, por incorporar una mayor superficie al riego, empleando la totalidad de los recursos hídricos disponibles. Esta alternativa riega los suelos ubicados sobre y bajo la cota de canal.

Al analizar los costos unitarios de inversión civil por ha, se concluye que estos varían entre los 7.400 US\$/ha y 7.700 US\$/ha, regando entre 3.908 ha y 5.288 ha, respectivamente,

correspondiendo éste último valor al Caso N°2 ya señalado; por otra parte se dio el Caso N°6 que riega una superficie menor de sólo 2.944 ha a un alto costo unitario de 9.300 US\$/ha.

De acuerdo a lo anterior, se puede apreciar que de las seis alternativas estudiadas, cuatro tienen un costo unitario por hectárea cuya diferencia es menor del 5%. Por este motivo, se decidió proyectar las obras civiles para la alternativa N°2, que tiene la mayor superficie de riego seguro, con el propósito de conocer las características de la alternativa que permitirá maximizar el uso de los recursos hídricos, disponibles en la Planta Santiago Sur de EMOS.

## I.9 EVALUACIÓN SOCIO-ECONÓMICA DEL PROYECTO

### I.9.1 INTRODUCCIÓN

La presente evaluación del proyecto tiene por objeto principal, la definición de beneficios, costos y externalidades de las alternativas de obras civiles estudiadas a nivel de prefactibilidad para el aprovechamiento de las aguas tratadas de la Planta Santiago Sur de EMOS. Este tiene por objetivo regar zonas de secano en el valle del Estero Puangue, en las comunas de Curacaví y María Pinto de la Región Metropolitana, para la cual es posible plantear un desarrollo agrícola, acorde con las potencialidades del suelo y clima existentes en el área del proyecto.

#### I.9.1.1 Sectorización del Area del Proyecto

El área del proyecto se ha dividido en cuatro sectores, de acuerdo a sus características geográficas y a su posición con respecto del canal Las Mercedes y del Estero Puangue. Cada uno de estos sectores tiene una superficie con potencial agrícola, que actualmente tienen parte de su superficie regada con baja seguridad. Estos sectores y sus respectivas superficies son:

CUADRO I.9.1.1-1  
SUPERFICIE TOTAL, DE RIEGO ACTUAL Y POTENCIAL POR SECTOR

Sectores	Superficie Agrícola (ha)	Superficie Agrícola Potencial * (ha)	Superficie actualmente regada (ha)
Sector 1	1.983	924	101
Sector 2	5.277	2.704	898
Sector 3	8.358	4.690	880
Sector 4	3.957	2.985	1.036
Total	19.575	11.303	2.915

\* : Con capacidad de uso I a VI.

#### I.9.1.2 Esquemas Alternativos de Obras Básicas

Para el prediseño de las obras civiles, se estudiaron seis Casos, con distintas superficies de riego seguro, asociados a los cuatro Sectores caracterizados en los estudios agronómicos. De acuerdo con los análisis realizados, se determinó que los recursos hídricos de la Planta Santiago Sur de EMOS, no son suficientes para regar la totalidad del área correspondiente a los cuatro Sectores de riego definidos. Por tal motivo, se decidió descartar el Sector 3, que es la zona más alejada y de más difícil acceso, que requiere obras civiles caras y de grandes dimensiones. Los Casos seleccionados se describen a continuación:

**CUADRO I.9.1.2-1**  
**CASOS DE SUPERFICIE DE RIEGO SEGURO SOBRE Y BAJO COTA DE CANAL**

CASO	UBICACION DE SUPERFICIE SOBRE y BAJO COTA DE CANAL	SUPERFICIE DE RIEGO SEGURO (ha)	LONGITUD DE CANAL DE MATRIZ (km)	CAUDALES EN BT. PARA EL PREDISEÑO (m3/s)	COSTO GLOBAL ADOPTADO PRIVADO (US\$ millones)
1	SECTOR: 1 y 4	3.908	139	4,2	28,9
2	SECTOR: 1, 4 y 2 norte	5.288	178	6,3	40,6
3	SECTOR: 1, 2 norte y 2 suroeste	3.627	153	3,9	31,7

**CUADRO I.9.1.2-2**  
**CASOS DE SUPERFICIE DE RIEGO SEGURO BAJO COTA DE CANAL**

CASO	UBICACION DE SUPERFICIE BAJO COTA DE CANAL	SUPERFICIE DE RIEGO SEGURO (ha)	LONGITUD DE CANAL DE MATRIZ (km)	CAUDALES EN BT. PARA EL PREDISEÑO (m3/s)	COSTO GLOBAL ADOPTADO PRIVADO (US\$ millones)
4	SECTOR: 1 y 4	3.446	139	4,0	25,8
5	SECTOR: 1, 4 y 2 norte	4.946	183	6,2	38,2
6	SECTOR: 1, 2 norte y 2 suroeste	2.944	152	3,5	27,4

En todos los casos, los tamaños de las alternativas de obras fueron optimizados según las características físicas de cada una y los proyectos agrícolas asociados a cada alternativa de obras, que corresponden a la mejor utilización de los recursos hídricos, con 85% de seguridad de riego.

### I.9.1.3 Criterios Generales para la Evaluación

La evaluación económica, de las alternativas señaladas, se basa en los flujos agronómicos y en los costos de inversión del proyecto civil. El análisis de los beneficios directos se centró en el rubro de producción agropecuaria, la cual es caracterizada en los estudios agronómicos. Sobre la base de estos antecedentes se determinaron los márgenes netos agropecuarios, característicos para cada alternativa estudiada.

El flujo que caracteriza el "Margen Neto Agropecuario", para todo el horizonte de evaluación, se ha definido como la diferencia entre los ingresos brutos y los gastos desagregados en: costos directos de producción, gastos indirectos, costos de inversión intrapredial, costos de capacitación y asistencia técnica. Con estos valores se calculan los parámetros principales con los cuales se evalúa el proyecto, mediante criterios privados y sociales, que son: VAN y TIR.

## I.9.2 MÁRGENES NETOS AGROPECUARIOS

### I.9.2.1 Situación actual

Para el cálculo de márgenes de situación actual por casos se ha procedido inicialmente a obtener el uso del suelos por sectores y posteriormente mediante suma de ellos formar el uso del suelo de cada uno de los 6 casos determinados. Posteriormente utilizando la información de los patrones o estándares productivos y económicos se ha procedido a obtener los ingresos, costos y márgenes brutos por sector y para cada uno de los casos en estudio. Esta información se incluye en los Cuadros I.9.2.1-1 y I.9.2.1-2 adjuntos.

### I.9.2.2 Situación futura o con proyecto

De igual forma que en la situación actual se ha procedido a calcular los márgenes de situación futura con proyecto. Para esto se ha procedido considerando como base de cálculo los predios tipos y los grupos de predios respectivos, en todos los Casos propuestos. Los márgenes brutos por caso se incluye en Cuadros I.9.2.1-1 y I.9.2-2.

### I.9.2.3 Costos de puesta en riego y tecnificación

Considerando la información de adecuación predial para el riego presentado en el Informe Etapa 2 del presente proyecto y el uso del suelo por rubro productivo y por casos se calcularon los requerimientos económicos en equipos de riego tecnificado y de la respectiva operación y mantenimiento en la situación con proyecto, ya que en los márgenes de la situación actual ya fueron incluidos estos valores. Estos costos también se presentan en los cuadros citados.

CUADRO I.9.2.1-1  
MARGENES AGRÍCOLAS Y COSTOS DE PUESTA EN RIEGO Y TECNIFICACIÓN  
PRECIOS PRIVADOS ( mill \$ )

ITEM	Caso 1	Caso 2	Caso 3	Caso 4	Caso 5	Caso 6
Margen Bruto Situación Actual	706	1,024	556	706	1,052	556
Margen Bruto Situación Futura	3,546	5,013	3,225	3,111	4,466	2,608
Costo Puesta en Riego y Tecnificación	1,042	1,492	1,033	826	1,178	715

CUADRO I.9.2.1-2  
MARGENES AGRÍCOLAS Y COSTOS DE PUESTA EN RIEGO Y TECNIFICACIÓN  
PRECIOS SOCIALES ( mill \$ )

ITEM	Caso 1	Caso 2	Caso 3	Caso 4	Caso 5	Caso 6
Margen Bruto Situación Actual	773	1,126	613	773	1,156	613
Margen Bruto Situación Futura	3,960	5,641	3,636	3,508	5,088	2,994
Costo Puesta en Riego y Tecnificación	1,042	1,492	1,033	826	1,178	715

### I.9.3 PRESUPUESTO DE OBRAS, PRECIOS UNITARIOS Y PROGRAMA DE INVERSIONES

#### I.9.3.1 Presupuesto preliminar en inversión de alternativas de proyecto civil

Las soluciones propuestas por Caso, se componen fundamentalmente de canales matrices y derivados sin revestimiento, con sus obras de arte respectivas. Conforme con el nivel preliminar de este estudio, se analizaron diferentes variantes de revestimiento de los canales. Por consideraciones constructivas y de costo, se optó por un trazado en tierra sin revestimientos, el cual corresponderá al presupuesto de referencia.

A continuación se presenta el Cuadro I.9.3.1-1, con un resumen detallado de los costos totales netos y por hectárea regada del canal, para cada uno de los seis Casos estudiados:

**CUADRO I.9.3.1-1  
COSTO GLOBAL TOTAL PROYECTO SANTIAGO SUR  
PRECIOS PRIVADOS**

CASO	SUPERFICIE RIEGO SEGURO (ha)	COSTO TOTAL GLOBAL (millones \$)	COSTO POR HECTAREA (US\$ / ha)
CASO 1	3.908	12.100	7.400
CASO 2	5.288	17.000	7.700
CASO 3	3.627	13.300	8.800
CASO 4	3.446	10.800	7.500
CASO 5	4.946	16.000	7.700
CASO 6	2.944	11.500	9.300

El presupuesto globalizado por Caso, a precios sociales, se presenta a continuación en el Cuadro I.9.3.1-2.

**CUADRO I.9.3.1-2  
COSTO GLOBAL TOTAL PROYECTO SANTIAGO SUR  
PRECIOS SOCIALES**

CASO	SUPERFICIE RIEGO SEGURO (ha)	COSTO TOTAL GLOBAL (millones \$)	COSTO POR HECTAREA (US\$ / ha)
CASO 1	3.908	12.000	7.300
CASO 2	5.288	16.900	7.600
CASO 3	3.627	13.300	8.800
CASO 4	3.446	10.700	7.400
CASO 5	4.946	15.900	7.700
CASO 6	2.944	11.400	9.200

Estos presupuestos de obras, incluye los costos anuales de operación y mantenimiento de los canales, esto es: limpiezas, gastos administrativos, celadores, mejoras de obras, operación y mantenimiento de las plantas elevadoras, según corresponde en cada Caso.

### I.9.3.2 Programa de inversiones en obras civiles

Mediante una secuencia lógica de construcción por actividades que componen cada uno de los casos analizados, se planea la ejecución de las obras civiles a partir del año 0 del horizonte de la evaluación económica del proyecto, que corresponde al año 2001. Para lo anterior, se propone la construcción de las obras en distintas etapas, según la disponibilidad en el tiempo de los recursos hídricos, entregados por la planta de tratamientos de EMOS.

Para los Casos N°: 1, 3, 4 y 6; se plantea la construcción del canal matriz y sus obras de arte en un plazo de 3 años, partiendo en el año 2001 y terminando en el año 2003, con una inversión del 33.0% en cada año. En el 2004, la Planta de EMOS ya contaría con los caudales necesarios para el desarrollo del riego en los cuatro Casos indicados.

En los Casos N°: 2 y 5, se propone la construcción del canal matriz y sus obras de arte en dos períodos de inversión civil. En una primera etapa, se consulta la construcción del canal troncal y los primeros tramos de los canales matrices con sus obras en el período 2001-2003, con aproximadamente un 84% de inversión; en una segunda etapa, se haría la prolongación del canal matriz, para regar las zonas agrícolas del Sector N°2, en el estero Puangue, durante el año 2015, que corresponde al año 14 del proyecto, fecha en que la Planta Santiago Sur tendría los recursos adecuados para satisfacer las respectivas demandas de riego.

Conjuntamente con lo anterior, en los diferentes Casos se consideró el costo de las expropiaciones correspondientes a la franja de terreno donde se deberían construir los canales de riego. En este ítem se ha considerado un costo de \$ 300,000/hectárea, que se desglosa en \$200,000/hectárea como costo del terreno propiamente tal y \$ 100,000/hectárea para la reposición de los espinos que existen en la zona de construcción de los canales, lo que de acuerdo a la reglamentación de CONAF debe ser considerado en este caso.

## I.9.4 EVALUACIÓN

### I.9.4.1 Metodología de evaluación económica

#### a) Generalidades

En este caso se ha decidido realizar la evaluación económica utilizando el método del presupuesto, es decir determinando el diferencial de beneficios y costos entre una situación actual "sin proyecto" y una futura "con proyecto".

Dentro de este marco de referencia, la rentabilidad se calculó en base a los flujos de costos e ingresos incrementales de la situación "con proyecto", en relación a la situación "sin proyecto". Para estos efectos se consideró una situación sin proyecto mejorada y estable en el tiempo; en este caso, si no se materializa este proyecto de utilización de aguas servidas tratadas, no se esperan cambios significativos con relación a la situación actual por no existir mayores recursos hídricos, que permitan aumentar significativamente los actuales niveles de productividad en esta zona de secano.

Los ingresos incrementales atribuibles al proyecto, se generan por el aumento de producción agropecuaria que se logrará por regar los terrenos y aplicar insumos tecnológicos y, por los ingresos percibidos por concepto de valor residual de las inversiones. Para efectos de cálculo, no se consideró el valor final residual que tendrán las obras civiles con posterioridad al horizonte de evaluación de los proyectos (35 años).

Los costos incrementales se originan por el cambio radical que significa la incorporación de extensas áreas al riego seguro. En relación a la situación actual, originará modificaciones notables al menos en los siguientes rubros: los patrones de cultivos y nivel tecnológico empleado en la actividad agrícola; las inversiones en obras civiles para regar los terrenos; la mantención y operación de dichas obras civiles; la adquisición y operación de equipos de riego tecnificado a nivel predial; el servicio de transferencia tecnológica para difundir las nuevas tecnologías; etc. En los flujos de fondos no se consideraron las eventuales deudas que pudieran tener actualmente los agricultores con proveedores y con el sistema financiero.

A partir del presupuesto globalizado de los Casos N° 1 al N° 6, que tienen la precisión correspondiente a este nivel de estudio de prefactibilidad, se entregan los antecedentes para concluir acerca de la factibilidad técnico-económica de las diferentes alternativas propuestas, haciendo posible la proyección hacia futuras etapas, según los resultados de los parámetros de la evaluación.

Los indicadores económicos de la evaluación, se calculan como se ha indicado, con la diferencia generada entre dos flujos económicos, esto es para las dos situaciones: "actual o base optimizada" y "con proyecto". La diferencia entre los flujos de ambas situaciones, corresponde exclusivamente al aporte incremental atribuible a la dotación de agua generada por el proyecto, con el desarrollo del proyecto agronómico respectivo.

Es de interés destacar, que la base optimizada corresponde a la situación actual, ya que no existen recursos hídricos para generar una optimización del sistema. Adicionalmente, se deja de manifiesto que éste es un proyecto para nuevo riego y no corresponde a un mejoramiento de obras existentes.

La rentabilidad del proyecto se mide con el valor actual neto (VAN) y la tasa interna de retorno o rentabilidad (TIR). El VAN se calcula con los márgenes netos incrementales con respecto a la situación base optimizada, por lo tanto, cada VAN obtenido en la evaluación económica se refiere al beneficio estrictamente atribuible al proyecto. Adicionalmente, se obtendrán: el período de recuperación del capital y la relación beneficio/costo ( $n/k$ ), indicador que señala el número de veces que el beneficio supera a la inversión de capital.

#### b) Escenario básico para la evaluación económica

El escenario básico con los datos de entrada, con los cuales se efectuó el análisis y a partir de los cuales se practicaron las sensibilizaciones, tiene las siguientes características:

En la evaluación privada:

- Tasa de interés: 10 %
- Duración de la construcción de obras civiles: 3 años
- Inicio desarrollo agrícola: año 2 del análisis
- Inicio de la inversión en obras civiles: año 0 del análisis

En la evaluación social:

- Tasa de interés: 12 %
- Duración de la construcción de obras civiles: 3 años
- Inicio desarrollo agrícola: año 2 del análisis
- Inicio de la inversión en obras civiles: año 0 del análisis

En ambas situaciones, las tasas de descuento privada y social, se obtiene de la publicación: "Procedimientos y formularios para el sistema de estadísticas de inversión" - MIDEPLAN.

Si bien es cierto que por el tamaño de los proyectos identificados no se esperan diferencias significativas entre los niveles de rentabilidad financiera y económica, se estimó conveniente imputar precios sociales o de cuenta a aquellos bienes y factores de producción donde las diferencias entre el precio de mercado nacional (precio financiero) y precio de cuenta, son evidentes. Con este fin se determinaron los precios económicos mediante un factor de corrección de los precios privados, según las directrices entregadas por el Ministerio de Planificación Nacional (MIDEPLAN).

Para los efectos de la evaluación, 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, madera, moldajes), energía eléctrica, papa, pastos y semillas de producción local. Los bienes no transables fueron cotizados al precio existente en el mercado nacional.

En relación a este tema, es conveniente precisar que en este proyecto, que contempla principalmente la producción de bienes agrícolas, la mayoría de los insumos y de los productos pueden ser clasificados como bienes transables, cuyo precio esta determinado por los mercados internacionales. Por este motivo, y siguiendo las recomendaciones de MIDEPLAN, la evaluación se hace suponiendo el proyecto en el margen, es decir, que los niveles de precios y la demanda de insumos y productos no variará con la incorporación del proyecto de riego propuesto.

### c) Análisis de sensibilidad

Aun cuando se considera que los criterios técnicos empleados y los precios utilizados en el cálculo de rentabilidad financiera y económica de los proyectos son realistas, se ha estimado pertinente sensibilizar los resultados bajo distintos supuestos. Con estos fines se han considerado sensibilizar los siguientes parámetros:

- Tasa de interés
- Aumento de costo agrícolas
- Disminución de los ingresos agrícolas
- Cálculo del TIR: aumento máximo de los costos agrícolas hasta anular el VAN
- Disminución máxima de los ingresos agrícolas hasta anular el VAN
- Aumento simultáneo de costos y disminución de ingresos agrícolas
- Aplazamiento del desarrollo agrícola

Las sensibilidades planteadas para el aumento de costos y disminución de ingresos en todo el horizonte de análisis, cubren un espectro amplio de variaciones en los precios del mercado, cuyos orígenes y montos dependen de numerosas variables, tanto a precios sociales como financieros.

## I.9.5 PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

En este Capítulo se entregan los resultados de la evaluación económica, efectuada mediante el cálculo de los parámetros económicos a nivel global para los Casos N°1 al N° 6 propuestos.

I.9.5.1 Evaluación económica, privada y social

Efectuados los cálculos de los parámetros económicos, los resultados se resumen como sigue:

CUADRO I.9.5.1-1  
RESULTADOS EVALUACION ECONOMICA PRIVADA

CASO	VAN (10%) ( mill \$ )	TIR ( % )	N/K	P.R. CAPITAL ( años )
1	-1,600	8.6	0.8	35
2	-4,004	7.3	0.7	35
3	-3,772	7.0	0.7	35
4	-71	9.9	1	35
5	-2,028	8.6	0.8	35
6	-2,203	8.0	0.8	35

CUADRO I.9.5.1-2  
RESULTADOS EVALUACION ECONOMICA SOCIAL

CASO	VAN (12%) ( mill \$ )	TIR ( % )	N/K	P.R. CAPITAL ( años )
1	-1,403	10.7	0.9	35
2	-3,528	9.3	0.7	35
3	-3,311	9.0	0.7	35
4	13	12.0	1.0	34
5	-1,741	10.6	0.9	35
6	-1,800	10.1	0.8	35

De acuerdo con los resultados obtenidos en los indicadores económicos, es posible apreciar que, salvo el Caso N° 4, ninguno de los proyectos propuestos para el desarrollo agrícola de la zona en estudio, alcanza los niveles de indicadores exigidos por Mideplan, tanto a precios privados, como sociales. Esta situación es explicable y obedece básicamente a que se trata de un proyecto que tiene una excelente rentabilidad agrícola, pero un gran costo de obras civiles y de puesta en riego. Este último se debe a que se trata de una zona de laderas empinadas, que por una parte, hace necesario el trazado de canales y obras de arte en sectores de fuerte pendiente transversal y por otra, la implementación de sistemas de riego tecnificado de alto costo por hectárea.

No obstante lo anterior, el único proyecto que podría ser analizado es el correspondiente al Caso N° 4, que se encuentra prácticamente en el margen de la rentabilidad social y que sería el único con parámetros económicos favorables según los estándares de Mideplan. En este Caso, se propone regar los sectores N° 1 y N° 4, que corresponden a las zonas de Lo Prado-Miraflores-Curacaví y a María Pinto respectivamente, sin considerar el riego sobre cota de canal; esto implica que no se hacen inversiones en sistemas de elevaciones mecánicas ni se riegan los predios del sector N° 2, en las riberas del estero Puangué, cuyas obras matrices y de distribución son claramente más caras que en las otras dos zonas.

Por este motivo se hizo un análisis de sensibilidad al Caso N° 4, a precios privados y sociales, siguiendo la metodología ya indicada. De la información obtenida, se destacan los siguientes resultados:

- Para un pequeño aumento de los costos agrícolas, el VAN se anula, es decir, se muestra una gran sensibilidad a la variación de este parámetro.
- Para una pequeña disminución de los ingresos agrícolas, el VAN se anula, es decir, se muestra una gran sensibilidad a la variación de este parámetro.
- Para cualquier desplazamiento en la incorporación del desarrollo agrícola, se obtiene una rentabilidad negativa.

Según lo expuesto anteriormente, el Caso N° 4 no resiste ningún análisis de sensibilidad de sus parámetros, siendo muy sensible a la variación de los costos agrícolas. Por este motivo se realizó un análisis teórico de una posible utilización de la Ley 18450, para la el fomento a la inversión privada en obras de riego y drenaje.

A partir de los cálculos de los costos de puesta en riego y operación de los sistemas de riego, se determinó que en promedio, el 43.5% de ellos correspondía a equipos y sistemas de riego bonificables por la Ley 18450. Considerando que en las zonas beneficiadas por las obras propuestas en el Caso N° 4 existen tanto agricultores pequeños, medianos y grandes, se realizó un análisis de la variación de la rentabilidad privada del proyecto considerando una bonificación estatal del 30%, 40% y de 50% como máximo, del ítem antes señalado. En estas situaciones, los resultados fueron los siguientes:

Bonificación 0%: VAN = -71 mill \$ y TIR = 9,9 %

Bonificación 30%: VAN = 693 mill \$ y TIR = 10,6 %

Bonificación 40%: VAN = 972 mill \$ y TIR = 10,9 %

Bonificación 50%: VAN = 1.226 mill \$ y TIR = 11,1 %

#### I.9.5.2 Costo del agua tratada

Un aspecto importante de este proyecto, lo constituye el problema del precio que EMOS puede determinar para un eventual valor de venta del agua tratada en la Planta Santiago Sur.

Durante la ejecución de este Estudio Integral no fue posible obtener un pronunciamiento de EMOS en relación al tema del valor del agua tratada para el riego. Por lo anterior, para los efectos de la evaluación de la magnitud de la incidencia de este aspecto en el proyecto de riego, se realizó un análisis paramétrico, considerando distintos precios del agua tratada. Los indicadores económicos del Caso N°4 incluyendo un eventual valor del agua, son:

CUADRO I.9.5.2-1  
INDICADORES ECONOMICOS INCLUYENDO ALTERNATIVAS DE  
VALOR DEL AGUA TRATADA - CASO N° 4  
VAN ( MILLONES DE \$ \* )

INDICADOR	TASA	PRECIO (\$/m3)				
		0.5	1.0	2.0	3.0	4.0
VAN PRIVADO	10%	-646	-1,220	-2,369	-3,519	-4,668
TIR PRIVADO (%)	-	9.4	9.0	8.2	7.5	6.9
VAN SOCIAL	12%	-441	-895	-1,802	-2,710	-3,618
TIR SOCIAL (%)	-	11.6	11.1	10.4	9.7	9.1

\* Valores referidos al año 2001.

Si se consideraran los mecanismos de la Ley 18450 pudieran ser adecuados para mejorar los indicadores económicos del Caso N° 4, el problema del valor del agua origina una fuerte caída en los valores del TIR y VAN. Como este tema no puede ser resuelto en el marco de esta consultoría, debe ser cuidadosamente analizado al momento de tomar una decisión en torno a la viabilidad del proyecto.

### I.9.5.3 Beneficios indirectos y externalidades positivas

La ejecución de proyectos de riego, tales como éste, genera una serie de beneficios indirectos y externalidades positivas, tanto a los usuarios en el área del proyecto como a su entorno de influencia, los cuales no pueden ser evaluados en términos cuantitativos incorporándolos al cálculo del VAN y TIR, pero que pueden ser analizados en términos cualitativos.

A pesar de los valores obtenidos en los indicadores, a continuación se analizan algunos de los beneficios indirectos que podrían producirse en el área del proyecto y que deberían ser considerados en conjunto con los resultados obtenidos:

#### a) Mejoramiento en la disponibilidad del agua

El proyecto permite el aprovechamiento de las aguas tratadas en la Planta Santiago Sur de EMOS, para el riego de una zona de secano, que actualmente cuenta con recursos contaminados provenientes del canal Las Mercedes y en algunas partes con aguas subterráneas. El uso de estos nuevos recursos, constituye un beneficio indirecto no cuantificado económicamente, debido a que posibilitaría la planificación de cultivos que actualmente no es posible realizar en la zona debido a la falta de agua de riego y a la falta de la infraestructura adecuada.

La construcción de canales matrices, canales secundarios y embalses de regulación nocturna, estimula y da seguridad a los agricultores para invertir en nuevas tecnologías en sus predios para aprovechar de manera eficiente la disponibilidad de los recursos hídricos no contaminados. Esto permite además una gran flexibilidad para modificar los actuales esquemas de cultivos en el valle del Puangue, al facilitar el cambio paulatino de las fuentes de agua, destinando los recursos descontaminados, al riego de cultivos de mayor rentabilidad, dejando los recursos contaminados para el riego de cultivos anuales de menor valor y que no tienen restricciones sanitarias como los frutales o las hortalizas para el consumo humano.

b) Aumento de la mano de obra en actividades agrícolas

Con la ejecución y desarrollo de la alternativa de proyecto civil del Caso N° 4, la cesantía rural de las comunas de Curacaví y María Pinto debería disminuir ya que generaría empleo estable en el tiempo, especialmente en las temporadas de cosechas de fruta y selección o procesamiento en packing y agroindustrias, y en la operación y mantención de los sistemas de riego considerados en el proyecto.

De acuerdo con los cálculos realizados, en la situación actual se ha determinado que existe un requerimiento de 70,000 jhh/año y para el Caso N° 4 se ha estimado un valor de 290,000 jhh/año. Lo anterior significa que el proyecto agrícola asociado al Caso N° 4 generaría un diferencial de 220,000 jhh/año, lo que equivale a un promedio mensual de 670 nuevas jornadas de trabajo permanente para la zona del proyecto.

c) Desarrollo del sector económico de servicios

La ejecución de la obra civil y la implementación del programa de desarrollo agrícola, se traducirá en una mayor demanda por servicios que atienden directamente al sector agrícola y que pueden derivar hacia otras ramas de la economía zonal.

Principalmente se desarrollarán las áreas: exportadora; agroindustrial; lo cual requiere de fuentes de crédito; estos últimos, apoyados en la banca privada, en el comercio y en el préstamo de exportadores y agroindustrial, ya sea directo o vía contrato.

La demanda por servicios deberá traer un aumento en la planta de personal en la banca privada, comercio de insumos, agroindustria, entre otros.

d) Incremento de la infraestructura de apoyo

La ejecución de los programas planteados, llevará a una ampliación o construcción de infraestructura de apoyo, necesaria para el crecimiento del sector, en términos del transporte, comercio, agroindustrias, viviendas, etc.

e) Control de crecidas

Asimismo la construcción del nuevo canal matriz, permitirá mejorar el control de crecidas provenientes de aguas lluvias, las cuales actualmente inundan amplios sectores agrícolas del valle, caminos rurales y zonas residenciales.

## I.9.6 NIVELES DE EMPLEO

I.9.6.1 Introducción

Un aspecto muy importante que debe ser analizado en este tipo de estudios, es el relacionado con el impacto en los niveles de empleo que tiene el proyecto durante el periodo constructivo y durante la operación normal del proyecto para cada uno de los esquemas de obras propuestos.

Se debe distinguir entre la generación de empleos temporales, durante la etapa constructiva, de aquella que corresponde a empleos de tipo permanente, los que están relacionados con las actividades propias de la actividad agrícola, situación que se refleja en un incremento de los niveles de empleo entre la situación actual y la situación futura con proyecto.

I.9.6.2 Mano de obra durante la construcción de las obras civiles

La construcción de las obras de riego, como se ha indicado, demandará mano de obra temporal durante el período constructivo. Estos requerimientos de empleos en la construcción de obras civiles se basa en un análisis de rendimientos contenidos en el listado de precios unitarios de este estudio.

En la determinación de las Jornada-Hombres (JHH), generadas por el proyecto, se ha distinguido la ocupación de la mano de obra en las siguientes actividades:

- Mano de obra en la inversión de obras civiles.
- Mano de obra en la reposición de las partidas de madera (año 15 = 2016).

A continuación, se presenta un cuadro resumen con los valores totales y medios de las JHH requeridas para los fines del proyecto civil:

CUADRO I.9.6.2-1  
RESUMEN MANO DE OBRA TOTAL Y MEDIA  
CASO N° 1

ACTIVIDAD	MANO DE OBRA TOTAL (JHH)	DURACIÓN NETA INVERSIÓN (años)	PROMEDIO MANO DE OBRA (JHH/año)
INVERSIÓN CIVIL	200.000	3	66.667
REPOSICIÓN DE OBRAS	1.400	1	1.400
TOTAL	201.400	4	50.350

**CUADRO I.9.6.2-2  
RESUMEN MANO DE OBRA TOTAL Y MEDIA  
CASO N° 2**

ACTIVIDAD	MANO DE OBRA TOTAL (JHH)	DURACIÓN NETA INVERSIÓN (años)	PROMEDIO MANO DE OBRA (JHH/año)
INVERSIÓN CIVIL	260.000	4	65.000
REPOSICIÓN DE OBRAS	3.500	1	3.500
<b>TOTAL</b>	<b>263.500</b>	<b>5</b>	<b>52.700</b>

**CUADRO I.9.6.2-3  
RESUMEN MANO DE OBRA TOTAL Y MEDIA  
CASO N° 3**

ACTIVIDAD	MANO DE OBRA TOTAL (JHH)	DURACIÓN NETA INVERSIÓN (años)	PROMEDIO MANO DE OBRA (JHH/año)
INVERSIÓN CIVIL	200.000	3	66.667
REPOSICIÓN DE OBRAS	3.000	1	3.000
<b>TOTAL</b>	<b>203.000</b>	<b>4</b>	<b>50.750</b>

**CUADRO I.9.6.2-4  
RESUMEN MANO DE OBRA TOTAL Y MEDIA  
CASO N° 4**

ACTIVIDAD	MANO DE OBRA TOTAL (JHH)	DURACIÓN NETA INVERSIÓN (años)	PROMEDIO MANO DE OBRA (JHH/año)
INVERSIÓN CIVIL	190.000	3	63.333
REPOSICIÓN DE OBRAS	1.400	1	1.400
<b>TOTAL</b>	<b>191.400</b>	<b>4</b>	<b>47.850</b>

CUADRO I.9.6.2-5  
RESUMEN MANO DE OBRA TOTAL y MEDIA  
CASO N° 5

ACTIVIDAD	MANO DE OBRA TOTAL (JHH)	DURACIÓN NETA INVERSIÓN (años)	PROMEDIO MANO DE OBRA (JHH/año)
INVERSIÓN CIVIL	270.000	4	67.500
REPOSICIÓN DE OBRAS	3.500	1	3.500
TOTAL	273.500	5	54.700

CUADRO I.9.6.2-6  
RESUMEN MANO DE OBRA TOTAL Y MEDIA  
CASO N° 6

ACTIVIDAD	MANO DE OBRA TOTAL (JHH)	DURACIÓN NETA INVERSIÓN (años)	PROMEDIO MANO DE OBRA (JHH/año)
INVERSIÓN CIVIL	190.000	3	63.333
REPOSICIÓN DE OBRAS	3.000	1	3.000
TOTAL	193.000	4	48.250

De acuerdo con estos valores, el nivel ocupacional durante la etapa constructiva variaría entre 48,000 y 55,000 jhh/año, para los seis casos estudiados:

### I.9.6.3 Niveles de empleo Agrícolas

#### a) Mano de Obra Agropecuaria

Tal como se ha señalado, la entrada en régimen de un proyecto de riego significa en el área un cambio en la estructura de cultivos y por ende aumentos en la demanda de mano de obra.

El propósito de este análisis es estimar el monto de mano de obra adicional que se requerirá en la situación con proyecto en cada uno de los seis casos propuestos en este estudio. Para poder obtener lo anteriormente señalado primero es necesario determinar la mano de obra requerida a futuro y posteriormente realizar un balance de ella con la disponible en la actualidad.

b) Balance de Mano de obra

Considerando la información del cuadro I.9.6.3-1, se concluye que los requerimientos de mano de obra suben fuertemente a comparar la situación actual con la situación, con proyecto. De esta forma el Caso 1 se incrementan los requerimientos de mano de obra 4.6 veces en relación a la situación actual; en el Caso 2 en 4,7 veces ; para el Caso 3; 6,4 veces; en el caso 4, 2 veces; en el Caso 5, 4,4 veces y en el Caso 6, 5,6 veces.

CUADRO I.9.6.3-1  
BALANCE MANO DE OBRA AGRÍCOLA ( jjh/año )

Situación	Caso 1	Caso 2	Caso 3	Caso 4	Caso 5	Caso 6
Actual	69,588	103,893	54,005	69,588	106,312	54,005
Futura	321,652	493,256	344,326	292,987	466,547	303,071
Margen	252,064	389,363	290,321	223,399	360,235	249,066

Se puede concluir que al existir, una situación de riego y nuevas oportunidades de trabajo, sin duda se producirá un nuevo equilibrio a un nivel diferente y podrán volver muchos de los jóvenes que hoy en día se encuentran fuera del área de estudio. Cabe señalar además, que el sector en estudio se encuentra inserto en una zona en la cual al existir una demanda importante en mano de obra, esta contribuirá a beneficiar indirectamente a los habitantes de sectores aledaños al área del proyecto. Esto hace pensar que la disponibilidad de mano de obra en el área no debiera ser un obstáculo al incrementarse la fuente de trabajo en el sector.

## I.9.7 ANALISIS FINANCIERO PREDIAL Y RECUPERACION DE COSTOS

I.9.7.1 Evaluación Financiera de Predios Tipoa) Definición de predios tipo

Con el objeto de poder efectuar el análisis financiero a nivel predial, se determinaron diferentes predios tipo, los que representan las distintas explotaciones agrícolas del área del proyecto en estudio. Para estos efectos, se han determinado 27 predios tipo, representativos para el total del área , que está conformada por 20 Grupos de Predios. De estos se caracterizan 25 debido a que los predios tipos de los Grupos de Predios 18 y 19 son exclusivos del sector 3 el cual no se ha considerado dentro de la evaluación final.

b) Caracterización Productiva y Económica

El análisis de producción, gastos de operación, inversiones y margen neto de los predios tipo se fundamentó en los siguientes supuestos:

- Los años 0 y 1 del proyecto representan la situación sin proyecto.
- El año 7 corresponde a la situación con proyecto estabilizada.
- El año 2 se empieza con la transición de los valores entre los años 2 al 7 se realiza mediante la aplicación de una curva logística, cuyos factores se presenta a continuación:

- Año 2 : 20,09%
- Año 3 : 29,30%
- Año 4 : 46,18%
- Año 5 : 67,36%
- Año 6 : 84,23%
- Año 7 : 100,00%

- Los ingresos y costos se obtuvieron de los respectivos patrones de situación actual y futura agropecuaria, considerándose según el predio tipo en análisis.

Sobre la base de estas premisas, se procedió a caracterizar productiva y económicamente los predios, efectuado para cada uno de ellos la proyección del desarrollo de cultivos en cuanto a superficie, ingresos y costos (gastos de operación).

De esta manera se obtuvo el flujo de caja , para un período de 35 años, el cual corresponde al periodo de evaluación del proyecto. La información de este análisis financiero , hecho para la situación sin y con proyecto fue la base para la estimación de la posibilidad de recuperación de costos del proyecto.

#### I.9.7.2 Recuperación de Costos

El objetivo de este análisis, fue estudiar la forma en que se modifica el ingreso neto de los agricultores de la zona de influencia del proyecto si se construyen las obras y programas propuestos.

Con este fin, se determinaron y caracterizaron productiva y económicamente los predios tipos que representan las actividades agrícolas desarrolladas en los predios de estratos de tamaño más representativos del área, con el objeto de establecer las bases para la política de recuperación de costos en proyectos agrícolas del Supremo Gobierno.

Este análisis, se ha efectuado a precios de mercado, y considerando patrones productivos y económicos que tipifican la estructura de cultivos desarrollada en los predios de los estratos de tamaño considerados, dentro del área beneficiada por las obras proyectadas, como representativos de las actividades agrícolas correspondientes.

El excedente total neto que queda a los agricultores durante un período de 35 años se obtiene considerando el número de predios que son representados por cada una de las categorías de predios tipo definidos y sus respectivos márgenes diferenciales. De acuerdo a esto, se determino el excedente neto total a nivel predial, cuyo resultado indican un excedente neto actualizado para los predios tipo, en un período de 35 años, que alcanza a un valor de 9,871 millones de pesos.

Por lo anterior, puede apreciarse que el excedente neto actualizado de los agricultores para un período de 35 años, no supera el valor de las obras, en el Caso 1 y en el Caso 4, que son los proyectos socialmente más rentables en términos comparativos. Corresponde a la autoridad definir que fracción de la inversión se recuperaría con este excedente y además, el diferente grado en que los agricultores caracterizados por los predios tipo aportarían en esta recuperación de la inversión.

## I.10 PROGRAMAS DE IMPLEMENTACIÓN Y SEGUIMIENTO DEL PROYECTO

### I.10.1 INTRODUCCIÓN

El programa de implementación de un proyecto de riego debe determinar las principales actividades a desarrollar durante el período de ejecución del mismo. Dichas actividades se refieren tanto, a las obras civiles como a los programas agropecuarios propuestos, los que deben ser analizadas en función de las características de los potenciales regantes beneficiados con las obras.

La implementación de un programa de las obras civiles que se han proyectado incluye la duración de la etapa constructiva para cada caso estudiado, y el calendario de inversiones considerado en esta etapa, a nivel de anteproyecto de las obras.

Conjuntamente con lo anterior, es necesario implementar un completo programa de desarrollo agrícola, con etapas claramente definidas, que incluyan capacitación en la operación y mantenimiento de las obras, capacitación agrícola para aprender a producir y a comercializar de la mejor forma, capacitación en el conocimiento de sus derechos y deberes como regantes, de acuerdo con el Código de Aguas, todo tipo de transferencia tecnológica, asistencia crediticia, etc."

### I.10.2 PROGRAMA DE INVERSIONES CIVILES

Conforme a lo indicado, en este Capítulo se presenta el programa de inversiones en obras civiles para los seis casos propuestos.

Mediante una secuencia lógica de construcción por actividades que componen cada ítem de los proyectos, se propone la ejecución de las obras civiles a partir del año 2001 (año 0 del horizonte de la evaluación económica del proyecto), con un desarrollo en el tiempo que sea compatible con la disponibilidad en el tiempo de los recursos hídricos, entregados por la planta de tratamientos de EMOS.

Para los Casos N°: 1, 3, 4 y 6; se plantea la construcción del canal matriz y sus obras de arte en un solo período de inversión civil. Estas obras pueden ser construidas en un plazo de 3 años, dando inicio a las faenas en el año 2001 (año 0 del horizonte de evaluación) y su término en el año 2003. En el año 2004, la Planta de EMOS ya contaría con los caudales necesarios para pleno desarrollo del riego de los cuatro Casos indicados.

En los Casos N°: 2 y 5, que demandan un caudal mayor se propone la construcción del canal matriz y sus obras de arte en dos diferentes períodos de inversión civil. En una primera etapa, se consulta la construcción del canal troncal y los primeros tramos de los canales matrices con sus obras. Estas obras pueden ser construidas en un plazo de 3 años, dando inicio a las faenas en el año 2001 (año 0 del horizonte de evaluación) y su término en el año 2003. En una segunda etapa, cuando exista mayor disponibilidad del caudal en la Planta Santiago Sur de EMOS, se propone la prolongación del canal matriz, para regar las zonas agrícolas del Sector N°2, en el estero Puangue; esta segunda etapa podría ser construida en un año de plazo, durante el 2015, que corresponde al año 14 del proyecto. En esta última fecha, la Planta de tratamientos tiene los recursos suficientes para satisfacer las respectivas demandas de riego.

Se plantea realizar en el año 15 del horizonte de la evaluación económica, la inversión civil en reposición de las partidas de madera, esto es el año 2016.

Dentro de los recursos que deben ser considerados en este programa de inversiones, esta el recurso humano. En efecto, como se ha indicado anteriormente, la construcción de las obras de riego, demanda mano de obra. De acuerdo con los cálculos realizados la cantidad de mano de obra demandada por el proyecto civil, en promedio, alcanza a unas 200 Jornada-hombres/año, durante la ejecución de las obras, lo que es posible satisfacer sin dificultad con la mano de obra local del sector del Proyecto, en particular en las comunas de Curacaví y María Pinto.

El detalle de estos valores se encuentran en el capítulo respectivo, donde se ha analizado detalle el impacto de los proyectos civiles en la generación de empleos.

### I.10.3 PROGRAMA DE DESARROLLO AGRICOLA

Conforme a lo indicado, un programa de implementación agrícola, debe en primer lugar, consultar las acciones necesarias para pasar desde la situación actual a la situación con proyecto en un plazo determinado. Estas acciones se refieren por una parte a las requeridas para ejecutar, operar y mantener las obras que correspondan al proyecto y por otra a asegurar el cumplimiento de las metas de desarrollo propuesto, lo que se traduce en un programa de asistencia técnica y de capacitación que permitan alcanzar los metas de desarrollo propuestas.

#### I.10.3.1 Programa de Asistencia Técnica y Capacitación

A continuación se presenta el detalle de los aspectos que debe considerar un programa de asistencia técnica dirigido a 249 explotaciones en un total de 22.581,0 ha correspondiente a la envolvente inicial del área de proyecto (Sectores 1, 2, 3 y 4). En el presente detalle se incluye la siguiente información: Personal profesional, oficina, vehículos, predios demostrativos, acuerdos de investigación, capacitación, etc.

El total de costo del programa para las 22.000 hacienda a \$ 137.341.050/año. Para obtener el costo del programa para cada uno de los Casos se ha tomado en consideración la superficie respectiva de cada alternativa. Con estos antecedentes se ha procedido a calcular la proporcionalidad dentro del total del área inicial de cada uno de los casos. Finalmente utilizando esta información se obtiene el costo anual por Casos del programa de asistencia técnica. Estos valores se presentan a continuación:

Caso 1 :	\$ 23.760.001/año
Caso 2 :	\$ 32.137.805/año
Caso 3 :	\$ 22.111.909/año
Caso 4 :	\$ 21.013.180/año
Caso 5 :	\$ 29.116.302/año
Caso 6 :	\$ 17.854.336/año

Se debe señalar que el programa de asistencia técnica comienza un año antes de finiquitadas las obras y termina un año antes de llegar al pleno desarrollo.

#### I.10.4 SEGUIMIENTO DEL PROYECTO

Para poder realizar el seguimiento del proyecto se cuenta con la identificación de Predios Tipos reales. Tal como se ha indicado en capítulos anteriores, se han determinado 27 predios tipo representativos de 20 Grupos de Predios que conforman la totalidad del área del proyecto. De estos predios tipos sólo se caracterizan 25 de ellos. Lo anterior es debido a que los predios tipos de los Grupos de Predios 18 y 19 son exclusivos del sector 3 el cual no se ha considerado dentro de la evaluación final.

Los predios tipos reales seleccionados para el seguimiento del proyecto son los siguientes:

- 1a.- Explotación Rol 107-050 de Curacaví, perteneciente al Varios Propietarios.
- 1b.- Explotación Rol 016-181,-182,-265 de María Pinto, perteneciente al Sr. Vicente Caruz M..
  
- 2a.- Explotación Rol 016-224 de María Pinto, perteneciente al Sr. Mario Cáceres Pérez.
- 2b.- Explotación Rol 016-224 de María Pinto, perteneciente al Sr. Juan Bautista Gamboa Hernández.
  
- 3a.- Explotación Rol 107-225 de Curacaví, perteneciente al Sr. Toribio Catalán.
  
- 4a.- Explotación Rol 004-082,-083 de María Pinto, perteneciente al Sr. Osvaldo Rojas Bastías
- 4b.- Explotación Rol 101-027,-019 de Curacaví, perteneciente al Sr. Juan Villavicencio Arriola.
- 4c.- Explotación Rol 103-061 de Curacaví, perteneciente a la Suc. Manuel Verdejo Allende.
  
- 5a.- Explotación Rol 101-028,-029 de Curacaví, perteneciente a la Suc. Briceño Yañez.
  
- 6a.- Explotación Rol 101-017 de Curacaví, perteneciente al Sr. Patricio Alvarado Muñoz.
  
- 7a.- Explotación Rol 004-005 de María Pinto, perteneciente a la Suc. Eleodora Carmen Castillo Delgado.
  
- 8a.- Explotación Rol 101-007 de Curacaví, perteneciente al Sr. Juan Arriagada Moreno.
- 8b.- Explotación Rol 004-049 de María Pinto, perteneciente al Sr. José Domingo González Loyola.
  
- 9a.- Explotación Rol 015-038 de María Pinto, perteneciente al Sra. Juana Bocca de Ibáñez y actualmente arrendada al Sr. Juan Barros
  
- 10a.- Explotación Rol Ex 016-265 de María Pinto, perteneciente al Sr. Juan Ignacio Lagos de profesión abogado.
  
- 11a.- Explotación Rol 016-028 de María Pinto, perteneciente al Sr. José Antonio Covarrubias Moreno.
- 11b.- Explotación Rol 104-338 de Curacaví, perteneciente a la Sociedad Agrícola e Inmobiliaria Los Quillayes Ltda..

- 12a.- Explotación Rol 107-002 y 107-024 de Curacaví, perteneciente al Sr. Jorge Laserre y la Soc. Agrícola los Manantiales.
- 13a.- Explotación Rol 016-005,-038 de María Pinto, perteneciente al Sr. José Hurtado Ganas.
- 14a.- Explotación Rol 105-029,-070 de Curacaví, perteneciente a la Sociedad Agrícola Pollos King S.A.
- 14b.- Explotación Rol 107-005 y 101-001 de Curacaví, perteneciente a la Sociedad Agrícola Pollos King S.A.
- 15a.- Explotación Rol 107-047,-057,-001 de Curacaví, perteneciente al Guillermo Barros Echeñique.
- 16a.- Explotación Rol 105-005 y 104-030 de Curacaví, perteneciente a la Sra. Marta Madrid y el Sr. Eugenio Arrau.
- 17a.- Explotación Rol 107-267,-266,-285 de Curacaví, perteneciente a la Sociedad Agrícola Santa Fe (Hortifrut).
- 20a.- Explotación Rol 015-153 de María Pinto, perteneciente al Sr. Hernán Hurtado Zañartu.

El seguimiento del proyecto se basa en los siguientes supuestos:

- Los años 0 y 1 del proyecto representan la situación sin proyecto.
- El año 7 corresponde a la situación con proyecto estabilizada.
- La etapa de transición del proyecto ocurre entre los años 2 y 7.
- Se debe considerar que para poder llevar a cabo el financiamiento predial se debe incurrir en los gastos financieros. Estos costos se han supuesto como el costo de un capital equivalente a un 70% de los costos totales a una tasa del 10% anual.
- Asistencia técnica: La asistencia técnica empieza un año antes de la entrada del nuevo riego (año 1) y termina 7 años después (año 7). Con esta asistencia técnica se espera dar un apoyo asistencial en cuanto a técnicas de riego, divulgación de información, parcelas demostrativas y capacitación.
- La incorporación de nuevas técnicas de riego lleva consigo la puesta en riego, consistente en la inserción en el área beneficiada del riego tecnificado en aquellos suelos que son susceptibles de erosión. Este costo se a supuesto que es incorporado en la etapa de transición del estudio (años 1 al 7).

El seguimiento del proyecto debe considerarse por un periodo no inferior a los 35 años, el cual es coincidente con los años de evaluación del proyecto.

#### I.11 ORGANIZACIÓN DE USUARIOS

De acuerdo a lo indicado en la Oferta Técnica presentada por el Grupo Consultor "Se realizará previamente una identificación de la o las actuales asociaciones de regantes que puedan existir en la zona. Una vez identificadas estas organizaciones, se procederá a recopilar antecedentes que permitan determinar la funcionabilidad actual que ellas presentan. Lo anterior también permitirá la identificación de posibles áreas que no estén incluidas dentro de una asociación debido a su condición actual de secano."

"Se realizará un diagnóstico de la situación actual, identificando los problemas de operación, mantención, distribución y administración que afecten en la actualidad el normal funcionamiento de las entregas de agua. Lo anterior permitirá visualizar las posibles soluciones para el normal desempeño de las organizaciones."

"En esta actividad se estará en condiciones de identificar, tanto las organizaciones existentes, como los potenciales usuarios de los sistemas de riego. Además, se propondrá un modelo de Reglamentación de Asociación de Usuarios y un Manual de Operación y Mantención del sistema de riego propuesto."

Dado que el área regada, por las obras propuestas por el proyecto, queda definida como sectores sobre cota de los actuales canales de riego, deberán crearse nuevas organizaciones de usuarios, más que operar con las ya existentes. Estas nuevas organizaciones deberán agrupar a los potenciales usuarios de los sistemas de riego que se propongan. Este aspecto podrá tratarse concretamente una vez que se tengan precisados los proyectos alternativos de desarrollo relacionados con la ejecución de las obras hidráulicas propuestas.

Sin perjuicio de lo anterior, se puede mencionar de manera general lo siguiente:

En primer lugar, debe tenerse en consideración que las obras propuestas por el proyecto significarán una inversión de recursos fiscales, en cuyo caso resulta necesario que la autoridad determine si el proyecto se desarrollará de conformidad con lo que sobre el particular disponen el D.F.L. N° 1.123, de 1981, del Ministerio de Justicia, que establece normas sobre ejecución de obras de riego por el Estado y su Reglamento contenido en el D.S. N° 285, de 1995, del Ministerio de Obras Públicas.

Determinado lo anterior, y para los efectos establecidos en dicha normativa, en especial, en lo que dice relación con la aprobación de los anteproyectos y del proyecto definitivo de las obras que se deseen ejecutar, con la recuperación del costo de construcción de las obras de riego ejecutadas por la Dirección de Obras Hidráulicas del Ministerio de Obras Públicas y de su posterior administración, los potenciales usuarios de los sistemas de riego que se construyan deberán constituir una organización de usuarios, la que podría ser una comunidad de aguas, sirviendo como base, en lo que pudieren ser aplicables, las normas que al respecto contemplan los artículos 187 a 251 del Código de Aguas, e incluso también podría constituirse en cualquier tipo de sociedad, de conformidad con los artículos 2053 y siguientes del Código Civil.

En esta materia, debe tenerse presente que los usuarios de los sistemas de riego no serán titulares de derechos de aprovechamiento respecto de las aguas depuradas que conducirán los canales proyectados, sino que sus derechos sobre ellas emanarán de lo que al respecto establezcan los contratos que para su aprovechamiento celebren con la EMOS las personas naturales o jurídicas interesadas en utilizarlas.

Con todo, resulta más conveniente que los referidos usuarios constituyan una comunidad de aguas, por cuanto las normas básicas para la formación de estas organizaciones de usuarios están establecidas - como se ha dicho - en los artículos 187 a 251 del Código de Aguas, y por tanto, ésta tendrá como objetivo central tomar las aguas del canal matriz, repartirlas entre quienes tengan derecho a usarlas, construir, explotar y conservar las obras de captación, acueductos y otra que sean necesarias para el aprovechamiento común de los recursos.

En este caso, la comunidad de aguas se organizará mediante escritura pública, que será suscrita por todos los usuarios de las aguas de aprovechamiento común y la que contendrá los estatutos sociales por los cuales se registrará.

El órgano base de la comunidad de aguas será la Junta de General de Comuneros. Todos los negocios que interesen a la comunidad deben resolverse en dicha Junta Generales, las que serán ordinarias o extraordinarias.

El órgano ejecutivo, de administración y resolutive de las controversias que se susciten entre los comuneros sobre repartición de las aguas y ejercicio de los derechos que tengan como miembros la comunidad, está representado por un directorio, que se sugiere esté formado por tres miembros como mínimo y con un máximo de 11.

De entre los miembros del directorio se elige al presidente, que lo será también de la comunidad de aguas, quien tendrá la representación tanto extrajudicial como Judicial de ella.

Además, se nombrará un secretario que es el ministerio de fe de la comunidad, encargado de autorizar las resoluciones de las juntas, del directorio y del presente, sin perjuicio de las demás que los estatutos le encomienden.

El financiamiento de las actividades de la comunidad y en general, de todos los gastos de construcción, explotación, limpia, conservación, mejoramiento de las obras y demás que se hagan en beneficios de los comuneros, serán de cuenta de éstos, en proporción de sus respectivos derechos.

Para estos efectos, anualmente el Director preparará y someterá a la aprobación de la Junta General de Comuneros un presupuesto de entradas y gastos ordinarios y extraordinarios, la cual fijará las cuotas de una u otra naturaleza que deben pagar los comuneros para cubrir esos gastos y su sistema de reajustabilidad. El pago de las cuotas podrá acordarse que sea efectuado en forma trimestral, semestral o anual.

## I.12 ASPECTOS LEGALES Y ADMINISTRATIVOS

### I.12.1 DERECHOS DE AGUAS SUPERFICIALES

#### I.12.1.1 Dominio y Aprovechamiento de las Aguas

De acuerdo a la legislación vigente, queda expresamente establecido que las aguas son bienes nacionales de uso público, otorgándose a los particulares el derecho de aprovechamiento de ellas, conforme a las disposiciones del Código de Aguas. Este derecho se expresa en volumen por unidad de tiempo.

En relación al uso de las aguas pluviales que caen o se recogen en un predio de propiedad particular, se expresa que mientras corran dentro del predio o no caigan a cauces naturales de uso público, corresponde al dueño de éste, pudiendo almacenarlas dentro del predio por medios adecuados, siempre que no perjudique derechos de terceros. Este mismo derecho recae sobre las aguas que escurren por caminos públicos pudiéndose torcer su curso para utilizarlas.

Los derechos de aprovechamiento son consuntivos o no consuntivos, de ejercicio permanente o eventual; continuo, discontinuo o alternado entre varias personas. El derecho de aprovechamiento consuntivo es aquel que faculta a su titular para consumir totalmente las aguas en cualquier actividad. El derecho de aprovechamiento no consuntivo es aquel que permite emplear el agua sin consumirla y obliga a restituirla en la forma que determine el acto de adquisición o constitución del derecho. Este dominio no implica, salvo conversión expresa entre las partes, restricción a la libre disposición de los derechos consuntivos.

Los derechos de ejercicio permanente son los otorgados con dicha calidad en fuentes de abastecimiento no agotadas, facilitando al titular para usar el agua en la dotación que corresponda.

Los derechos de ejercicio eventual facultan el uso de las aguas en las épocas en que el caudal matriz tenga un sobrante después de abastecidos los derechos de ejercicio permanente. Las aguas lacustres o embalsadas no son objeto de derechos de ejercicio eventual.

Son derechos de ejercicio continuo aquellas que facultan la utilización de las aguas en forma ininterrumpida durante las 24 horas del día. No así los de ejercicio discontinuo que sólo permiten usar el agua durante determinados períodos. Estos dos últimos derechos de ejercicio pueden alternarse en turnos sucesivos.

#### I.12.1.2 Adquisición del Derecho de Aprovechamiento

La constitución del derecho de aprovechamiento se establece originariamente por pacto de autoridad, y la posesión de los derechos así constituidos se adquiere por competente inscripción.

Quedan exceptuados de este derecho aquellas aguas que corresponden a vertientes que nacen, corren y mueren dentro de una misma heredad, lagos menores, lagunas y pantanos situados dentro de una misma propiedad.

Es atribución de la autoridad competente constituir el derecho de aprovechamiento sobre aguas existentes en fuentes naturales y en obras estatales de desarrollo del recurso, no pudiendo perjudicar ni menoscabar derechos de terceros.

El derecho de aprovechamiento conlleva, por el ministerio de la ley, la facultad de imponer todas las servidumbres necesarias para su ejercicio, sin perjuicio de las indemnizaciones correspondientes.

Se incluye en el derecho de aprovechamiento, la concesión de los terrenos de dominio público necesarios para su consecución. Una vez abandonados los terrenos o destinados a un fin distinto, volverán a su antigua condición.

El derecho de aprovechamiento de las aguas medicinales y minero medicinales se adquirirá en conformidad a las disposiciones del Código de Aguas, pero su ejercicio se someterá a las leyes que rijan la materia.

### I.12.2 DERECHOS DE AGUAS SUBTERRÁNEAS

#### I.12.2.1 Aguas Subterráneas y su Exploración

Es derecho de cualquiera excavar en suelo propio pozos para las bebidas y usos domésticos, aunque ello conlleve el menoscabo del agua que alimenta algún otro pozo; pero si de ello no reportare utilidad alguna, o no tanta que pueda compararse con el perjuicio ajeno, será obligado a cegarlos. Lo mismo se aplica a pertenencias mineras, en la medida necesaria para la respectiva explotación.

En relación a la exploración con el objeto de alumbrar aguas subterráneas, cualquier persona puede realizarla en suelo propio sujetándose a las normas que establezca la

Dirección General de Aguas. Para el caso del suelo ajeno, sólo se podrá explorar previo acuerdo con el dueño del predio.

#### I.12.2.2 Explotación de Aguas Subterráneas

Una vez comprobada la existencia de aguas subterráneas, el interesado podrá solicitar el otorgamiento del derecho de aprovechamiento a la autoridad dispuesta para tal efecto, la resolución que otorgue el derecho, establecerá el área de protección en la cual se prohibirá la instalación de obras similares.

Es competencia de la D.G.A declarar zonas de prohibición para nuevas explotaciones, a través de una resolución fundada en la protección del acuífero, la cual se publicará en el Diario Oficial. Además la autoridad deberá dictar una nueva resolución sobre el alzamiento de la prohibición de explotar, a petición justificada de parte, si así lo aconsejan los resultados de nuevas investigaciones respecto de las características del acuífero o la recarga artificial del mismo.

Se establecen restringidas aquellas áreas de sectores hidrogeológicos de aprovechamiento común en los que exista riesgo de disminución grave de un determinado acuífero. La D.G.A. desarrollará dicha restricción a petición de cualquier usuario del sector involucrado, previa demostración de la conveniencia de la restricción.

La declaración de un área de restricción dará origen a una comunidad de aguas, formada por todos los usuarios de aguas subterráneas comprendidas en ella.

La D.G.A. podrá otorgar derechos provisionales en aquellas zonas restringidas, además de exigir la instalación de sistemas de medidas en las obras y requerirá al información que se obtenga.

### I.13 EVALUACION DE IMPACTO AMBIENTAL

#### I.13.1 ASPECTOS GENERALES

Se ha realizado un estudio del impacto ambiental atribuible a las actividades y acciones durante las etapas de construcción y de operación del proyecto denominado "Estudio Integral de Riego Proyecto de Aprovechamiento de Aguas Servidas Planta de Tratamiento Santiago Sur", sobre la base de visitas técnicas a terreno, recopilación y análisis de antecedentes y encuestas a los futuros beneficiados con el proyecto.

El proyecto de riego analizado desde el punto de vista ambiental, no presenta interferencias con áreas protegidas tales como Parques Nacionales, Monumentos Históricos y otros lugares con valor cultural o social o sitios con alta percepción ambiental por parte de la comunidad.

Con el propósito de identificar los problemas de impacto ambiental en cada sector del proyecto, conforme a los tramos de canales, se ha definido los diferentes sectores de obras según se indica en el Cuadro I.13.1-1.

**CUADRO I.13.1-1  
IDENTIFICACIÓN DE LOS TRAMOS DEL PROYECTO  
PARA ANÁLISIS DE IMPACTOS AMBIENTALES**

CÓDIGO Y DESCRIPCIÓN DEL TRAMO	
A	Canal troncal
A.1	Sector de entrega desde planta de tratamiento EMOS.
A.2	Desde salida planta de tratamiento hasta entrada al primer túnel. (Km 0 a 550)
A.3	Primer túnel. (Km 550 a 1350)
A.4	Desde salida primer túnel hasta entrada al segundo túnel. (Km 1.350 a 8.400)
A.5	Segundo túnel. (Km 8.400 a 10.300 )
A.6	Desde salida del segundo túnel hasta entrada primera caída (Km 10.300 a 12.900)
A.7	Sector primera caída (Km 12.900 a 13.300)
A.8	Desde fin primera caída hasta Km 15.980 o Km 0
B.	Canal primer tramo
B.1	Desde Km 0 hasta entrada túnel (Km 20.040)
B.2	Túnel (Km 20.040 a 20.570)
B.3	Desde salida túnel hasta entrada sifón de cruce estero Puangue (Km 20.570 a 63.030)
B.4	Sifón de cruce estero Puangue.
C.	Canal segundo tramo, lado norte
C.1	Desde Km 0 hasta inicio túnel. (Km 7.660)
C.2	Túnel (Km 7.660 a 8.210)
C.3	Desde salida túnel hasta fin tramo Km 53.500
D.	Canal segundo tramo lado Suroeste.
D.1	Desde salida Sifón de cruce estero Puangue hasta entrada túnel Km 10.100
D.2	Túnel a tramo sur este
D.3	Desde entrada túnel a fin canal Km 21.500
E.	Canal segundo tramo lado sur este hasta Km 12.000
F.	Canal tercer tramo lado sur este, hasta Km 24.500
G.	Canal tercer tramo sector sur oeste
G.1	Desde inicio hasta entrada túnel Km 14.840
G.2	Túnel (Km 14.840 a 15.680)
G.3	Desde salida túnel hasta fin tramo (Km 15.680 a 97.500)
H.	Canal cuarto tramo
H.1	Desde entrada caída a fin caída (Km 15.980 a 16.450)
H.2	Desde fin caída a entrada primer túnel (Km 16.450 a 16.800)
H.3	Primer túnel (Km 16.800 a 17.390)
H.4	Desde salida primer túnel a entrada segundo túnel (Km 17.390 a 34.650)
H.5	Segundo túnel (Km 34.650 a 35.600)
H.6	Desde salida segundo túnel a entrada caída (Km 35.600 a Km 42.000)
H.7	Sector caída (Km 42.000 a 42.100)
H.8	Desde término caída a fin del canal (Km 42.100 a 62.000)

### I.13.2 IMPACTOS AMBIENTALES TIPO

En este estudio, se ha identificado un total de 18 impactos ambientales tipo durante la etapa de construcción, (códigos C-1 a C-18) que se pueden producir en diferentes localizaciones, y 5 impactos ambientales tipo durante la etapa de operación (códigos O-1 a O-5), los cuales se indican a continuación :

#### a) Impactos ambientales tipo durante la etapa de construcción

- C-1 : El trazado del canal proyectado está sobre un canal existente.
- C-2 : Escarpes, corte de vegetación y de árboles, en trabajos de topografía y de despeje de los frentes de trabajo de construcción del canal.
- C-3 : Depositación de material de excavación del canal y de las obras de arte
- C-4 : Disposición de desechos de la construcción
- C-5 : Instalación de faenas y su retiro posterior.
- C-6 : Accesos a los frentes de trabajo en el canal proyectado.
- C-7 : Faenas de construcción de túneles con explosivos.
- C-8 : El canal proyectado está bajo un canal existente.
- C-9 : Cruce del canal con caminos principales o secundarios
- C-10 : Paso del canal cerca de tranques de regulación
- C-11 : Interferencia del canal proyectado con plantaciones existentes
  
- C-12 : Cruce del canal proyectado con el canal Las Mercedes
- C-13 . Paso del canal por sector El Toro, donde existe parcelaciones de agrado (condominios y resort) actualmente construidos y en etapa de construcción.
- C-14 : Cruce del canal en estero Puangue (sifón)
- C-15 : Acceso a las obras del canal, por instalaciones de empresa avícola (Ariztía)
- C-16 : Molestias por el polvo producido.
- C-17 : Molestias por el ruido producido.
- C-18 : Molestias por construcción, montaje y empalmes de central hidroeléctrica.

#### b) Impactos ambientales tipo durante la etapa de operación

- O-1 : El trazado del canal proyectado está sobre un canal existente.
- O-2 : El canal proyectado está bajo un canal existente.
- O-3 : Cruce del canal con caminos principales o secundarios
- O-4 : Interferencia del canal proyectado con plantaciones existentes
- O-5 : Paso del canal por sector El Toro, donde existe parcelaciones de agrado (condominios y resort) actualmente construidos y en etapa de construcción.

Las mayores interferencias del proyecto, durante la etapa de construcción y de operación se refieren básicamente al trazado del canal y sus accesos, con propiedades privadas y cruces con caminos públicos. Las actividades de construcción del canal mismo y de sus obras anexas tendrá las interferencias de tipo temporal, normales para este tipo de obras, siendo las de mayor impacto, la construcción de 8 túneles.

### I.13.3 PERCEPCIÓN AMBIENTAL DEL PROYECTO

En cuanto a la percepción ambiental del proyecto por parte de los futuros beneficiados, cuyos resultados se sintetizan en el Cuadro I.13.3-1, de acuerdo con la encuesta a los predios tipo realizada, ésta resulta ser positiva o neutra en más de un 90% de los encuestados, que representan aproximadamente un 86% de la superficie en la muestra encuestada. Por lo tanto, dada esta percepción positiva mayoritaria, se prevé que en general no habría conflictos relevantes con los futuros beneficiados.

En suma, la percepción ambiental del proyecto, de acuerdo con las encuestas de predios tipo realizada, parece favorable al proyecto, toda vez que una parte importante de los encuestados está a favor o se manifiesta neutral. En todo caso, según la encuesta realizada, los encuestados no mencionaron problemas o conflictos graves atribuibles al proyecto.

CUADRO I.13.3-1  
RESUMEN DE RESULTADOS DE ENCUESTA A PREDIOS TIPO  
SOBRE PERCEPCIÓN AMBIENTAL DEL PROYECTO

TIPO DE PERCEPCIÓN	Nº DE PREDIOS	PORCENTAJE DE LOS PREDIOS	SUPERFICIE (HA)	PORCENTAJE DE LA SUPERFICIE
POSITIVA	19	70,3	2.371,9	52,4
NEUTRAL	6	22,2	1525,4	33,7
NEGATIVA	2	7,5	628,4	13,9
TOTALES	27	100,0	4.525,7	100,0

### I.13.4 EVALUACIÓN Y VALORACIÓN DE LOS PROBLEMAS AMBIENTALES IDENTIFICADOS

En el Cuadro I.13.4-1 siguiente se ha sintetizado la valoración de tipo cualitativo de cada uno de los problemas ambientales tipo identificados para la etapa de construcción y operación del proyecto, con respecto a cada uno de los factores ambientales (físicos, biológicos y perceptuales).

Con respecto a los principales impactos ambientales identificados, de acuerdo con las visitas a terreno realizadas, revisión, análisis de antecedentes y desarrollo del estudio de impacto ambiental, serían las siguientes :

- a) Actividad C-6 : Accesos a los frentes de trabajo en el canal proyectado, durante la etapa de construcción.  
Esta actividad puede producir una serie de conflictos, por la existencia de plantaciones, viviendas, instalaciones industriales, etc., que se encuentran en los accesos al futuro canal.
- b) Actividades C-11 y O-4 : Interferencia del proyecto con plantaciones existentes.  
Esto puede ser un problema para las gestiones de expropiación de la franja para el canal.
- c) Actividades C-13 y O-5 : Paso del canal por sector El Toro, donde existe parcelaciones de agrado (condominios y resort) actualmente construidos y en etapa de construcción.

El mayor impacto se produce porque este sector es de tipo turístico y cualquier actividad que signifique movimiento, ruido, polvo y molestias en general, tiene una alta sensibilidad por parte de los propietarios y visitantes de los condominios de este sector.

**CUADRO I.13.4-1  
VALORIZACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES IDENTIFICADOS**

PROBLEMA O ACCIONES	FACTORES FÍSICOS			FACTORES BIOLÓGICOS		FACTORES PERCEPTUALES		
	AIRE	AGUA	SUELO	FLORA	FAUNA	PAISAJE	SOCIO-EC.	HIST.-CULT
C-1			T,M,5			T,M,5		
C-2				T,A,8	T,B,1	T,M,2		
C-3			T,M,5			T,B,1		
C-4	T,B,1	T,B,2	T,B,3			T,B,3		
C-5		T,B,2	T,B,2					
C-6			T,A,8	T,A,9		T,M,5		
C-7	T,M,5							
C-8			T,M,5					
C-9			T,B,1			T,B,1		
C-10		T,B,1				T,B,1		
C-11			T,A,8	T,A,8				
C-12		T,B,1						
C-13						T,A,8	T,A,8	
C-14		T,B,1		T,B,1				
C-15			T,M,5					
C-16	T,M,5						T,B,1	
C-17	T,M,6						T,B,1	
C-18		T,B,2						
O-1			P,M,5			P,M,5		
O-2			P,M,5					
O-3			P,B,1			P,B,1		
O-4			P,A,8	P,A,8				
O-5						P,M,5	P,M,5	

a) Importancia del Impacto : A (alta), M (media) y B (bajo)

b) Período del impacto : T (temporal) o P (permanente)

c) Magnitud : escala de 1 a 10, sin decimales.

### I.13.5 MEDIDAS DE MITIGACIÓN, PLAN DE MONITOREO Y FACTIBILIDAD AMBIENTAL

En cuanto a las medidas de mitigación ambiental, una de las más relevantes en este proyecto corresponde al manejo especial de la estepa de Acacia caven o espino, en los trabajos de escarpe y otros en los trazados del canal y caminos de acceso a las obras. Esta especie está considerada dentro del tipo forestal Esclerófilo, el cual requiere de un plan de manejo conforme a los Artículos 18, 19 y 24 del Reglamento Técnico del Decreto Ley N° 701 sobre Fomento Forestal y Ley de Bosques, Núm. 259 del 1° de septiembre de 1980 y publicado en el Diario Oficial el 30 de octubre de 1980. De acuerdo con este Reglamento existen normativas en cuanto al plan de manejo, métodos de corta y explotación, las cuales se deberán tomar en consideración en las medidas de Mitigación para preservar la conservación de las especies.

Por otra parte, se plantea un plan de monitoreo ambiental, que comprende lo siguiente :

- a) Inspecciones técnicas de cada tramo del canal, antes del inicio de la temporada de riego, para determinar los puntos en que puede haber peligro para personas y animales. De cada inspección se elaborará un informe a la administración del canal, para la implementación de las medidas correspondientes.
- b) Inspección mensual del canal en el tramo El Toro, para revisar las condiciones de limpieza de bordes, vegetación acorde al paisaje y otros aspectos de paisaje. De cada inspección, se elaborará un informe a la administración del canal, para la implementación de las medidas correspondientes.

En conclusión, los impactos identificados anteriormente son posibles de atenuar con las medidas de mitigación detalladas en este estudio, en las cuales se destaca, en forma general, la importancia de la coordinación permanente entre los ejecutores del proyecto y los futuros beneficiados, en especial, la planificación conjunta de las actividades en la etapa de construcción que pueden significar mayor interferencia.

## II. INTRODUCCIÓN

El "ESTUDIO INTEGRAL DE RIEGO PROYECTO APROVECHAMIENTO DE AGUAS SERVIDAS DE PLANTA DE TRATAMIENTO SANTIAGO SUR REGION METROPOLITANA", fue licitado públicamente por la Comisión Nacional de Riego y otorgado mediante Resolución CNR N°3 de 31-01-97, modificada por Resolución CNR N°52 de 31-10-97, a la Asociación de Profesionales Proyecto Santiago Sur, la cual está compuesta por las firmas consultoras Ayala y Cabrera Ingenieros Consultores Ltda., Geofun Ltda. y Procivil Ingeniería Ltda.

Es necesario tener presente las características especiales que tiene este estudio en relación con el resto de los estudios integrales de riego y drenaje del país. Estas se pueden resumir de la siguiente manera:

- Se trata de un proyecto que propone regar zonas de secano, con escasa actividad agrícola, en las comunas de Curacaví y María Pinto, ubicadas a cotas superiores al canal Las Mercedes, que riega la parte baja de estos valles, mediante aguas provenientes del río Mapocho, las que presentan altos grados de contaminación de tipo física, química y bacteriológica.
- Los recursos hídricos propios de estos valles son escasos, existiendo extensas área de secano, que no pueden ser incorporadas al riego. Por otra parte, además de las limitantes hídricas, y debido a que reciben recursos contaminados desde el río Mapocho, esta zona tiene una limitante de tipo ambiental, que le impide desarrollar en forma extensa una agricultura de exportación, con mayor rentabilidad que la existente en la actualidad. Conjuntamente con lo anterior, la topografía de la zona es complicada, con terrenos de pendiente moderada a fuerte, hacen necesario proyectar obras civiles caras y utilizar métodos de riego tecnificado, de alto costo de implementación.
- La concepción de Estudios Integrales que realiza la Comisión Nacional de Riego se aplica perfectamente en este caso, ya que, mantiene un enfoque multidisciplinario en el estudio de las alternativas de desarrollo de los recursos y su interdependencia; sin embargo difiere de otros estudios en cuanto a que en este caso no se captan las aguas desde un cauce natural, si no desde una planta de tratamiento de aguas servidas. A diferencia de los recursos de un cauce natural, estas aguas tratadas tienen una alta seguridad de permanencia en el tiempo, debido a que provienen de una ciudad importante, como lo es la ciudad de Santiago.
- Debido a que los recursos de la planta Santiago Sur de Emos no cuenta con los recursos suficientes para regar toda el área de secano con potencial agrícola, se plantearon una serie de esquemas de obras destinados a optimizar el uso de los recursos hídricos disponibles. Sólo uno de estos esquemas presentó indicadores económicos positivos, desde el punto de vista social. Se trata de un desarrollo agrícola con alta rentabilidad, pero con obras civiles y de riego de un alto costo, razón por la cual es un proyecto muy sensible a cambios en los niveles de precios agrícolas y de costos de las respectivas obras civiles.

El informe final de la consultoría se ha estructurado de la siguiente forma:

Capítulo I	:	Resumen y Conclusiones.
Capítulo II	:	Introducción.
Capítulo III	:	Caracterización General del Area del Estudio.
Capítulo IV	:	Estudios Básicos.
Capítulo V	:	Modelo de Simulación Canal Santiago-Curacaví.
Capítulo VI	:	Situación Actual Agropecuaria.
Capítulo VII	:	Determinación de la Situación Futura.
Capítulo VIII	:	Diseño Preliminar de Obras Involucradas en el Sistema.
Capítulo IX	:	Evaluación Económica.
Capítulo X	:	Programas de Implementación y Seguimiento del Proyecto.
Capítulo XI	:	Organización de Usuarios.
Capítulo XII	:	Aspectos Legales y Administrativos.
Capítulo XIII	:	Evaluación de Impacto Ambiental.

Además, se incluye un Álbum de Planos y los siguientes Anexos:

Anexo Tomo I	:	Anexo IV.	Estudios Básicos.
	:	Anexo V.	Modelo de Simulación.
	:	Anexo VI.	Estudio Agronómico.
	:	Anexo VII.	Determinación de la Situación Futura
	:	Anexo VIII.1	Memorias de Cálculo
Anexo Tomo II	:	Anexo VIII.2	Presupuestos, Cubicaciones y Precios Unitarios
	:	Anexo VIII.3	Especificaciones Técnicas
	:	Anexo VIII.4	Álbum de Fotos
	:	Anexo VIII.5	Centrales Hidroeléctricas, Caudales Generados, Potencia y Energía de las Centrales Curacaví y María Pinto.
	:	Anexo IX	Evaluación Económica.

### III. CARACTERIZACIÓN GENERAL DEL ÁREA DE ESTUDIO

#### III.1 INTRODUCCIÓN

El objetivo principal de la presente actividad es proveer un marco de referencia global respecto de las principales características que presenta la actividad agropecuaria en la zona en que está inserta el área de estudio.

#### III.2 ANTECEDENTES GENERALES DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO SANTIAGO SUR DE EMOS

##### III.2.1 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

El Gobierno, a través de sus organismos especializados, ha estado considerando el problema del tratamiento de las aguas servidas del Gran Santiago desde hace varios años. En efecto, dentro del desarrollo del “Plan Maestro de Alcantarillado para el Gran Santiago”, realizando entre 1981 y 1984, se consideró en forma preliminar el tratamiento de las aguas servidas en varias plantas, definiendo algunas soluciones, para lo cual consideró la utilización agrícola de las aguas tratadas.

Con posterioridad, en 1987, se realizó un estudio para definir un programa preliminar de tratamiento de las aguas servidas del Gran Santiago, considerando en este caso una serie de procesos de tratamiento, incluyendo lodos activados convencionales, lagunas anaeróbicas y aeróbicas no aireadas y, de manera muy preliminar, embalses de estabilización o lagunas profundas. Se concluyó en ese estudio que el único proceso comercialmente confiable en ese momento era alguna de las variantes disponibles de lodos activados, pero que la potencial reducción de costos asociada a los procesos menos convencionales o naturales, como lagunas y embalses de estabilización, era de tal magnitud, que resultaba de interés intensificar y ampliar los esfuerzos para probar y desarrollar estos procesos en las condiciones locales. Para estos efectos se recomendó el diseño y construcción de una planta experimental.

En marzo de 1993 se inició el estudio denominado: “Programa de Tratamiento de las Aguas Servidas del Gran Santiago”, encomendado por la Empresa Metropolitana de Obras Sanitarias (EMOS) al Consorcio formado por las Empresas HACER, Severn-Trent y Cade-Idepe. Este estudio finalizó a fines de 1994.

En los estudios realizados se incluyó, además del estudio de programas globales para el Gran Santiago, la consideración de plantas independientes para las áreas Santiago Sur (San Bernardo y Maipú) y Maipo (Puente Alto y alrededores).

Como consecuencia de lo anterior, EMOS decidió iniciar el diseño y la construcción de la Planta Santiago Sur, cuyas áreas al sistema de alcantarillado son las siguientes zonas :

- Santiago Sur al Mapocho (Emisario San Bernardo)
- Servicio de agua potable y alcantarillado MAIPU (Colector Interceptor Maipú)
- Santiago Sur al Maipo (Colector Interceptor Maipo).

El área tributaria a la planta la conforman sectores importantes de las comunas de: Puente Alto, La Pintana, El Bosque, San Bernardo, Maipú, Cerrillos y pequeños sectores de La Florida y Estación Central. La población actual y proyectada que atendería esta planta se muestra en el cuadro III.2.1-1, siguiente (miles de personas).

CUADRO III.2.1-1  
POBLACION SERVIDA POR LA PLANTA SANTIAGO SUR  
( miles de habitantes )

AREAS	AÑOS		
	2000	2010	2024
Sur al Mapocho	625	1.030	1.350
Maipú al Zanjón	415	480	615
Maipo	255	430	655
TOTAL	1.295	1.940	2.620

Los caudales de aguas servidas a tratar en la Planta Santiago Sur son los siguientes ( $m^3/seg$ ):

CUADRO III.2.1-2  
CAUDALES DE AGUAS SERVIDAS AFLUENTES A LA PLANTA SANTIAGO SUR  
(  $m^3/s$  )

AREAS	AÑOS		
	2000	2010	2024
Sur al Mapocho	1,7	2,7	3,3
Maipú al Zanjón	1,3	1,5	1,8
Maipo	0,5	0,8	1,3
TOTAL	3,5	5,0	6,4

La Planta Santiago Sur estará ubicada geográficamente en el sector El Trenal, inmediatamente al Norte del río Mapocho, por la antigua ruta a Valparaíso, por cuesta Barriga a la cota aproximada de 420 m.s.n.m. De acuerdo a la posición geográfica ya señalada, y considerando el potencial agrícola de sectores cercanos a dicha ubicación, las nuevas áreas de riego que se pueden abastecer con las aguas tratadas, estarían ubicadas en los Valles de Curacaví y María Pinto de la Hoya Hidrográfica del Estero Puangue, Región Metropolitana. Esto haría posible incorporar a un riego seguro con aguas depuradas, un alto porcentaje de terreno actualmente de secano, ubicados sobre cota del canal Las Mercedes, que riega la parte baja del valle del Puangue con aguas contaminadas provenientes del río Mapocho.

### III.2.2 DESCRIPCIÓN DE LA PLANTA SANTIAGO SUR

El agua servida afluente a la Planta Santiago Sur será conducida a través de un conjunto de procesos unitarios que remueven los distintos contaminantes presentes, hasta lograr un efluente con la calidad deseada, la que de acuerdo con lo programado deberá cumplir con la Norma Nch. 1.333 que fija la calidad de aguas para riego. Al remover los contaminantes del agua, se generan residuos con alto contenido de sólidos, denominados *lodos*. Estos sólidos siguen un proceso separado que permite concentrarlos y estabilizarlos, antes de su disposición final.

En esta Planta se ha decidido usar un tratamiento secundario, con desinfección. Este proceso consta de las siguientes etapas:

- Tratamiento preliminar: Incluye la remoción de los sólidos gruesos y arenas mediante sistemas de rejillas gruesas y finas y desarenadores aireados.
- Tratamiento primario: En esta etapa, las aguas afluentes se hacen circular a través de estanques de gran tamaño, con el propósito de que los sólidos sedimentables alcancen a depositarse sobre el fondo de los estanques, permaneciendo en suspensión sólo la fracción más fina.
- Tratamiento secundario: El agua proveniente del tratamiento primario es conducida a estanques de aireación, en donde existen microorganismos que utilizan como alimento la materia orgánica disuelta. El efluente del estanque de aireación está formado por materia en suspensión, compuesta de una gran población de microorganismos, y de un líquido con pocas sustancias orgánicas disueltas. Esta mezcla es enviada a los sedimentadores secundarios, que separan el material suspendido de la fase líquida, generando un lodo secundario.
- Desinfección: El efluente del sedimentador secundario contiene aún microorganismos patógenos. Por lo tanto, se tiene contemplado una desinfección con cloro gaseoso, para lograr un efluente con la calidad indicada en la Norma Nch 1.333.

Conforme a lo anterior, a continuación se presenta el estudio de los recursos básicos de las áreas que pueden ser regadas con los recursos hídricos provenientes de la Planta Santiago Sur de EMOS.

### III.3 LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA DEL PROYECTO

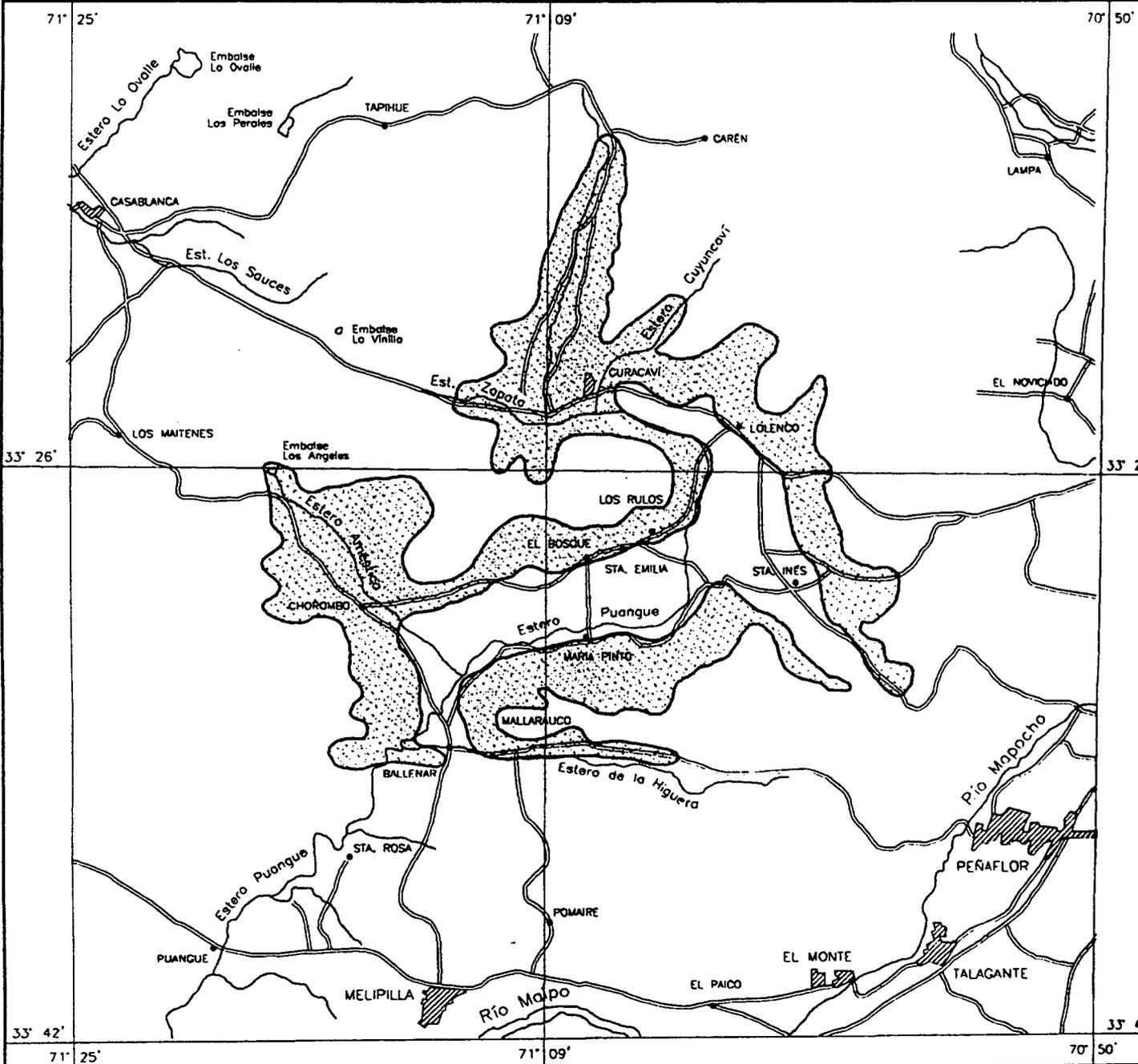
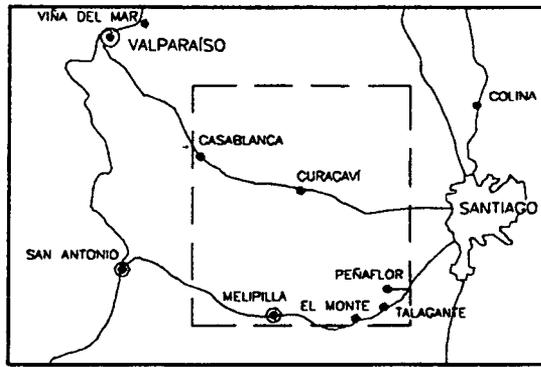
#### III.3.1 UBICACIÓN DEL ÁREA E IDENTIFICACIÓN DE LOS SECTORES RELEVANTES

El área de estudio se encuentra ubicada en la Región Metropolitana, provincia de Melipilla y comunas de Curacaví y María Pinto. Además incluye un pequeño sector de Mallarauco, en la Comuna de Melipilla. El mapa de ubicación del área se presenta a continuación en la Figura III.3-1-1.

El área específica de estudio corresponde a suelos que se encuentran sobre la cota del canal Las Mercedes y sus derivados y de canales del Estero Puangue. Especialmente, se trata de las siguientes áreas:

- Lo Prado - Miraflores: Esta área empieza en la Cuesta Barriga en dirección a Curacaví y termina más al Norte de la Rinconada de Miraflores. El área específica del estudio tiene su límite inferior en el Canal de Las Mercedes y su límite superior en la cota 300 m.s.n.m.
- Alhué de Curacaví: Esta área comprende al curso superior del Estero Puangue y se sitúa a ambos lados del mismo, en los sectores de Curacaví, Cuyancaví, Alhué de Curacaví, Lepe y otros. El límite inferior de esta área es la parte baja del valle y el límite superior, la cota 300 m.s.n.m. Actualmente esta área se riega parcialmente en su parte plana con canales del Estero Puangue, pozos y norias.

CROQUIS DE UBICACIÓN



REPÚBLICA DE CHILE COMISIÓN NACIONAL DE RIEGO DEPARTAMENTO DE ESTUDIOS	ESTUDIO INTEGRAL DE RIEGO PROYECTO DE APROVECHAMIENTO DE AGUAS SERVIDAS PLANTA DE TRATAMIENTO SANTIAGO SUR REGION METROPOLITANA	Asociación de Profesionales Proyecto Santiago Sur	PLANO: UBICACIÓN AREA DE ESTUDIO	FECHA: 1998 ESCALA APROX: 1 : 330.000 FIGURA: III.3.1-1
--	--	--	--	--

- Los Rulos, Las Mercedes, Ibacache y Chorombo. Esta área tiene su límite inferior en el canal Las Mercedes en su trazado por el Norponiente del valle del Estero Puangue y, su límite superior, en la cota 300 m.s.n.m.
- La Patagüilla - María Pinto: Este sector comienza por el Sur en la Cuesta Barriga y se sitúa hacia el Poniente comprendiendo hasta María Pinto y Baracaldo. El límite inferior corresponde a los cotas del Canal La Pataguilla y de canales del Estero Puangue y, el límite superior a la cota 250 m.s.n.m.
- Mallarauco: Esta área comprende al valle de Mallarauco entre Bollenar y Punta Victoria. El límite inferior, del área está dado por la cota del canal Mallarauco y, el límite superior, por la cota 250 m.s.n.m.

Cabe destacar que adicionalmente se analizó algunas áreas de rinconadas que se ubican sobre la cota 300 m.s.n.m y 250 m.s.n.m. en los sectores del lado norte y sur del área de estudio, respectivamente.

### III.3.2 DELIMITACIÓN Y TAMAÑO DEL ÁREA

Las comunas donde se inserta el proyecto presentan los siguientes límites y extensión geográfica:

- Curacaví: Esta comuna limita al oriente con la Provincia de Chacabuco y de Santiago, al sur con la Provincia de Talagante y comunas de Melipilla y María Pinto, y al norte y poniente con la Región de Valparaíso. Tiene una extensión de 691,2 Km<sup>2</sup>.
- María Pinto: Esta comuna deslinda al oriente y norte con la comuna de Curacaví, al sur con la comuna de Melipilla y al poniente con la Región de Valparaíso y tiene una superficie de 393,5 Km<sup>2</sup>.

### III.3.3 ESTRUCTURA POLÍTICO ADMINISTRATIVA DEL ÁREA DE ESTUDIO

De acuerdo a lo indicado anteriormente, el área de estudio se encuentra casi en su totalidad en las comunas de Curacaví y María Pinto, las que forman parte de la Región Metropolitana. Conforme a la legislación vigente en el país, el Sistema de Gobierno y Administración Regional se estructura a través del Gobierno Interior de la Región el cual corresponde al Intendente en su calidad de representante del Presidente de la República.

Las funciones de administración son apoyadas por las Secretarías Regionales Ministeriales, órganos desconcentrados de los ministerios, subordinados a nivel regional al Intendente, destacando entre ellas la Secretaría Regional de Planificación y Coordinación.

A nivel provincial el Gobierno corresponde al Gobernador, subordinado al Intendente. Su administración también compete a aquél como órgano desconcentrado del Intendente, en cuanto ejecutivo del Gobierno Regional. Existe como instancia de representación consultiva el Concejo Económico y Social Provincial, presidido por el Gobernador.

Finalmente, la Administración Comunal corresponde a la Municipalidad, compuesta por el Alcalde como autoridad superior y el Concejo, presidido por el Alcalde, como órgano

resolutivo, nominativo y fiscalizador, ambos de elección popular cada 4 años.

La Ley N° 18.695, Orgánica Constitucional de Municipalidades, reformada en marzo de 1992 por la Ley N° 19.130 constituye el más importante cuerpo normativo para la municipalidades, pues regula su estructura y funcionamiento.

Esta ley define a las municipalidades como "corporaciones autónomas de derecho público, con personalidad jurídica y patrimonio propio, cuya finalidad es satisfacer las necesidades de la comunidad local y asegurar su participación en el progreso económico social y cultural de las respectivas comunas".

Tal como se dijo anteriormente, el Alcalde es la máxima autoridad del Municipio. Es elegido por sufragio universal directo o indirecto, según el caso; su mandato dura cuatro años y puede ser reelegido. Preside al Concejo Municipal y al Concejo Económico y Social Comunal.

El Concejo Municipal es un órgano encargado de hacer efectiva la participación de la comunidad local, ejerce funciones normativas, resolutorias y fiscalizadoras y está integrado por concejales elegidos por sufragio universal. Se reúne al menos dos veces al mes y sus sesiones son públicas, a menos que los dos tercios de los concejales presentes acuerden que determinadas sesiones sean secretas.

El Concejo Económico Social Comunal es un órgano de consulta de la municipalidad, integrado por representantes de la comunidad local organizada. Tiene por objetivo asegurar la participación de las organizaciones comunitarias de carácter territorial y funcional y de actividades relevantes en el progreso económico, social y cultural de la comuna. Se asegura una representación privilegiada a las juntas de vecinos, como instituciones características dentro de la gama estamentaria de la comunidad local. Está integrado, además del Alcalde, por concejeros elegidos por sus estamentos, los que duran cuatro años en su cargo y pueden ser reelegidos.

La Organización Administrativa del Municipio depende del número de habitantes que tenga la comuna. Las comunas con menos de cien mil habitantes, como es el caso de las comunas de María Pinto y Curacaví, deben contar a lo menos con un Administrador Municipal (con acuerdo del Concejo a proposición del Alcalde) y un Secretario Municipal. El resto de las unidades depende de las capacidades del Municipio para establecerlas. Entre éstas están:

- La Secretaría Comunal de Planificación y Coordinación.
- La Unidad de Desarrollo Comunitario
- La Unidad de Obras Municipales
- La Unidad de Aseo y Ornato
- La Unidad de Tránsito y Transporte Público
- La Unidad de Administración y Finanzas
- La Unidad de Asesoría Jurídica
- La Unidad de Control

#### III.4 SISTEMA DE INFRAESTRUCTURA AGRÍCOLA

##### III.4.1 INFRAESTRUCTURA REGIONAL

En este acápite cabe resaltar que la zona donde se inserta el proyecto, vale decir las comunas de Curacaví y María Pinto, se encuentran dentro del radio de la Región Metropolitana,

región que presenta un complejo y amplio sistema de infraestructura productiva agrícola. Esta infraestructura se encuentra a distancias relativamente moderadas del área del proyecto y abarca una amplia gama de rubros agroindustriales, tal como se puede apreciar el Cuadro III.4.1-1.

CUADRO III.4.1-1  
AGROINDUSTRIAS EXISTENTES REGION METROPOLITANA, 1994

TIPO DE INDUSTRIA	NÚMERO DE AGROINDUSTRIAS	
	10 a 49 personas ocupadas	50 y más personas ocupadas
Matanza de ganado, preparación y conservación de carne	18	23
Fabricación de productos lácteos	7	9
Envasado y conservación de frutas y legumbres	12	21
Fabricación de aceite y grasas vegetales y animales	5	7
Productos de molinería	13	3
Elaboración de alimentos preparados para animales	8	3
Bebidas malteadas y malta	2	3
Industrias vinícolas	9	9
Curtidurías y talleres de acabado	12	8
Aserraderos, barracas y talleres para madera	49	24
<b>TOTAL</b>	<b>135</b>	<b>110</b>

FUENTE: Industrias Manufactureras a Nivel Regional. INE 1994

### III.4.2 INFRAESTRUCTURA AGRÍCOLA Y PECUARIA DEL ÁREA DE ESTUDIO

La infraestructura agropecuaria existente en la zona del proyecto se relaciona con la actividad agropecuaria de la misma y comprende fundamentalmente lo siguiente:

- a) Centros de Acopio Lechero: en la comuna de María Pinto existen 6 centros de acopio ubicados en las localidades de Baracaldo, Chorombo, Ibacache, Lo Ovalle, Las Mercedes y Ranchillo.
- b) Plantas de Embalaje de Frutas: estas plantas se concentran en su mayoría en la comuna de Curacaví. En el Cuadro III.4.2-1 se presenta esta información por comuna y capacidad de la planta.

CUADRO III.4.2-1  
PLANTAS DE EMBALAJE - COMUNAS DE CURACAVÍ Y MARÍA PINTO

COMUNA	NOMBRE DE LA EMPRESA	CAPACIDAD POR TURNO	ESPECIES EMBALADAS
CURACAVI	Campolindo	28.700 Kg	Uva de mesa
	Fdo. San Joaquín	5.740 Kg	Uva de mesa
	FRUTEC S.A.	2.118.550 Kg	Kiwi, limón, manzano rojo, nectarino, palto, uva de mesa
	Patagüilla El Bosque	21.785 Kg	Ciruelo japonés, durazno nectarino, uva de mesa
MARIA PINTO	FRUPAC	12.300 Kg	Uva de mesa
	Sta. Emilia	6.560 Kg	Uva de mesa
TOTAL		2.193.635 Kg	

FUENTE : CIREN-CORFO, Directorio Agroindustrial Frutícola de Chile, 1993. Elaboración propia de la consultora.

Cabe destacar que de las 6 plantas de embalaje, 4 corresponden a plantas de fundos y 2 a empresas de exportación de frutas. Del mismo modo, la empresa FRUTEC S.A. concentra por si sola el 96,5% de la capacidad instalada de embalaje.

- c) Plantas de Frío: Existen sólo dos plantas de frío que se encuentran ubicadas en la comuna de Curacaví. El Fundo Campolindo presenta una cámara de frío con una capacidad de 2.160 m<sup>3</sup> y la empresa FRUTEC S.A. tiene una cámara de prefrío con una capacidad de 3.456 cajas de uva (8,2 Kg) y tres cámaras de frío con una capacidad total de 56.000 cajas de uva (8,2 Kg).

Respecto del resto de la infraestructura agroindustrial, no se constata la existencia de ella dentro del área de estudio. Sin embargo, tal como se indicó anteriormente, en otras comunas de la Región Metropolitana existe una gran infraestructura agroindustrial, agrícola, frutícola y ganadera que incluyen plantas de embalaje de frutas y hortalizas, plantas de frío, plantas deshidratadoras y de congelado de frutas y hortalizas, plantas lecheras, mataderos, ferias ganaderas, molinos, etc..

### III.4.3 INFRAESTRUCTURA BÁSICA VIAL

El área de estudio presenta tres accesos viales de importancia:

- El más importante corresponde a la Ruta 68 Santiago - Viña del Mar, vía el túnel Lo Prado y que cruza la comuna de Curacaví en una gran extensión, siendo su estado muy bueno.
- Una segunda vía de acceso corresponde a la antigua ruta Santiago - Viña del Mar, vía cuesta Barriga hasta empalmar con la Ruta 68. Su estado es bueno.
- Finalmente, el tercer acceso y más largo es a través de a Ruta 78 Santiago - San Antonio

hasta Melipilla y, desde ahí, por las Rutas G-74-F y G-76 vía Bollenar hasta María Pinto. También esta vía se encuentra en buen estado de conservación.

Al interior del área de estudio se pueden identificar vías secundarias pavimentadas tales como:

- La Ruta G-734 que empalma con la G-730 que une el pueblo de María Pinto con la Ruta 68, vía Lolenco.
- La Ruta G-74-F que va desde Melipilla y llega hasta Ibacache Alto.

El resto de los caminos, en ambas comunas son de tierra y ripio en regular estado de conservación. Entre éstos los más importantes son:

- La Ruta G-730 desde Ibacache Bajo hasta el sector de San Enrique donde se une con las Ruta G-734.
- La Ruta G-74-F desde Ibacache Alto y que cruza la cuesta de Ibacache hacia la V Región.
- La Ruta G-76 desde María Pinto hasta empalmar con la ruta de la Cuesta Barriga.
- El camino de Curacaví a Casablanca, vía el valle de Alhué de Curacaví.

Finalmente, se puede indicar que la distancia de Curacaví y María Pinto a Santiago, vía la Ruta 68, es de 48 y 54 kilómetros, respectivamente. En la práctica esto significa que existe un acceso bastante expedito a gran parte de la infraestructura agroindustrial y de distribución de insumos existente en la Región Metropolitana.

### III.5 CARACTERIZACIÓN FÍSICA Y ECOLÓGICA

#### III.5.1 VEGETACIÓN

Los ecosistemas vegetacionales presentes en los espacios que el hombre no ha transformado, están compuestos fundamentalmente por dos formaciones vegetales: el matorral de espino y el matorral arborescente.

El primero de ellos conocido como "espinal" conforma un monte bajo donde el espino (*Acacia caven*), especie dominante, se asocia con otros arbustos como huañil (*Proustia pungens*), molle (*Schinus dependens*; *Schinus molle*), chacay (*Colletia spinosa*), quillay (*Quillaja saponaria*), boldo (*Peumus boldus*), colliguay (*Colliguaya odorífera*) y otros. Este conjunto puede alcanzar una densidad variable alternando con una cubierta herbácea estacional y acusa extrema sensibilidad a las variaciones de exposición solar en las laderas y a la posición en latitud.

El matorral arborescente corresponde a arbustos de la formación anterior que en condiciones de humedad o protección a la alta evaporación pueden llegar a proporciones arbóreas. Este tipo de asociación es característico de las quebradas y cerros con mayor influencia marítima. Presenta una considerable variedad de especies entre las cuales destacan los siguientes tipos arbóreos y arbustivos: litre (*Lithrea caustica*), molle (*Schinus latifolius*), peumo (*Cryptocaria alba*), boldo (*Peumus boldus*), quillay (*Quillaja saponaria*), maitén (*Maytenus boaria*), espino (*Acacia caven*), maqui (*Aristotelia chilensis*) y otros.

Sin embargo, la progresiva degradación por la acción del hombre ha sido especialmente intensiva en el espinal para la producción de carbón y leña, de tal manera que hoy sólo ocupan los espacios demasiado áridos para el cultivo, transformándose en una cubierta muy

rala, con predominio casi exclusivo del espino, pero con un tamaño reducido.

### III.5.2 SUELOS

En el Cuadro III.5.2-1 se presenta la superficie por clases de Capacidad de Uso de las comunas de Curacaví y María Pinto, obtenida de diferentes fuentes que se indican en el cuadro mismo.

De los antecedentes indicados en el cuadro, se puede concluir que en la comuna de Curacaví de 71.200 há en total, corresponden a suelos arables (I - IV de Capacidad de Uso) aproximadamente 9.600 há y el resto principalmente a cerros. En la Comuna de María Pinto de un total de 41.807 há, los suelos arables totalizan 11.530 há siendo el resto principalmente cerros.

CUADRO III.5.2-1  
CAPACIDAD DE USO DEL SUELO (há) - COMUNA DE CURACAVÍ Y MARÍA PINTO

USO	CURACAVÍ		MARÍA PINTO		TOTAL	
	há	%	há	%	há	%
<b>RIEGO</b>						
I	426,0	0,60	541,0	1,29	967,0	0,85
II	2.389,7	3,36	4.409,0	10,55	6.798,7	6,02
III	3.558,7	5,00	3.584,0	8,57	7.142,7	6,32
IV	382,7	0,54	981,0	2,35	1.363,7	1,21
Subtotal	6.757,1	9,49	9.515,0	22,76	16.272,1	14,40
<b>RIEGO EVENTUAL</b>						
IIr - IV	14,8	0,02			14,8	0,01
IIIr - IV	721,6	1,01	804,4	1,92	1.526,0	1,35
IIIr - VI			93,6	0,22	93,6	0,08
IVr - VI	620,9	0,87	103,0	0,25	723,9	0,64
Subtotal	1.357,3	1,91	1.001,0	2,39	2.358,3	2,09
<b>SECANO</b>						
III	47,8	0,07			47,8	0,04
IV	1.448,6	2,03	1.014,4	2,43	2.463,0	2,18
VI	6.140,1	8,62	10.927,0	26,14	17.067,1	15,10
VII	48.073,3	67,52	18.339,7	43,87	66.413,0	58,77
VIII	7.379,1	10,36	1.009,6	2,41	8.388,7	7,42
Subtotal	63.088,9	88,60	31.290,7	74,85	94.379,6	83,51
<b>TOTAL</b>	<b>71.203,3</b>	<b>100,00</b>	<b>41.806,7</b>	<b>100,00</b>	<b>113.010,0</b>	<b>100,00</b>

- FUENTE : (1) Peñaloza, Verónica: Análisis del Nivel Tecnológico y de los Medios de Transferencia de Tecnología a Nivel del Pequeño Agricultor del Valle de Curacaví. Tesis de Grado. U.C. de Chile, Facultad de Agronomía, 1987.
- (2) Plan de Desarrollo Comunal, Comuna de María Pinto, 1985.
- (3) Plan Regional de Desarrollo, Sector Silvoagropecuario, Región Metropolitana, SERPLAC, 1982-1989.

## III.5.3 CLIMA

En el estudio climático efectuado con ocasión del presente Estudio Integral se individualizan y caracterizan dos Distritos Agroclimáticos, abarcando gran parte de las comunas de Curacaví y María Pinto. Las principales características de los dos distritos o zonas agroclimáticas denominadas Zona 1: Curacaví y Zona 2: María Pinto, por la ubicación geográfica que poseen, son las que se consignan en el Cuadro III.5.3-1.

CUADRO III.5.3-1  
CARACTERÍSTICAS ZONAS AGROCLIMÁTICAS

PARÁMETROS	ZONA 1: CURACAVÍ	ZONA 2: MARÍA PINTO
Temper. Máxima del mes más cálido (°C)	27,4	29,1
Temper. Mínima del mes más frío (°C)	3,3	3,7
Fecha primera helada	9 de Mayo	3 de Junio
Fecha última helada	25 de Sept.	4 de Sept.
Número total de heladas al año	14	8
Período libre de heladas (días)	226	272
Suma térmica anual base 10 (grados-días)	1.627	1.804
Suma térmica anual base 5 (grados-días)	3.058	3.261
Horas de frío anual	1.284	1.121
Radiación solar media de enero (Ly/día)	553	561
Radiación solar media de julio (Ly/día)	163	168
Precipitación total anual (mm)	379	371
Evapotranspiración total anual (mm)	1.207	1.212
Déficit hídrico anual (mm)	982	981

## III.5.4 AGUA

La disponibilidad de agua de riego proviene de dos fuentes. Una externa al valle, que corresponde a agua del río Mapocho, conducida a través del canal Las Mercedes y su canal derivado La Patagüilla. En el sector de Mallarauco, el agua también proviene del río Mapocho a través del canal Mallarauco Norte. La fuente propia del área corresponde a las aguas del Estero Puangue.

El área bajo riego de la comuna de Curacaví se riega por el canal Las Mercedes y por el canal La Patagüilla, derivado del anterior. En tanto que la comuna de María Pinto, riega el sector poniente del valle del Puangue con el canal Las Mercedes y el sector oriente (localidades de El Parrón, Ranchillo, Cancha de Piedra, María Pinto y Baracaldo) con aguas del Estero Puangue.

La comuna de María Pinto cuenta además con varios tranques de acumulación invernal de aguas provenientes de quebradas. También existen numerosos pozos profundos y norias.

### III.5.5 MEDIO AMBIENTE

La fuente de contaminación fundamental la constituye las aguas servidas provenientes del río Mapocho y de los canales Las Mercedes y La Patagüilla. Este problema afecta prácticamente a la totalidad del área regada de las comunas de Curacaví y María Pinto.

Las aguas de riego muestran un alto grado de contaminación bacteriológica, detectándose valores superiores a  $10^6$  col/100 ml, siendo el límite máximo de coliformes fecales aceptados por la Norma NCh. 1.333 (Requisitos del Agua para su Uso en Riego), de 1.000 col/100 ml. Este problema limita seriamente las posibilidades de desarrollo del rubro hortícola y de una agricultura de exportación.

También se observa contaminación química con la presencia de residuos industriales con un aumento de las concentraciones de fierro, manganeso y zinc. Sin embargo, no reviste mayor problema para la agricultura dado que las concentraciones detectadas son relativamente bajas.

Finalmente, cabe destacar la elevada concentración total de sales observada en las aguas, con valores de conductividad eléctrica del orden de 1.800 micromhos/cm. Este valor está comprendido dentro del rango que la publicación FAO 29 Rev. 1 indica una con restricción ligera a moderada. Esto implica una restricción a los cultivos sensibles y afecta en mayor medida a la comuna de María Pinto por los problemas de drenaje que presenta.

### III.6 USO DEL SUELO

Los antecedentes de uso del suelo a nivel comunal más recientes corresponden a información del año 1985-1986 proveniente de los siguientes documentos:

- Plan de Desarrollo Comunal, 1985. Comuna de María Pinto.
- Análisis del Nivel Tecnológico y de los Medios de Transferencia de Tecnología a Nivel del Pequeño Agricultor del Valle de Curacaví, Tesis de Grado de Verónica Peñaloza, U.C. de Chile, Facultad de Agronomía, 1987.

De acuerdo a lo anterior, el uso del suelo para las comunas de María Pinto y Curacaví se presenta en el Cuadro III.6-1.

Para el análisis de la fruticultura en las comunas de Curacaví y María Pinto se ha contado con información del Catastro Frutícola Nacional de los años 1989-90 y 1995-96 que se presenta en los Cuadros III.6-2 y III.6-3, respectivamente.

Comparando las cifras de ambos cuadros, se puede observar que en la comuna de Curacaví el cambio de 1989-90 a 1995-96 es sólo de 1.137 a 1.168 há, con un incremento de 31 há. En el caso de la comuna de María Pinto, el aumento de la superficie plantada es mayor ya que alcanza a 100 há, incrementándose de 495 há a 595 há.

CUADRO III.6-1  
ESTRUCTURA DE USO DEL SUELO - COMUNA DE CURACAVÍ Y MARÍA PINTO

USO DEL SUELO	CURACAVÍ		MARÍA PINTO		TOTAL	
	há	%	há	%	há	%
Frutales y parronales uva de mesa	1.445,6	2,9	172,5	0,4	1.618,1	1,8
Viña y parronales uva vinífera	103,5	0,2	-	0,0	103,5	0,1
Hortalizas y flores permanentes	28,2	0,1	-	0,0	28,2	0,03
Hortalizas y flores anuales	1.682,4	3,4	1.134,3	2,9	2.816,7	3,2
Cereales, chacras, cultivos industriales anuales	2.788,2	5,6	3.630,8	9,2	6.419,0	7,2
Forrajeras anuales	173,9	0,4	64,9	0,2	238,8	0,3
Praderas artificiales permanentes	1.153,8	2,3	3.924,9	10,0	5.078,7	5,7
Praderas naturales mejoradas	3.284,4	6,6	839,4	2,1	4.123,8	4,6
Praderas nat. y artif. Degradadas	18.408,3	36,9	6.394,9	16,3	24.803,2	27,8
Bosques y plantaciones forestales	3.894,3	7,8	4.698,8	11,9	8.593,1	9,6
Suelos arados, barbecho y/o rastrojo	628,4	1,3	145,5	0,4	773,9	0,9
Otros suelos	16.177,1	32,5	18.322,4	46,6	34.499,5	38,7
TOTAL	49.768,1	100,0	39.328,4	100,0	89.096,5	100,0

CUADRO III.6-2  
ESPECIES FRUTALES - COMUNAS: CURACAVÍ Y MARÍA PINTO

ESPECIE	CURACAVÍ		MARÍA PINTO	
	(há)	(%)	(há)	(%)
ALMENDRO	223,69	19,67	21,22	4,28
NOGAL	49,21	4,33	26,08	5,26
CIRUELO JAPONÉS	21,92	1,93	0,00	0,00
DAMASCO	20,12	1,77	0,00	0,00
DURAZNO CONS. FRESCO	96,18	8,46	5,81	1,17
DURAZNO TIPO CONSERVA	9,70	0,85	1,36	0,27
NECTARINO	82,28	7,24	38,27	7,72
CEREZO	4,06	0,36	0,00	0,00
LIMONERO	275,15	24,20	10,14	2,05
NARANJO	33,33	2,93	71,02	14,32
PERAL	17,29	1,52	9,02	1,82
MEMBRILLO	1,61	0,14	0,00	0,00
PALTO	145,68	12,81	6,00	1,21
VID DE MESA	134,80	11,85	258,25	52,09
KIWI	21,98	1,93	48,61	9,80
OLIVO	0,13	0,01	0,00	0,00
TOTAL	1137,13	100,00	495,78	100,00

FUENTE: Catastro Frutícola Nacional 1995-96.

CUADRO III.6-3  
ESPECIES FRUTALES 1995 - 1996 COMUNAS DE CURACAVÍ Y MARÍA PINTO

ESPECIE FRUTAL	CURACAVÍ			MARÍA PINTO		
	Nº Huertos	Superficie		Nº Huertos	Superficie	
		(há)	(%)		(há)	(%)
Almendra	30,00	217,82	18,65	5,00	52,84	8,88
Nogal	12,00	46,25	3,96	4,00	27,79	4,67
Ciruelo Japonés	6,00	13,97	1,20	1,00	1,42	0,24
Ciruelo Europeo	1,00	2,50	0,21	0,00	0,00	0,00
Damasco	4,00	11,52	0,99	0,00	0,00	0,00
Duraznero Consumo Fresco	21,00	74,73	6,40	1,00	2,80	0,47
Duraznero Conservero	4,00	8,10	0,69	1,00	2,16	0,36
Nectarino	16,00	56,20	4,81	3,00	33,79	5,68
Cerezo	1,00	3,38	0,29	0,00	0,00	0,00
Limonero	77,00	269,61	23,09	6,00	11,37	1,91
Naranja	17,00	32,31	2,77	9,00	100,26	16,84
Peral	3,00	16,04	1,37	3,00	25,53	4,29
Membrillo	5,00	6,81	0,58	1,00	0,28	0,05
Palto	45,00	208,93	17,89	2,00	10,02	1,68
Vid de Mesa	9,00	120,87	10,35	11,00	307,85	51,71
Kiwi	4,00	8,26	0,71	1,00	6,30	1,06
Mandarino	2,00	9,10	0,78	3,00	12,88	2,16
Chirimoyo	3,00	1,16	0,10	0,00	0,00	0,00
Frambuesa	2,00	21,10	1,81	0,00	0,00	0,00
Caqui	2,00	1,60	0,14	0,00	0,00	0,00
Tuna	15,00	37,47	3,21	0,00	0,00	0,00
TOTAL	279,00	1167,73	100,00	51,00	595,29	100,00

Fuente: Catastro Frutícola Nacional 1995 - 1996

### III.7 CARACTERIZACIÓN SOCIOECONÓMICA

#### III.7.1 POBLACIÓN Y EMPLEO

En el Cuadro III.7.1-1 se presenta los datos del Censo de Población del año 1992, en el cual se incluye la población total de las comunas de Curacaví y María Pinto, distribuidas de acuerdo a las zonas urbana y rural.

En relación a la población por estratos de edad, en el Cuadro III.7.1-2 se presentan estos antecedentes, mientras que en el Cuadro III.7.1-3 se consignan los datos de empleo de la población por sector económico.

CUADRO III.7.1-1  
POBLACIÓN TOTAL, URBANA, RURAL Y POR SEXO

COMUNA Distrito	Población Total		Población Urbana		Población Rural		Población Masculina		Población Femenina	
	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%
CURACAVÍ	19.053		11.866		7.187		9.778	51,3	9.275	48,7
* Curacaví	12.588	39,2	11.866	91,3	722	3,8				
* Bustamante	3.069	9,5	-	0,0	3.069	16,0				
* Lo Prado	2.375	7,4	-	0,0	2.375	12,4				
* Zapata	751	2,3	-	0,0	751	3,9				
* Carén	270	0,8	-	0,0	270	1,4				
MARÍA PINTO	8.735		1.133		7.602		4.559	52,2	4.176	47,8
* María Pinto	2.847	8,9	1.133	8,7	1.714	9,0				
* Lo Ovalle	3.643	11,3	-	0,0	3.643	19,0				
* Chorombo	2.245	7,0	-	0,0	2.245	11,7				

CUADRO III.7.1-2  
POBLACIÓN POR ESTRATOS DE EDAD  
COMUNA DE CURACAVÍ Y MARÍA PINTO

GRUPOS DE EDAD	Comuna de Curacaví		Comuna de María Pinto		TOTAL	
	Nº	%	Nº	%	Nº	%
0 a 5 años	2.634	13,82	1.248	14,29	3.882	13,97
6 a 14 años	3.303	17,34	1.612	18,45	4.915	17,69
15 a 24 años	3.186	16,72	1.414	16,19	4.600	16,55
25 a 44 años	5.886	30,89	2.589	29,64	8.475	30,50
45 a 54 años	1.661	8,72	723	8,2	2.384	8,58
55 a 64 años	1.180	6,19	555	6,3	1.735	6,24
65 años y más	1.203	6,31	594	6,8	1.797	6,47
TOTAL	19.053	100,00	8.735	100,00	27.788	100,00

CUADRO III.7.1-3  
POBLACIÓN OCUPADA POR SECTOR ECONÓMICO

Sector Económico	Comuna de Curacaví		Comuna de María Pinto	
	Número	%	Número	%
Primario	2.482	42,89	1.961	74,53
Secundario	993	17,16	158	6,01
Terciario	2.312	39,95	512	19,46
TOTAL	5.787	100,00	2.631	100,00

### III.7.2 DISTRIBUCIÓN DE LA SUPERFICIE POR ESTRATO DE TAMAÑO PREDIAL

En el Cuadro III.7.2-1 se consignan los datos de la distribución de la superficie predial para diferentes estratos de tamaño.

CUADRO III.7.2-1  
DISTRIBUCIÓN DE LA PROPIEDAD - COMUNAS DE CURACAVÍ Y MARÍA PINTO

Estrato de Tamaño	Comuna de Curacaví				Comuna de María Pinto			
	Nº Prop.	%	HRB	%	Nº Prop.	%	HRB	%
0 a 2 HRB	641	54,28	329,12	5,37	446	44,91	257,89	4,14
Más de 2 a 12 HRB	416	35,22	2.815,23	45,98	482	48,54	3.353,51	3,77
Más de 12 HRB	124	10,50	2.978,91	48,65	65	6,55	2.624,94	42,09
TOTAL	1.181	100,00	6.123,26	100,00	993	100,00	6.236,34	100,00

FUENTE: Rol Extracto Agrícola, CIREN-CORFO.

### III.7.3 NIVELES DE INGRESOS Y GRADO DE POBREZA

Antecedentes generales de ingresos por estrato de población no existen a nivel comunal. El grado de pobreza se puede obtener de fuentes secundarias de un modo indirecto.

En el estudio "Pobreza y Ruralidad", Ministerio de Agricultura y FAO, Junio 1993, se establece un índice ponderado de pobreza y un orden de pobreza para 286 comunas y las correspondientes provincias comprendidas entre la IV y X Región del país.

Las variables consideradas en el índice ponderado de pobreza fueron las siguientes:

- a) Salud:
  - Población menor de 2 años en riesgo biomédico
  - Desnutrición infantil
  - Mortalidad infantil
  - Mujeres embarazadas con bajo peso
- b) Educación:
  - Analfabetismo
  - Pre-escolares en condiciones de extrema pobreza no atendidos por ningún programa de atención preescolar
  - Niños de primer año básico beneficiarios del Programa Alimentación Escolar (PAE)
  - Deserción escolar
- c) Vivienda:
  - Sistema de abastecimiento de agua para consumo humano
  - Tipo de vivienda
  - Sistema de eliminación de excretas
  - Hacinamiento
  - Equipamiento del hogar

La metodología usada en este estudio para la construcción de los índices sectoriales se fundamenta en el "Índice de Laspeyres", el cual refleja básicamente la variación relativa en las cantidades de un conjunto de elementos, referente a un número base.

El análisis de los resultados del índice de pobreza indica que éste oscila entre 0,41 y 2,63; siendo el valor promedio del índice igual a 1,40. Así, de las 286 comunas que conforman el universo estudiado, 137 de éstas presentan un índice de pobreza superior al promedio y 149 tienen un nivel de pobreza inferior al promedio.

En el Cuadro III.7.3-1 se presentan los indicadores de pobreza para las provincias de la Región Metropolitana (RM) y los indicadores de las comunas que conforman la provincia de Melipilla. Estos parámetros de pobreza indican que la provincia más pobre de la RM es la Chacabuco y, la menos pobre, Cordillera. La provincia de Melipilla se encuentra en un nivel medio de pobreza dentro de la RM con un indicador de pobreza de 1,18.

Por su parte, dentro de la provincia de Melipilla la comuna más pobre es Alhué y la menos pobre es María Pinto. Curacaví le sigue a Alhué en pobreza pero con un indicador mucho mejor, muy cercano a los indicadores de San Pedro y Melipilla.

CUADRO III.7.3-1  
INDICADORES DE GRADO DE POBREZA

PROVINCIA/COMUNA	ÍNDICE DE SALUD	ÍNDICE DE EDUCACIÓN	ÍNDICE DE VIVIENDA	ÍNDICE PONDERADO
Provincia de Santiago	-	-	-	1,09
Provincia de Chacabuco	-	-	-	1,50
Provincia de Cordillera	-	-	-	1,07
Provincia de Maipo	-	-	-	1,28
Provincia de Talagante	-	-	-	1,23
Provincia de Melipilla	-	-	-	1,18
Comuna de Curacaví	1,29	1,45	0,21	1,16
Comuna de María Pinto	1,14	1,48	0,20	1,09
Comuna de Melipilla	0,95	1,74	0,21	1,11
Comuna de San Pedro	0,92	1,99	0,18	1,15
Comuna de Alhué	1,40	1,69	0,33	1,40

FUENTE: Pobreza y Ruralidad, Ministerio de Agricultura - FAO, Santiago, Chile, Junio 1993.

Finalmente, en el Cuadro III.7.3-2 se presenta una caracterización y cuantificación parcial del nivel de pobreza de las comunas de Curacaví y María Pinto en función de las características de la vivienda.

CUADRO III.7.3-2  
 CARACTERÍSTICAS DE LAS VIVIENDAS - COMUNA CURACAVÍ Y MARÍA PINTO

CARACTERÍSTICA DE LA VIVIENDA	COMUNA DE CURACAVÍ		COMUNA DE MARÍA PINTO	
	Nº de Viviendas	%	Nº de Viviendas	%
Disponibilidad de Agua	4.688	100,0	2.052	100,0
* Dispone	4.297	91,7	1.794	87,4
* No dispone	391	8,3	258	12,6
Origen del Agua	4.688	100,0	2.052	100,0
* Red pública	3.844	82,0	1.277	62,2
* Otro	844	18,0	775	37,8
Acceso al Agua	4.688	100,0	2.052	100,0
* Con cañería	4.140	88,3	1.365	66,5
* Sin cañería	548	11,7	687	33,5
Conexión del Servicio	4.688	100,0	2.052	100,0
* Por alcantarillado	2.271	48,4	366	17,8
* Sin alcantarillado	2.417	51,6	1.686	82,2

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

## IV. ESTUDIOS BÁSICOS

### IV.1 BASE CARTOGRÁFICA

La representación geográfica regional está basada fundamentalmente en la información del Instituto Geográfico Militar (IGM) y del Servicio Aerofotogramétrico de la Fuerza Aérea de Chile (SAF). En cuanto a fotografías aéreas - infrarrojo, existen para toda la región a escala aproximada 1:20.000. Respecto a la cartografía, el IGM dispone de cobertura completa del área de estudio, expresada en cartas regulares, escala 1:50.000 y 1:25.000, con curvas de nivel cada 25 m.

Por otra parte, la Comisión Nacional de Riego dispone de planos del Levantamiento Aerofotogramétrico del Proyecto Maipo, a escala 1:10.000, con curvas de nivel cada 2,5 m en las partes más planas, y en las partes más altas con curvas de nivel cada 5 y 10 metros.

La actividad denominada "Base Cartográfica" corresponde a la entrega de la cartografía definitiva a escala 1:10.000, en versión digitalizada de Autocad, de la envolvente de la zona de estudio, o superficie regable. Sobre esta cartografía se ubicaron las obras hidráulicas con sus pre-diseños definitivos y los estudios temáticos utilizados en el proyecto, esto es cartografía agroclimática, de suelos, hidrológica y predial.

El trabajo consistió básicamente en un proceso de digitalización de una copia de 17 láminas de las cartas indicadas, a fin de reproducirlas en un archivo computacional DWG, trabajable en Autocad y en otros sistemas CAD. El proceso fundamental de vectorización se realizó con el software de última generación denominado RASTATION R2VIN, procedente de USA.

La labor de digitalización incluyó las siguientes etapas:

- Scaneo de las cartas, generándose archivos TIF
- Corrección de scaneos
- Vectorización de cartas, generándose archivos RV2
- Corrección de vectorización
- Conversión de archivos vectorizados en formato CAD
- Impresión de archivos vectorizados en formato CAD

Cabe destacar que el proceso de vectorización y dibujo de cada plano tiene una duración de entre 3 y 4 horas, debiéndose retocar las láminas con el mismo software, según la calidad de los originales.

Se imprimió el conjunto de 17 láminas así generadas y se presentó preliminarmente a la Comisión Nacional de Riego, la que efectuó una serie de observaciones. Por lo tanto, las láminas que se incluyen en el álbum de planos adjunto, corresponden a una versión modificada, atendidas las observaciones de la Comisión.

Se incluyen también en el álbum de planos, 15 láminas del estudio de suelos realizado sobre la cartografía básica y una lámina con la ubicación de los sondeos existentes en la zona del estudio.

## IV.2 CLIMA Y AGROCLIMA

### IV.2.1 INTRODUCCION

En este capítulo se analizó el recurso climático existente en el sector de la cuenca del estero Puangue, ubicado entre las serranías de la Cordillera de la Costa, al oeste de la ciudad de Santiago, aproximadamente en las coordenadas 33°30' latitud sur y los 71° longitud oeste. El objetivo es caracterizar e identificar las restricciones y potencialidades que impone el clima al desarrollo de la agricultura como consecuencia de la incorporación de agua de riego.

Para tal efecto, se ha tomado como base el Estudio Agroclimático Proyecto Maipo realizado por la CNR y la U. de Chile en 1987, pero se han considerado además los siguientes estudios existentes para el área:

- Mapa Agroclimático de Chile. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Ministerio de Agricultura. 1989.
- Atlas Agroclimático de Chile. F. Santibáñez y J. Uribe. Ministerio de Agricultura/Fondo de Investigación Agropecuaria/CORFO. 1993.
- Modelo de Diagnóstico Agroecológico, Zonificación Agroclimática. CIREN. 1990.
- Regiones Ecológicas de Chile. J. Papadakis. PNUD-FAO, 1973.

Los estudios mencionados tuvieron como objetivo definir áreas con características homogéneas y relevantes para el comportamiento productivo de las especies cultivadas. Como ellos se realizaron a escala regional (1:500.000), ha sido necesario considerar otras fuentes de información para caracterizar, con mayor detalle, el área de estudio.

Mediante un análisis comparativo y de consistencia de la información agroclimática proporcionada por los estudios mencionados, incluso considerando la información de algunas estaciones meteorológicas cercanas y apreciaciones recopiladas en terreno sobre el comportamiento fenológico y prácticas culturales relacionadas con las condiciones climáticas, se seleccionaron y dimensionaron los parámetros que explican en mayor proporción la adaptación y productividad de los cultivos. Dentro de estos parámetros están: el período libre de heladas, la suma de temperaturas efectivas de crecimiento, las temperaturas máximas y mínimas de los meses extremos, el período de receso vegetativo, las horas de frío y el déficit hídrico anual.

Como resultado se presenta en la Figura IV.2.1-1 una caracterización agroclimática de la zona de estudio y luego, un diagnóstico agroclimático realizado mediante un modelo computacional, el que confronta las variables más relevantes con los requerimientos de un grupo de especies vegetales indicativas del potencial agroclimático de la zona. Este modelo entrega una ficha donde se puede identificar el grado de limitación que tendría la especie y la variable agroclimática que estaría ejerciendo esa limitación.

### IV.2.2 ASPECTOS METODOLÓGICOS DE LA CARACTERIZACIÓN AGROCLIMÁTICA

Se comenzó traspasando el área de estudio a una base cartográfica con relieve realizado, escala 1:250.000, donde se sobrepusieron las ampliaciones de las zonificaciones climáticas de los diferentes estudios considerados. En esta base se incluyeron además, las estaciones meteorológicas cercanas y los trazados de parámetros agroclimáticos del Estudio Agroclimático del Proyecto Maipo.

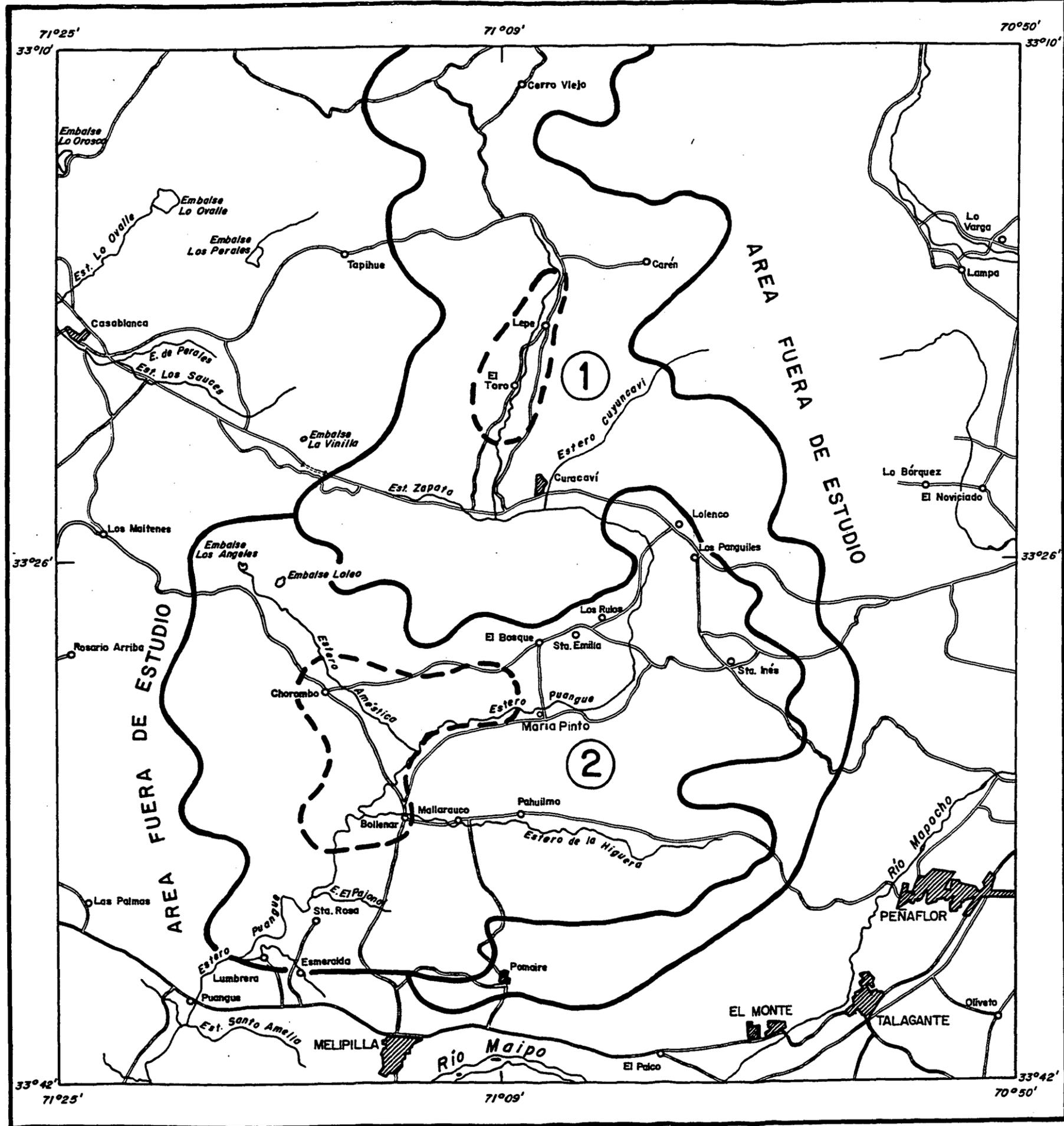
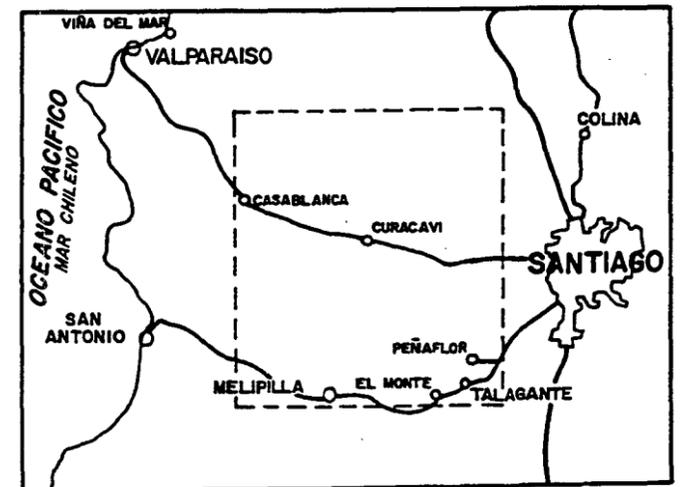


FIGURA IV.2.1-1  
ZONIFICACIÓN AGROCLIMÁTICA

CARACTERIZACION AGROCLIMATICA DE LAS ZONAS

PARAMETROS	ZONA 1 CURACAVI	ZONA 2 MARIA PINTO
Temper. máxima del mes más cálido (°C)	27,4	29,1
Temper. mínima del mes más frío (°C)	3,3	3,7
Fecha primera helada	9 de Mayo	3 de Junio
Fecha última helada	25 de Sept	4 de Sept.
Número total de heladas al año	14	8
Período libre de heladas (días)	226	272
Suma térmica anual base 10(grados-días)	1627	1804
Suma térmica anual base 5(grados-días)	3058	3261
Horas de frío anual	1284	1121
Radiación solar media de enero (Ly/día)	553	561
Radiación solar media de julio (Ly/día)	163	168
Precipitación total anual (mm)	379	371
Evapotranspiración total anual (mm)	1207	1212
Déficit hídrico anual (mm)	982	981



CROQUIS DE UBICACION

ESCALA 1:250.000

Luego, se procedió a definir las Zonas Agroclimáticas tomando como base la delimitación de distritos existente en los estudios considerados. Estas zonas se retrasaron con apoyo de la topografía y de las imágenes termales del satélite NOAA, obtenida de un día particularmente frío del mes de julio a las 7 A.M., la que da una buena idea del comportamiento espacial de la heladas en la zona.

Para valorar los parámetros climáticos que caracterizan la zona se procedió a superponer, sobre la base cartográfica, las zonas climáticas y el trazado de isolíneas de los parámetros climáticos básicos que entrega el Estudio Agroclimático Proyecto Maipo. De esta manera se obtuvo las temperaturas extremas, humedad relativa, evapotranspiración potencial y radiación solar de los meses extremos y la precipitación total anual.

Los parámetros agroclimáticos derivados, como son las temperaturas efectivas de crecimiento y las horas de frío, se calcularon mediante una rutina computacional a partir de las temperaturas extremas (máximas y mínimas). Los algoritmos utilizados calculan el número de horas en que diariamente la temperatura permanece por debajo de 7°C y la fracción del día en que permanece por sobre 10°C. La sumatoria mensual de estos valores corresponde a las horas de frío y grados-días mensuales.

El régimen de heladas se evaluó por generación de probabilidades a partir de las temperaturas mínimas y considerando que éstas se distribuyen normalmente en torno al promedio mensual.

A partir de la información de precipitaciones y de la evapotranspiración mensual, se calcularon otras variables que caracterizan el régimen hídrico, tales como: el déficit hídrico (ETP-PP), el excedente hídrico (PP-ETP) y los índices de humedad mensuales y anuales.

#### Variables Agroclimática Consideradas en el Estudio

A continuación se indica brevemente el significado e interpretación de las variables agroclimáticas analizadas en el presente estudio. Los valores que adquieren y que caracterizan las áreas identificadas se muestran en el Cuadro IV.2.2-1.

##### FECHA PRIMERA HELADA:

Momento del año en que existe un 50% de probabilidad de ocurrencia de heladas antes de esa fecha. Corresponde al número ordinal del día a partir del 1° de enero. Se entiende por Helada al descenso de la temperatura mínima por debajo de un umbral en que el daño a las plantas es de carácter irreversible. El valor del umbral es muy variable, por lo cual se emplea 0° C, que corresponde al punto crioscópico del agua pura.

##### FECHA ÚLTIMA HELADA:

Día del año en que termina de helar. Corresponde al momento en que existe un 50% de probabilidad de ocurrencia de heladas después de la fecha indicada, y es el número ordinal del día a contar del 1° de enero.

##### NÚMERO TOTAL DE HELADAS:

Es el número promedio de días al año en que la temperatura mínima es igual o menor que 0° C. Valores inferiores a 1 indican que no todos los años hiela (0,5= hiela cada dos años; 0,1= hiela cada 10 años, etc).

**CUADRO IV.2.2-1  
CARACTERIZACIÓN AGROCLIMÁTICA DE LAS ZONAS**

PARÁMETRO	ZONA 1 CURACAÍ	ZONA 2 MARÍA PINTO
Temperatura máxima del mes más cálido (°C)	27,4	29,1
Temperatura mínima del mes más frío (°C)	3,3	3,7
Temperatura media anual (°C)	13,7	14,3
Fecha primera helada	9 de mayo	3 de junio
Fecha última helada	25 de septiembre	4 de septiembre
Número total de heladas al año	14	8
Período libre de heladas (días)	226	272
Suma térmica anual base 10(grados-días)	1627	1804
Suma térmica anual base 5 (grados-días)	3058	3261
Horas de frío anual	1284	1121
Período de receso vegetativo (días)	65	57
Radiación solar media de enero (Ly/día)	553	561
Radiación solar media de julio (Ly/día)	163	168
Precipitación total anual (mm)	379	371
Evapotranspiración total anual (mm)	1207	1212
Déficit hídrico anual (mm)	982	981

**PERÍODO LIBRE DE HELADAS:**

Número promedio de días consecutivos sin heladas en el año. Se extiende desde la fecha de la última helada del año hasta la primera helada del año siguiente.

**SUMA TÉRMICA:**

Suma anual de temperaturas. Días-grado. Corresponde a la acumulación de temperaturas efectivas para el crecimiento ( $T_m - T_u$ ), es decir, es la temperatura media ( $T_m$ ) menos una temperatura umbral ( $T_u$ ), siendo 10° C y 5° C, los valores más ampliamente usados como umbrales térmicos. Constituyen un índice de disponibilidad de calor para el normal desarrollo y maduración de las especies de primavera-verano e invierno, respectivamente. La mayor precocidad se obtendrá en los lugares con la mayor suma térmica.

**HORAS DE FRÍO:**

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

**PERÍODO DE RECESO VEGETATIVO:**

Número de días consecutivos con temperatura media inferior a 10°C. La mayoría de las especies cultivadas no crecen en este período.

**EVAPOTRANSPIRACIÓN POTENCIAL:**

Se entiende por evapotranspiración potencial a la pérdida de agua por evaporación y transpiración, desde un cultivo plenamente desarrollado, en proceso activo de crecimiento y sin déficit de agua en el suelo. En general, enero corresponde al mes con mayor valor de evapotranspiración y julio al mes con menor valor.

**DÉFICIT HÍDRICO:**

Sumatoria anual de las diferencias positivas entre la evapotranspiración potencial mensual y la precipitación. Da una idea de los requerimientos máximos de riego.

**EXCEDENTE HÍDRICO:**

Diferencias negativas acumuladas entre la evapotranspiración potencial mensual y la precipitación. Corresponde a la suma de los excedentes mensuales acumulados en la estación lluviosa del año.

**ÍNDICE DE HUMEDAD:**

Es el cociente entre la precipitación y la evapotranspiración potencial. Convencionalmente se considera un mes seco cuando el agua de las precipitaciones no alcanza a cubrir el 50% de la ETP ( $IH < 0,5$ ). Por el contrario, se considera un mes húmedo cuando la precipitación es mayor que la ETP ( $IH > 1,0$ ).

**IV.2.3 ASPECTOS METODOLÓGICOS DE LA APTITUD AGROCLIMÁTICA**

Luego de realizar una descripción cuantitativa de los recursos climáticos del área de estudio, se evalúa el grado de limitación que presentan un grupo de cultivos índices a las condiciones climáticas del área, mediante un programa de computación.

Este programa consiste básicamente en confrontar las variables climáticas con los requerimientos de las especies, asignando un puntaje creciente, entre 0 y 1, en la medida que aumenta el grado de coincidencia variable - requerimiento. Para ello, se tiene una base de datos de coeficientes de las funciones matemáticas que representan la sensibilidad de las especies frente a las variables climáticas. De este modo, si el valor del parámetro se encuentra más allá de los límites de tolerancia del cultivo, obtiene un puntaje 0. Por el contrario, si la variable se encuentra en el rango óptimo de la especie, obtiene un puntaje 1.

La evaluación se realiza para las variables más determinantes en la adaptación de las especies cultivadas, ellas son: suma de temperaturas efectivas, período libre de heladas, temperatura máxima, horas de frío y déficit hídrico.

Una vez confrontados todos los requerimientos de la especie, el modelo calcula un puntaje agroclimático único, que resume en un sólo índice todas las limitaciones que el clima impone al cultivo. El puntaje agroclimático se calcula por efecto multiplicativo de sus componentes, hecho que le imprime gran sensibilidad al índice final.

En los resultados los índices parciales se indican en forma de códigos, los cuales tiene el siguiente significado que se consigna en el Cuadro IV.2.3-1.

CUADRO IV.2.3-1  
CÓDIGOS AGROCLIMÁTICOS

CODIGO	SIGNIFICADO
1	Sin limitaciones para la especie
2	Existen limitaciones leves para una producción comercial
3	Provoca limitaciones moderadas, dificulta producción comercial
4	Provoca limitaciones severas, restringe totalmente producción comercial
EX	La variable en cuestión excluye completamente a la especie

La interpretación de cada variable climática y sus códigos es la siguiente:

- 1) Suma térmica (primera columna en la ficha de resultados). Indica el grado de disponibilidad de calor para las especies para alcanzar su madurez. Una deficiencia leve o moderada (códigos 2 y 3) indicará retardo en la maduración o prolongación del ciclo vegetativo más allá de lo deseado. Una limitación severa (código 4) podrá estar asociada a falta de maduración o bien maduración dispareja o extremadamente tardía. En el caso de cultivos anuales, las deficiencias leves podrán superarse con variedades precoces cuando exista y en el caso de frutales, con variedades menos exigentes en calor (de maduración temprana).
- 2) Período sin heladas (segunda columna). Evalúa la influencia de las heladas en la reducción del rendimiento, se puede referir a heladas tempranas y/o tardías. Las limitaciones leves o moderadas (código 2 ó 3) podrán ser superadas con el uso de variedades precoces en cultivos anuales. En frutales indicará un riesgo que no necesariamente se manifestará todos los años, pero constituirán un accidente cada cierto número de años. En el caso de limitaciones severas (código 4), habría que pensar en sistemas de control de heladas.
- 3) Temperatura máxima (tercera columna). Este índice indica limitaciones por excesos de temperatura en ciertos períodos, lo cual se reflejará esencialmente en problemas de calidad. En el caso de hortalizas, especialmente las de ciclo muy breve, el problema será totalmente superable efectuando el cultivo fuera de la época más cálida cuando no existan otras limitaciones. En los cultivos de productos frescos (arvejas, porotos verdes, tomate, espárrago) y frutos acuosos (cucurbitáceas) se producirán problemas de calidad debido a deshidratación ocasional.
- 4) Horas de frío (cuarta columna). Indica el grado de satisfacción de los requerimientos de vernalización de las especies frutales de hoja caduca. Una deficiencia leve o moderada (código 2 ó 3) afectará a los frutales a través de una floración tardía e irregular. En algunos casos, el déficit de horas de frío puede acentuar el problema de añerismo de algunas especies. Las deficiencias leves podrán ser atenuadas con la elección de variedades de bajo requerimiento en frío.
- 5) Déficit hídrico (quinta columna). Evalúa el aporte de los déficit hídricos ocurridos a través del ciclo de vida en la reducción de los rendimientos del cultivo, calculado sobre la base de un año promedio en cuanto a monto y distribución de las precipitaciones.

#### IV.2.4 RESULTADOS

##### - Caracterización agroclimática del área

De acuerdo a la clasificación climática realizada por Fuenzalida (1971) en base al sistema propuesto por Köpen, el área del proyecto se encuentra en la zona de transición entre el Clima Templado Cálido con estación seca prolongada y nublados abundantes en la costa y el Clima Templado Cálido con estación seca prolongada y sequedad atmosférica en el interior.

De acuerdo a la clasificación de Papadakis, el área de estudio tiene una de las subdivisiones de los climas Mediterráneo Marino 6.2, semejante a San Francisco, EE.UU. Combina un verano relativamente cálido (tipo O: suficientemente cálido para arroz pero no para algodón) caracterizado por tener un promedio de las temperaturas máximas medias mensuales de los 6 meses más cálidos superior a 25°C y un invierno tipo Ci: suficientemente benigno para citrus pero las heladas no se excluyen completamente. El régimen hídrico de tipo Me: mediterráneo seco, se caracteriza por tener un índice hídrico anual entre 0,22 y 0,88 y los excedentes de lluvia del invierno son menores al 20% de la evapotranspiración potencial anual.

De acuerdo a la distribución espacial de los parámetros agroclimáticos mostrados en los trazados cartográficos, a la topografía y a las imágenes termales del satélite NOAA, en este estudio se han diferenciado dos zonas climáticas dentro del área de estudio. La primera zona abarca las partes altas del estero Puangue, desde Curacaví al norte, incluyendo una delgada franja hacia el sur, que toma las laderas occidentales del cordón que separa los valles de María Pinto y Mallarauco del Valle Central de Santiago. La segunda zona comprende la parte baja de los esteros Puangue y La Higuera, abarcando las localidades de Lolenco, Chorombo, María Pinto y Mallarauco.

Aún cuando se observa una gran similitud entre los parámetros que caracterizan a las dos zonas identificadas (ver Cuadro IV.2.2-1), se han diferenciado debido a que la Zona 2; María Pinto, presenta un verano bastante más cálido y un invierno más benigno que la Zona 1; Curacaví. Efectivamente, la temperatura máxima media mensual del mes más cálido en la Zona 1 es de 29,1 °C, mientras que en la zona 2 es de 27,4°C. La cantidad de heladas que se producen en Curacaví, Zona 1, es el doble a las que se producen en la Zona 2, María Pinto. Del mismo modo, en esta última zona existe un período libre de heladas de 9 meses, mientras que en Curacaví es de un poco más de 7 meses. En todo caso, es importante resaltar que las aptitudes agrícolas de las dos zonas en cuestión son muy similares, produciéndose sólo una mayor precocidad en la zona de María Pinto, producto de los 1800 grados-días al año, en contra de los 1600 grados-días en la otra zona.

La acumulación de frío invernal en ambas zonas satisfacen completamente a todas las especies exigentes, con una cantidad superior a los 1100 horas al año.

Respecto a las heladas, efectivamente existe una diferencia entre las dos zonas, pero existe una diferencia mayor al interior de cada zona, entre las laderas y las partes bajas y planas donde se "apoza" el aire frío y denso. Este fenómeno es tan notorio en las imágenes termales, que se han identificado las áreas con una línea punteada en el mapa correspondiente, para indicar que en esas áreas las heladas son más intensas y con una frecuencia mayor que lo que indican los valores para toda la zona. Considerando que no son áreas de beneficio directo del proyecto y que la aptitud agrícola no cambia substancialmente, se ha preferido no diferenciarlas en otras zonas agroclimáticas.

Respecto al régimen hídrico, ambas zonas son muy similares, caracterizadas por una precipitación anual de 370 mm, una evapotranspiración potencial anual de 1200 mm y un déficit hídrico anual de 980 mm, lo que se traduce en la existencia de 7 meses secos.

En general, ambas zonas son aptas para la mayoría de los cultivos de primavera-verano exigentes en calor como el maíz, maravilla, tomate, cucurbitáceas, etc. para las leguminosas de invierno, hortalizas, forrajeras como la alfalfa, tréboles y muchas especies más (ver Cuadros IV.2.4-1 y IV.2.4-2 incluidos más adelante).

#### - Evaluación de la Aptitud agroclimática

Los resultados de la evaluación de la aptitud agroclimática de cada zona agroclimática, se muestran en los Cuadros IV.2.4-1 y IV.2.4-2 donde se indican los cultivos ordenados en forma descendente, desde el más adaptado al menos adaptado. En las 5 primeras columnas de estos cuadros y para cada especie, se han señalado los valores de los índices, en forma codificada, que adquieren frente a los 5 parámetros utilizados, los cuales se han explicado anteriormente. Además, en cada cuadro se incluye una sexta columna correspondiente al índice agroclimático en seco, el que resulta de la multiplicación de los 5 anteriores. Por último, existe una séptima columna correspondiente al índice agroclimático en riego, el que se calcula igual que el anterior exceptuando al índice hídrico y es por el cual, las especies se ordenan de mayor a menor, apareciendo en primer lugar las más adaptadas a las condiciones climáticas de la zona. Este último índice supone un abastecimiento óptimo de agua.

Como se ha dicho, los índices descritos recientemente representan el efecto que cada variable climática ejerce sobre la adaptación de las especies cultivadas, calculado a partir del valor promedio que adquieren estas variables en cada zona agroclimática. Representan por lo tanto, tendencias históricas y no situaciones particulares de un año. En la realidad cada índice puede presentar una cierta variación interanual en torno al valor entregado en la ficha correspondiente.

Por otra parte, este modelo no considera algunos eventos climáticos que pueden afectar la producción comercial de las especies, como son las precipitaciones inoportunas y el viento, los que pueden ser considerados como accidentes climáticos.

Finalmente, en el cuadro IV.2.4-3 se incluye la lista de las estaciones meteorológicas consultadas para el desarrollo de este estudio agroclimático.

**CUADRO IV.2.4-1  
CARACTERÍSTICAS AGROCLIMÁTICAS DE LA ZONA 1: CURACAVÍ**

PARÁMETRO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
TEMP. MÁXIMA °C	27,4	27,1	25,4	22,7	19,7	17,2	16,0	16,3	18,0	20,7	23,7	26,2	21,7
TEMP. MÍNIMA °C	10,7	10,6	9,5	7,8	5,8	4,2	3,3	3,4	4,5	6,2	8,2	9,8	7,0
TEMP. MEDIA °C	18,2	18,0	16,7	14,5	12,2	10,2	9,2	9,4	10,7	12,9	15,2	17,2	13,7
SUMA T. 10°(hrs)	246	241	201	140	90	61	49	52	69	103	159	216	1627
S.T10 ACU.(hrs)	793	1034	1234	1374	1465	1526	1575	1627	69	172	331	546	1627
SUMA T. 5°(hrs)	389	384	344	280	209	150	122	127	165	229	300	359	3058
S.T.5 ACU.(hrs)	1442	1826	2170	2449	2658	2808	2931	3058	165	394	694	1053	3058
HRS. FRIO (hrs)	0	0	3	24	91	243	313	303	213	75	17	2	1284
H.F.ACUMU.(hrs)	1256	1257	1260	1284	91	334	647	950	1163	1237	1254	1256	1284
RAD.SOL. (Ly/d)	553	501	410	306	215	163	163	215	306	410	501	553	358
PRECIPITAC.(mm)	3	3	4	18	70	90	76	66	25	14	6	3	379
HUM. RELAT. (%)	60	61	65	70	75	79	80	79	75	70	65	61	70
EVAP.POTEN.(mm)	181	170	141	102	62	34	23	30	58	98	138	169	1207
DEF.HIDRIC.(mm)	178	167	137	84	0	0	0	0	34	83	132	166	982
EXC.HIDRIC.(mm)	0	0	0	0	8	57	53	36	0	0	0	0	153
INDICE HUMED.	0,02	0,02	0,03	0,18	1,12	2,69	3,30	2,17	0,42	0,14	0,05	0,02	0,31

**NÚMERO DE HELADAS MENSUALES CON DISTINTAS INTENSIDADES**

0 °C	0,0	0,0	0,0	0,0	0,6	2,6	4,5	4,2	2,1	0,0	0,0	0,0	14,0
-2 °C	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,8	1,7	1,6	0,6	0,0	0,0	0,0	4,7
-4 °C	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,4	0,4	0,1	0,0	0,0	0,0	1,1
-6 °C	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2
-8 °C	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

FECHA PRIMERA HELADA : 9 de mayo  
 FECHA ÚLTIMA HELADA : 25 de septiembre  
 PERÍODO LIBRE DE HELADAS: 226 días (50% de Prob.)

S.T10 ACUM. : Suma Térmica o Grados-días base 10°C acumulados a partir del 1° de Septiembre.

S.T.5 ACUM. : Suma Térmica o Grados-días base 5°C acumulados a partir del 1° de Septiembre.

H.F. ACUMU. : Horas de Frío acumuladas a partir de 1° de Mayo.

CUADRO IV.2.4-1 (Continuación)  
 CARACTERÍSTICAS AGROCLIMÁTICAS DE LA ZONA 2: MARÍA PINTO

PARÁMETRO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
TEMP. MÁXIMA °C	29,1	28,7	26,7	23,5	20,0	17,2	15,8	16,2	18,2	21,4	24,9	27,7	22,5
TEMP. MÍNIMA °C	11,2	11,1	10,0	8,3	6,3	4,6	3,7	3,8	4,9	6,6	8,6	10,3	7,5
TEMP. MEDIA °C	19,3	19,0	17,5	15,2	12,6	10,4	9,3	9,5	11,0	13,4	16,0	18,1	14,3
SUMA T. 10°(hrs)	278	271	226	157	96	62	49	52	72	114	183	245	1804
S.T10 ACU.(hrs)	891	1162	1389	1546	1642	1704	1752	1804	72	186	369	613	1804
SUMA T. 5°(hrs)	421	414	369	298	220	156	124	130	174	245	323	388	3261
S.T.5 ACU.(hrs)	1550	1965	2334	2632	2852	3007	3131	3261	174	419	742	1130	3261
HRS. FRIO (hrs)	0	0	1	16	75	213	293	281	177	54	10	0	1121
H.F.ACUMU.(hrs)	1104	1104	1105	1121	75	289	581	862	1039	1093	1104	1104	1121
RAD.SOL. (Ly/d)	561	508	417	312	221	168	168	221	312	417	508	561	365
PRECIPITAC.(mm)	3	3	4	18	69	88	74	65	24	14	6	3	371
HUM. RELAT. (%)	61	62	66	71	75	79	80	79	75	70	66	62	71
EVAP.POTEN.(mm)	180	170	141	102	64	35	25	32	59	98	138	168	1212
DEF.HIDRIC.(mm)	177	166	137	85	0	0	0	0	35	84	132	165	981
EXC.HIDRIC.(mm)	0	0	0	0	5	53	49	33	0	0	0	0	140
INDICE HUMED.	0,02	0,02	0,03	0,17	1,08	2,50	2,98	2,03	0,41	0,14	0,04	0,02	0,31

NÚMERO DE HELADAS MENSUALES CON DISTINTAS INTENSIDADES

0 °C	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,5	3,8	2,6	0,2	0,0	0,0	0,0	8,0
-2 °C	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	1,2	1,1	0,4	0,0	0,0	0,0	3,2
-4 °C	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,3	0,2	0,1	0,0	0,0	0,0	0,7
-6 °C	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1
-8 °C	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

FECHA PRIMERA HELADA : 3 de junio  
 FECHA ÚLTIMA HELADA : 4 de septiembre  
 PERÍODO LIBRE DE HELADAS: 272 días (50% de Prob.)

S.T10 ACUM. : Suma Térmica o Grados-días base 10°C acumulados a partir del 1° de Septiembre.

S.T.5 ACUM. : Suma Térmica o Grados-días base 5°C acumulados a partir del 1° de Septiembre.

H.F. ACUMU. : Horas de Frío acumuladas a partir de 1° de Mayo.

CUADRO IV.2.4-2  
APTITUD AGROCLIMÁTICA DE LA ZONA 1: CURACAVÍ

ESPECIE	Suma Térm.	P.Lib. Held.	Temp Máx.	Hrs. Frío	Def. Hidr.	Índice en Secano	Índice en Riego	Grado de Limitación en Riego
Frejol gr.	1	1	1	*	Ex	0,00	1,00	Sin Limitación.
Maíz	1	1	1	*	Ex	0,00	1,00	Sin Limitación.
Maravilla	1	1	1	*	Ex	0,00	1,00	Sin Limitación.
Papas	1	1	1	*	Ex	0,19	1,00	Sin Limitación.
Trigo inv.	1	1	1	*	4	0,31	1,00	Sin Limitación.
Cebada gr.	1	1	1	*	4	0,31	1,00	Sin Limitación.
Avena	1	1	1	*	4	0,31	1,00	Sin Limitación.
Ballica	1	1	1	*	4	0,40	1,00	Sin Limitación.
T.Rosado	1	1	1	*	Ex	0,23	1,00	Sin Limitación.
T.Blanco	1	1	1	*	Ex	0,23	1,00	Sin Limitación.
T.Subterr.	1	1	1	*	Ex	0,23	1,00	Sin Limitación.
Cerezo	1	1	1	1	Ex	0,00	1,00	Sin Limitación.
Peral	1	1	1	1	Ex	0,00	1,00	Sin Limitación.
Manzano	1	1	1	1	Ex	0,00	1,00	Sin Limitación.
Vid	1	1	1	1	4	0,37	0,95	Sin Limitación.
Espárrago	1	1	1	*	Ex	0,00	0,93	Sin Limitación.
Ciruelo	1	1	1	1	Ex	0,00	0,93	Sin Limitación.
Alfalfa	1	1	1	*	Ex	0,00	0,93	Sin Limitación.
Cucurbit.	1	1	1	*	Ex	0,00	0,92	Sin Limitación.
Cebolla	1	1	1	*	Ex	0,00	0,86	Sin Limitación.
Durazno	1	1	1	1	Ex	0,00	0,86	Sin Limitación.
Ajo	1	1	1	*	Ex	0,00	0,86	Sin Limitación.
Tomate	1	1	1	*	Ex	0,00	0,86	Sin Limitación.
Ají	1	1	1	*	Ex	0,00	0,86	Sin Limitación.
Olivo	1	1	1	*	Ex	0,20	0,86	Sin Limitación.
Lenteja	1	2	1	*	3	0,39	0,79	Limitación Leve
Almendro	1	2	1	1	4	0,25	0,79	Limitación Leve
Nogal	1	2	1	1	Ex	0,00	0,79	Limitación Leve
Arveja sec	1	2	1	*	3	0,39	0,79	Limitación Leve
Garbanzo	1	2	1	*	3	0,39	0,79	Limitación Leve
Naranja	2	2	1	*	Ex	0,00	0,62	Limitc.Moderada
Limón	2	3	1	*	Ex	0,00	0,50	Limitc.Moderada
Palto	1	3	1	*	Ex	0,00	0,45	Limitación Severa
Chirimoyo	1	4	1	*	Ex	0,00	0,29	Limitación Severa
Papayo	1	Ex	1	*	Ex	0,00	0,17	Excluido

Los códigos en los índices parciales tienen el siguiente significado:

- 1 = Sin limitaciones para la especie.
- 2 = Existen limitaciones leves para una producción comercial.
- 3 = Provoca limitaciones moderadas, dificulta producción comercial.
- 4 = Provoca limitaciones severas, restringe totalmente produc. comercial.
- Ex = Esta variable excluye a la especie.
- \* = Variable no incidente sobre esta especie.

CUADRO IV.2.4-2 (Continuación)  
APTITUD AGROCLIMÁTICA DE LA ZONA 2: MARÍA PINTO

ESPECIE	Suma Térm.	P.Lib. Held.	Temp Máx.	Hrs. Frio	Def. Hidr.	Índice en Secano	Índice en Riego	Grado de Limitación en Riego
Maíz	1	1	1	*	Ex	0,00	1,00	Sin Limitación.
Maravilla	1	1	1	*	Ex	0,00	1,00	Sin Limitación.
Papas	1	1	1	*	Ex	0,20	1,00	Sin Limitación.
Trigo inv.	1	1	1	*	4	0,32	1,00	Sin Limitación.
Cebada gr.	1	1	1	*	4	0,32	1,00	Sin Limitación.
Avena	1	1	1	*	4	0,32	1,00	Sin Limitación.
Alfalfa	1	1	1	*	Ex	0,00	1,00	Sin Limitación.
Espárrago	1	1	1	*	Ex	0,00	1,00	Sin Limitación.
Cucurbit.	1	1	1	*	Ex	0,00	1,00	Sin Limitación.
Ciruelo	1	1	1	1	Ex	0,00	1,00	Sin Limitación.
Vid	1	1	1	1	4	0,40	1,00	Sin Limitación.
Cerezo	1	1	1	1	Ex	0,00	1,00	Sin Limitación.
Peral	1	1	1	1	Ex	0,00	1,00	Sin Limitación.
Manzano	1	1	1	1	Ex	0,00	1,00	Sin Limitación.
Olivo	1	1	1	*	Ex	0,23	0,96	Sin Limitación.
Durazno	1	1	1	1	Ex	0,00	0,96	Sin Limitación.
Frejol gr.	1	1	1	*	Ex	0,00	0,92	Sin Limitación.
T.Rosado	1	1	1	*	Ex	0,21	0,90	Sin Limitación.
T.Blanco	1	1	1	*	Ex	0,21	0,90	Sin Limitación.
T.Subterr.	1	1	1	*	Ex	0,21	0,90	Sin Limitación.
Ballica	1	1	1	*	4	0,36	0,90	Sin Limitación.
Almendro	1	1	1	1	4	0,29	0,90	Sin Limitación.
Nogal	1	1	1	1	Ex	0,00	0,90	Sin Limitación.
Ají	1	1	1	*	Ex	0,00	0,88	Sin Limitación.
Tomate	1	1	1	*	Ex	0,00	0,88	Sin Limitación.
Ajo	1	1	1	*	Ex	0,00	0,86	Sin Limitación.
Cebolla	1	1	1	*	Ex	0,00	0,86	Sin Limitación.
Naranja	1	2	1	*	Ex	0,00	0,84	Limitación Leve
Lenteja	1	1	1	*	3	0,42	0,83	Limitación Leve
Arveja sec	1	1	1	*	3	0,42	0,83	Limitación Leve
Garbanzo	1	1	1	*	3	0,42	0,83	Limitación Leve
Limón	1	2	1	*	Ex	0,00	0,72	Limitación Leve
Palto	1	3	1	*	Ex	0,00	0,59	Limitación Moderada
Chirimoyo	1	4	1	*	Ex	0,00	0,43	Limitación Severa
Papayo	1	4	1	*	Ex	0,00	0,27	Limitación Severa

Los códigos en los índices parciales tienen el siguiente significado:

- 1 = Sin limitaciones para la especie.
- 2 = Existen limitaciones leves para una producción comercial.
- 3 = Provoca limitaciones moderadas, dificulta producción comercial.
- 4 = Provoca limitaciones severas, restringe totalmente produc. comercial.
- Ex = Esta variable excluye a la especie.
- \* = Variable no incidente sobre esta especie.

CUADRO IV.2.4-3  
ESTACIONES METEOROLÓGICAS CONSULTADAS

NOMBRE ESTACIÓN	COMUNA	LAT.	LONG	ALT.	TIPO ESTAC.	PROP.	ESTADO
AEROPUERTO ARTURO MERINO BENÍTEZ	PUDAHUEL	3324	7047	475	METEOROL.	DMC	ACTIVA
RINCONADA DE MAIPÚ	MAIPU	3329	7052	448	METEOROL.	DMC	INACTIVA
EMB. LLIU-LLIU	LIMACHE	3306	7114	250	METEOROL.	DGA	ACTIVA
PERALES MARGA-MARGA	QUILPUE	3309	7118	220	PLUVIOM.	S/I	INACTIVA
EMB. MARGA-MARGA	QUILPUE	3305	7124	160	PLUVIOM.	DMC	ACTIVA
RECREO MARGA-MARGA	QUILPUE	3305	7124	160	PLUVIOM.	S/I	INACTIVA
LOS PANGUILES	CURACAVÍ	3327	7102	250	METEOROL.	DGA	ACTIVA
TAPIHUE	CASABLANCA	3317	7115	400	PLUVIOM.	DGA	ACTIVA
LA VINILLA	CASABLANCA	3317	7118	310	PLUVIOM.	S/I	INACTIVA
POZA OSCURA	CASABLANCA	3319	7118	280	PLUVIOM.	S/I	INACTIVA
LO OROZCO	CASABLANCA	3314	7125	308	PLUVIOM.	S/I	INACTIVA
CASABLANCA ESVAL	CASABLANCA	3319	7124	253	PLUVIOM.	DMC	ACTIVA
CASABLANCA	CASABLANCA	3319	7125	253	PLUVIOM.	DGA	ACTIVA
ORREGO ARRIBA	CASABLANCA	3322	7124	250	PLUVIOM.	S/I	INACTIVA
MELIPILLA DGA	MELIPILLA	3342	7113	200	METEOROL.	DGA	ACTIVA
CERRILLOS DE LEYDA	SN. ANTONIO	3337	7127	150	PLUVIOM.	DGA	ACTIVA
ORREGO ABAJO	CASABLANCA	3323	7128	200	PLUVIOM.	S/I	INACTIVA
LAGUNILLAS CASABLANCA	CASABLANCA	3326	7127	195	PLUVIOM.	DGA	ACTIVA

### IV.3 SUELOS

#### IV.3.1 INTRODUCCIÓN

Este proyecto considera el estudio de los suelos que se ubican sobre el canal Las Mercedes y sus derivados, y la cota 400 m.s.n.m. para parte de las comunas de Curacaví, María Pinto y Melipilla.

#### IV.3.2 MATERIAL CARTOGRÁFICO

Se usó como material cartográfico las planchetas 1:20.000 del Estudio del Proyecto Maipo de la C.N.R. del año 1981:

3 - 14	3 - 30
3 - 19	1 - 32
3 - 20	1 - 37
3 - 23	2 - 1
3 - 24	4 - 3
3 - 25	4 - 4
3 - 28	4 - 5
3 - 29	

Además se usaron las fotografías aéreas infrarrojas en escala aproximada 1:20.000 del año 1979 (S.A.F.), éstas fueron proporcionadas por la C.N.R.

Finalmente, el Estudio de Suelos se transfirió a planchetas en escala 1:10.000 que llevan la misma numeración de aquellas en escala 1:20.000.

#### IV.3.3 ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN EXISTENTE

Se efectuó una completa revisión del Estudio Agrológico del Proyecto Maipo (1981). Cabe destacar que en el presente Estudio Integral, existen áreas que se encuentran fuera del área de estudio de los suelos del Proyecto Maipo, particularmente en zonas de faldeos, cerros, además de algunos piedmont.

#### IV.3.4 METODOLOGÍA DE TRABAJO

Se dio inicio a este trabajo haciendo una revisión en terreno de las Series de Suelos descritas en el Proyecto Maipo. En ésta revisión se pudo comprobar que Series de Suelos que figuran con distintas nominaciones no fueron correlacionadas y, por lo tanto, a un mismo suelo se le ha dado diferentes nombres. Esto último es particularmente evidente en los suelos de origen aluvio-coluvial, los cuales representan un alto porcentaje de los suelos con el mayor potencial dentro del área de estudio.

Por esta razón se prefirió usar un nombre distinto al de los suelos descritos en el Proyecto Maipo.

Sobre esta base se realizó un completo recorrido del área efectuando la caracterización de las distintas unidades de suelos y sus variaciones (Fases). Simultáneamente y para cada unidad, se definieron las clases Técnicas de: Clase y Sub-Clase de Capacidad de Uso, Categorías y Sub-Categorías de Riego, Clase de Drenaje y Aptitud Frutal.

Para las unidades que presentan limitaciones, debido a su pendiente, se ha establecido su clasificación potencial considerando que pueden ser manejados con riego tecnificado (goteo); esta situación ha quedado identificada, entre paréntesis, a continuación de la clasificación, correspondiente (Situación Actual).

Esta clasificación potencial se estima que es un antecedente importante ya que al usar estas técnicas de riego se ven modificadas las clasificaciones de Capacidad de Uso, Categoría de Riego y Aptitud Frutal.

En ésta y en otras áreas con similares características topográficas y climáticas se ha hecho uso de suelos con limitaciones de pendientes adaptándose un cultivo de alta rentabilidad, como son los frutales, tales como: paltos y cítricos.

#### IV.3.5 UNIDADES DE CLASIFICACIÓN

Se usó como Unidad de Clasificación la Serie de Suelos y la Fase como subdivisión de ésta, de acuerdo a lo establecido en el Manual de Reconocimiento de Suelos del U.S.D.A, publicación revisada el año 1984.

Para las Clases Técnicas, se usó la pauta de uso oficial en el país para estudios de esta naturaleza y cuyo detalle se incluye en el Anexo IV.1.

#### IV.3.6 DESCRIPCIÓN DE LOS SUELOS

En la descripción que se hace de las Series de Suelos, se han empleado los términos de uso corriente en el país, los que a su vez han sido tomados del "Soil Survey Manual" del U.S.D.A (1984).

Los colores de los suelos se describen de acuerdo a la "Tabla Munsell para Colores de Suelos". Se han descrito 5 Series de Suelos con sus respectivas Variaciones y 2 Misceláneos estos son :

- Serie Lo Vásquez
- Serie Puangue
- Serie Pudahuel
- Serie Santa Teresa
- Serie Ranchillo
- Misceláneo Río
- Misceláneo Quebrada

IV.3.6.1 Serie Lo Vásquez, franco arcillosoSímbolo Cartográfico: LVZCaracterización General

Suelo formado a partir de rocas graníticas, de color pardo rojizo oscuro en el Tono 5 YR en superficie y color pardo rojizo oscuro a rojo amarillento en el mismo tono y de textura arcillosa en profundidad. A partir del segundo horizonte presenta cerosidades de arcilla en las caras de los agregados. Suelos de topografía de cerros que corresponden a la formación granítica de la Cordillera de la Costa. En todo el perfil se presentan gravillas y cristales de cuarzo. El substratum está constituido por material granítico meteorizado. Suelo de permeabilidad moderada y de buen drenaje. En esta formación geológica es recurrente encontrar la presencia de "claypan", constituyendo el subsuelo.

Características Físicas y Morfológicas del PerfilProfundidad (cm)

0 - 18	Pardo rojizo oscuro (5 YR 3/2) en húmedo; franco arcillosa; moderadamente plástico y adhesivo; estructura de bloques subangulares y angulares finos y medios, moderados; friable. Gravilla de cuarzo, común.  Límite ondulado, claro.
18 - 42	Pardo rojizo oscuro (5 YR 3/3) en húmedo; arcillosa; plástico y adhesivo; estructura de bloques angulares medios, firmes. Raíces finas y poros abundantes. Cerosidades de arcilla en caras de los agregados. Cristales de cuarzo comunes. Límite lineal, gradual.
42 - 75	Pardo rojizo a rojo amarillento (5 YR 4/4 - 4/6) en húmedo; arcillosa; plástico y adhesivo; estructura de bloques angulares, gruesos, firmes. Duro en seco. Cerosidades de arcilla comunes, continuas, en cara de los agregados. Gravilla de cuarzo común.  Límite ondulado, gradual.
75 - 100 y más	Substratum constituido por material granítico meteorizado con matriz arcillo arenosa de color rojo amarillento (5 YR 5/6 - 5/8) en húmedo.

Observaciones

En profundidad, bajo el substratum, se ubica la roca granítica con diverso grado de meteorización.

Unidades Cartográficas

LZV-1 Representa la Serie y corresponde a suelos moderadamente profundos, de topografía de cerros, con pendientes complejas dominantes de 30 a 50% y más

Se clasifica en:

Clase y Sub-Clase de Capacidad de Uso:	VIIe
Categoría y Sub-Categoría de Riego:	6
Clase de Drenaje:	5
Aptitud Frutal:	E

LVZ-2 Corresponde a la Fase de pendientes complejas de 2 a 5%, moderadamente profundo y bien drenado.

Se clasifica en:

Clase y Sub-Clase de Capacidad de Uso:	IIIs (IIIs)(*)
Categoría y Sub-Categoría de Riego:	2s (2s) (*)
Clase de Drenaje:	5 (5) (*)
Aptitud Frutal:	C (B) (*)

(\*) Se ha identificado entre paréntesis la situación potencial de los suelos que se describen siempre que sean regados por goteo y la plantación se haga sobre camellones.

LVZ-3 Corresponde a la Fase de pendientes complejas de 5 - 8%

Se clasifica en:

Clase y Sub-Clase de Capacidad de Uso:	IVe (III)
Categoría y Sub-Categoría de Riego:	3t (2s)
Clase de Drenaje:	5 (5)
Aptitud Frutal:	D (C)

LVZ-4 Corresponde a la Fase de pendientes complejas de 9 a 15%.-

Se clasifica en:

Clase y Sub-Clase de Capacidad de Uso:	VIe (IIIs)
Categoría y Sub-Categoría de Riego:	5 (2s)
Clase de Drenaje:	5 (5)
Aptitud Frutal:	D (C)

LVZ-5 Corresponde a la Fase de pendientes complejas de 15 a 20%. Ocasionalmente puede presentar sectores con ligera erosión y/o pedregosidad superficial.

Se clasifica en:

Clase y Sub-Clase de Capacidad de Uso:	VIe (IIIs)
Categoría y Sub-Categoría de Riego:	6 (3s)
Clase de Drenaje:	5 (5)
Aptitud Frutal:	E (C)

LVZ-6 Corresponde a la Fase de pendientes complejas de 20 a 30%. Esta unidad se encuentra adosada a la Serie.

Se clasifica en:

Clase y Sub-Clase de Capacidad de Uso:	VIIe
Categoría y Sub-Categoría de Riego:	6
Clase de Drenaje:	5
Aptitud Frutal:	E

En ciertos sectores como Chiñigue y Pomaire existen plantaciones de paltos en suelos que corresponden a esta unidad aprovechando condiciones especiales de exposición y clima y regados con goteros y sobre camellones.

IV.3.6.2 Serie Puangue, franco

Símbolo Cartográfico: PG

Caracterización General

Suelo de origen sedimentario, estratificado, profundo; de textura superficial franca de color pardo oscuro en el tono 7,5 YR y textura franco arcillo arenosa a franco arcillo limosa de colores pardo oscuro y pardo grisáceo muy oscuro en el tono 10 YR, en profundidad. Suelo de topografía plana en posición de terraza, ubicado en los márgenes del estero Puangue. Presenta buena permeabilidad y drenaje.

Representa al suelo de mejor calidad dentro del área estudiada.

Características Físicas y Morfológicas del Perfil

Profundidad (cm)

- |         |   |
|---------|---|
| 0 - 32  | Pardo oscuro (7,5 YR 3/2) en húmedo; franca; ligeramente plástico y adhesivo; estructura de bloques angulares y subangulares medio, débiles; friable. Raíces finas y medias abundantes; buena porosidad y actividad biológica.<br>Límite lineal, gradual. |
| 32 - 74 | Pardo oscuro (10 YR 3/3) en húmedo; franco arcillo arenosa fina; ligeramente plástico y adhesivo; estructura de bloques angulares   |

finos y medios, débiles; friable. Raíces finas, comunes y buena porosidad.

Límite lineal, gradual.

74 - 100 y más

Pardo grisáceo muy oscuro a pardo oscuro (10 YR 3/2 - 3/3) en húmedo; franco arcillo limosa a franco arcillo arenosa fina; estructura de bloques angulares y subangulares finos y medios moderados; friable. Raíces finas, comunes.

#### Observaciones

Pueden presentarse estratas de textura franco arenosa a arenosa. Hay presencia de cristales de cuarzo en todo el perfil.

#### Unidades Cartográficas

PG-1 Representa la Serie y corresponde a suelos profundos, de textura superficial franca y de topografía plana.

#### Se clasifica en:

Clase y Sub-Clase de Capacidad de Uso:	I
Categoría y Sub-Categoría de Riego:	1
Clase de Drenaje:	5
Aptitud Frutal:	A

PG-2 Corresponde a la Fase de drenaje moderado. Presenta oxidaciones y moteados a partir de los 75 cm. Suelo de topografía plana y profundo.

#### Se clasifica:

Clase y Sub-Clase de Capacidad de Uso:	IIw
Categoría y Sub-Categoría de Riego:	1
Clase de Drenaje:	4
Aptitud Frutal:	B

PG-3 Corresponde a la Fase de drenaje imperfecto y moderadamente profundo. Suelo de topografía plana.

#### Se clasifica en:

Clase y Sub-Clase de Capacidad de Uso:	IIIw
Categoría y Sub-Categoría de Riego:	2w
Clase de Drenaje:	3
Aptitud Frutal:	D

IV.3.6.3 Serie Pudahuel, franco arenoso finoSímbolo Cartográfico: PDCaracterización General

Suelo formado a partir de cenizas volcánicas riolíticas, ligeramente profundo, de textura superficial franco arenosa fina, de color pardo oscuro en el tono 10 YR y texturas franco arenosa y areno francosa de color pardo oscuro a pardo pálido en el tono 10 YR en profundidad. Descansa sobre un substratum cementado por sílice de gran dureza (duripan) que limita el paso del agua y desarrollo radicular. Ocupa una posición intermedia en el paisaje y presenta topografía ondulada, de pendientes complejas. Presenta permeabilidad moderadamente rápida en el suelo y restringida en el substratum. Suelo que presenta susceptibilidad a los procesos erosivos.

Características Físicas y Morfológicas del PerfilProfundidad (cm)

0 - 19	Pardo oscuro (10 YR 3/3) en húmedo; franco arenosa fina; no plástico y no adhesivo; estructura de bloques angulares y subangulares medios y finos, débiles. Raíces finas, comunes y buena porosidad.  Límite lineal, gradual.
19 - 55	Pardo a pardo oscuro (10 YR 4/3 - 3/3) en húmedo; franco arenosa, no plástico y no adhesivo; estructura de bloques subangulares medios y fino, débiles. Raíces finas, comunes y buena porosidad.  Límite lineal, gradual.
55 - 70	Pardo pálido (10 YR 6/3) en húmedo; areno francosa, no plástico y no adhesivo; estructura de grano simple; suelto en seco. Raíces finas escasas. Ocasionalmente presenta gravilla angular de naturaleza pumicítica.  Límite ondulado, abrupto.
70 - 100 y más	Substratum constituido por cenizas volcánicas de tipo riolítico (pumicita) cementada por sílice, constituyendo una estrata de gran dureza (duripan) que no permite el paso del agua y/o raíces.

Observaciones

Hay presencia de cristales de vidrio volcánico fino, en todo el perfil. Cuando ocupa una posición deprimida dentro del paisaje se distinguen en el subsuelo oxidaciones y concreciones ferro manganésicas.

Unidades Cartográficas

PD-1 Representa la Serie y corresponde a suelos ligeramente profundos de pendientes complejas de 1 a 3% y bien drenado.

Se clasifica en:

Clase y Sub-Clase de Capacidad de Uso:	IVs
Categoría y Sub-Categoría de Riego:	2t
Clase de Drenaje:	5
Aptitud Frutal:	D

Dentro de esta unidad pueden presentarse sectores sin representación cartográfica, de menor profundidad que el modal descrito.

PD-2 Corresponde a la Fase de pendientes complejas de 2 a 5%, delgado y de buen drenaje.

Se clasifica:

Clase y Sub-Clase de Capacidad de Uso:	IVs
Categoría y Sub-Categoría de Riego:	3t
Clase de Drenaje:	5
Aptitud Frutal:	E

PD-3 Corresponde a la Fase de pendientes complejas de 8 a 15%, delgado y de buen drenaje.

Se clasifica en:

Clase y Sub-Clase de Capacidad de Uso:	VIe
Categoría y Sub-Categoría de Riego:	4t
Clase de Drenaje:	5
Aptitud Frutal:	E

IV.3.6.4 Serie Santa Teresa, franco arenoso

Símbolo Cartográfico : ST

Caracterización General

Suelo de origen sedimentario, aluvio-coluvial, profundo, estratificado, en posición de plano inclinado, de textura superficial franco arenosa de color pardo oscuro en los tonos 10 YR y 7,5 YR y texturas franco arcillo arenosa y franco arenosa de colores pardo oscuro y pardo amarillento oscuro en el tono 10 YR, en profundidad. Presenta abundante contenido de cristales de cuarzo y mica escasa en todo el perfil. Suelo de buen drenaje y de permeabilidad moderadamente rápida.

Características Físicas y Morfológicas del PerfilProfundidad (cm)

0 - 35	Pardo oscuro (10 YR 3/3 - 7,5 YR 3/2) en húmedo; franco arenosa; no plástico y ligeramente adhesivo; estructura de bloques subangulares medios y finos, débiles; friable y suelto en seco. Raíces finas y medias comunes y buena porosidad. Cristales de cuarzo comunes y mica escasa. Límite ondulado, gradual.
35 - 85	Pardo oscuro (10 YR 3/3) en húmedo; franco arenosa a franco arcillo arenosa; ligeramente plástico y adhesivo; estructura de bloques angulares finos y medios, débiles; friable. Presenta buena porosidad y arraigamiento.  Límite ondulado, claro.
85 - 110 y más	Pardo amarillento oscuro (10 YR 4/4) en húmedo; franco arenosa a arenosa; no plástico y ligeramente adhesivo; suelto en seco; estructura de bloques subangulares medios, débiles.

Observaciones

En el subsuelo suelen presentarse pequeñas estratas de poca potencia de texturas arenosas. Presentan cristales de cuarzo abundantes y mica escasa en todo el perfil.

Unidades Cartográficas

ST-1 Representa la Serie y corresponde a suelos profundos, de topografía plana con pendiente de 0 a 1%.

Se clasifica en:

Clase y Sub-Clase de Capacidad de Uso:	IIs
Categoría y Sub-Categoría de Riego:	1
Clase de Drenaje:	5
Aptitud Frutal:	A

ST-2 Corresponde a la Fase con pendiente simple de 1 a 2%. Suelo profundo y de buen drenaje.

Se clasifica en:

Clase y Sub-Clase de Capacidad de uso:	IIs (IIs)
Categoría y Sub-Categoría de Riego:	2t (1)
Clase de Drenaje:	5 (5)
Aptitud Frutal:	B (A)

ST-3 Corresponde a la Fase de pendiente de 2 a 3%. Suelo profundo con ligero microrelieve y de buena permeabilidad y drenaje.

Se clasifica en:

Clase y Sub-Clase de Capacidad de Uso:	III <sub>s</sub> (II <sub>s</sub> )
Categoría y Sub-Categoría de Riego:	2t (1)
Clase de Drenaje:	5 (5)
Aptitud Frutal:	C (B)

ST-4 Corresponde a la Fase de textura superficial arenosa y de pendiente simple de 2 a 3%. Suelo profundo de permeabilidad moderadamente rápida a rápida y de buen drenaje.

Se clasifica en:

Clase y Sub-Clase de Capacidad de Uso:	III <sub>s</sub> (II <sub>s</sub> )
Categoría y Sub-Categoría de Riego:	2S (2s)
Clase de Drenaje:	5 (5)
Aptitud Frutal:	C (B)

ST-5 Corresponde a la Fase de pendientes complejas de 2 a 5%. Suelo profundo, con ligero microrelieve.

Se clasifica en:

Clase y Sub-Clase de Capacidad de Uso:	III <sub>e</sub> (II <sub>s</sub> )
Categoría y Sub-Categoría de Riego:	2t (1)
Clase de Drenaje:	5 (5)
Aptitud Frutal:	C (B)

ST-6 Corresponde a la Fase de pendiente compleja de 5 a 8%. Suelo profundo, con ligero microrelieve. Esta unidad puede quedar disectada por quebradas poco profundas.

Se clasifica en:

Clase y Sub-Clase de Capacidad de Uso :	III <sub>s</sub> (II <sub>s</sub> )
Categoría y Sub-Categoría de Riego:	3t (1)
Clase de Drenaje:	5 (5)
Aptitud Frutal:	C (B)

ST-7 Corresponde a la Fase de drenaje imperfecto y de topografía plana de 0 a 1%. Esta unidad representa un área de poca extensión dentro de este estudio.

Se clasifica en:

Clase y Sub-Clase de Capacidad de uso:	III <sub>w</sub>
Categoría y Sub-Categoría de Riego:	2w
Clase de Drenaje:	3
Aptitud Frutal:	D

ST-8 Corresponde a la Fase de pendientes complejas de 5 a 8%, disectadas y con ligera pedregosidad superficial.

Se clasifica en:

Clase y Sub-Clase de Capacidad de Uso:	IVs (IIIs)
Categoría y Sub-Categoría de Riego:	3t (2s)
Clase de Drenaje:	5 (5)
Aptitud Frutal:	D (C)

ST-9 Corresponde a la Fase de pendientes complejas de 9 a 15%, disectada y ocasionalmente con ligera pedregosidad superficial.

Se clasifica en:

Clase y Sub-Clase de Capacidad de Uso:	IVe (IIIIs)
Categoría y Sub-Categoría de Riego:	3t (2s)
Clase de Drenaje:	5 (5)
Aptitud Frutal:	D (C)

ST-10 Corresponde a la Fase con pendientes complejas de 9 a 15%, disectado y con moderada pedregosidad superficial (bolones).

Se clasifica en:

Clase y Sub-Clase de Capacidad de Uso:	VIIs (IIIIs)
Categoría y Sub-Categoría de Riego:	6 (2s)
Clase de Drenaje:	5 (5)
Aptitud Frutal:	E (C)

IV.3.6.5 Serie Ranchillo, arcilloso

Símbolo Cartográfico: RC

Caracterización General

Suelo ligeramente profundo, de origen sedimentario, lacustrino, de textura superficial arcillosa de color gris oscuro a gris en el tono 10 YR y textura de arcilla densa de color pardo grisáceo oscuro en el tono 10 YR, en profundidad. Descansa sobre un substratum de "tosca" cementada por sílice. Todo el perfil presenta cristales de cuarzo. En seco éste presenta grietas comunes de 1 a 3 cm. de ancho en todo el perfil. Se observa automullimiento en la superficie ("self mulching"). Suelo de topografía plana, con microrelieve.

Características Físicas y Morfológicas del PerfilProfundidad (cm)

0 - 5	Gris oscuro a gris (10 YR 4/1 - 5/1) en húmedo; arcillosa; muy plástico y muy adhesivo; estructura de bloques angulares y subangulares, medio, firmes. Duro en seco. Límite ondulado, claro.
5 - 70	Pardo grisáceo oscuro (10 YR 4/2) en húmedo; arcilla densa, muy plástico y muy adhesivo; muy duro en seco, estructura de prismas gruesos que rompen a bloques angulares medios, muy firmes. Cerosidades de arcilla sobre la cara de los agregados. Cristales de cuarzo abundantes. Las raíces se desarrollan en las grietas.  Límite ondulado, abrupto.
70 - 100 y más	Substratum constituido por tosca cementada por sílice, muy dura, rica en cuarzo.

Observaciones

Debido a su alto contenido de arcilla y estructura, este suelo presenta serias limitaciones para el desarrollo de los vegetales.

Unidades Cartográficas

RC-1 Representa la Serie y corresponde a suelos ligeramente profundos, de topografía plana y de textura superficial arcillosa y de drenaje moderado.

Se clasifica en:

Clase y Sub-Clase de Capacidad de Uso:	IVw
Categoría y Sub-Categoría de Riego:	3s
Clase de Drenaje:	4
Aptitud Frutal:	E

RC-2 Corresponde a la Fase delgada y de drenaje imperfecto. Presenta tosca a los 40 - 50 cm. de profundidad.

Se clasifica en:

Clase y Sub-Clase de Capacidad de Uso:	IVw
Categoría y Sub-Categoría de Riego:	3s
Clase de Drenaje:	3
Aptitud Frutal:	E

IV.3.6.6 Misceláneosa) Misceláneo Río

Símbolo Cartográfico: MR

Corresponde a terrenos ocupados por el lecho del río, que se caracterizan por presentarse disectados y con gravas, bolones y arena.

Se clasifica en:

Clase de Capacidad de Uso:	VIII
Categoría de Riego:	6
Clase de Drenaje:	6
Aptitud Frutal:	E

b) Misceláneo Quebrada

Símbolo Cartográfico: MQ

Corresponde a terrenos ocupados por quebradas, que se caracterizan por presentar piedras, bolones, bloques y gravas.

Se clasifica en:

Clase de Capacidad de Uso:	VIII
Categoría de Riego:	6
Clase de Drenaje:	6
Aptitud Frutal:	E

Finalmente, en el Cuadro IV.3.6.6-1 se presenta un cuadro resumen de los suelos del área de estudio.

CUADRO IV.3.6.6-1  
RESUMEN DE LOS SUELOS DEL ÁREA DE ESTUDIO

Símbolo	Serie	Capacidad de Uso	Categoría de Riego	Clase de Drenaje	Aptitud Frutal
LVZ-1	Lo Vásquez	VIIe	6	5	E
LVZ-2	"	IIIs	2t (2s)	5	C (B) (*)
LVZ-3	"	IVe (IIIs)	3t (2s)	5	D (C)
LVZ-4	"	VIe (IIIs)	5 (2s)	5	D (C)
LVZ-5	"	VIe (IIIs)	6 (3s)	5	E (C)
LVZ-6	"	VIIe	6	5	E
PG-1	Puangue	I	1	5	A
PG-2	"	IIw	1	4	B
PG-3	"	IIIw	2w	3	D
PD-1	Pudahuel	IVs	2t	5	D
PD-2	"	IVs	3t	5	E
PD-3	"	VIe	4t	5	E
ST-1	Santa Teresa	IIs	1	5	A
ST-2	" "	IIs (IIs)	2t (1)	5	B (A)
ST-3	" "	IIIs (IIs)	2t (1)	5	C (B)
ST-4	" "	IIIs (IIs)	2s (2s)	5	C (B)
ST-5	" "	IIIe (IIs)	2t (1)	5	C (B)
ST-6	" "	IIIs (IIs)	3t (1)	5	C (B)
ST-7	" "	IIIw	2w	3	D
ST-8	" "	IVs (IIIs)	3t (2s)	5	D (C)
ST-9	" "	IVe (IIIs)	3t (2s)	5	D (C)
ST-10	" "	VIs (IIIs)	6 (2s)	5	E (C)
RC-1	Ranchillo	IVw	3s	4	E
RC-2	"	IVw	3s	3	E
MR	M. Río	VIII	6 <sup>a</sup>	6 <sup>a</sup>	E
MQ	M. Quebrada	VIII	6 <sup>a</sup>	6 <sup>a</sup>	E

(\*) Se ha indicado entre paréntesis la aptitud potencial de cada unidad, en el entendido que estos suelos serán regados por goteo y con confección de camellones. Esto se haría para cultivos de alta rentabilidad (paltos y cítricos).

#### IV.4 RECURSOS HÍDRICOS

##### IV.4.1 PLUVIOMETRÍA

##### IV.4.1.1 Introducción

La caracterización del régimen pluviométrico de la zona de estudio se realizó en base a la información disponible en el estudio Hidrológico e Hidrogeológico del Proyecto Maipo, Volumen II, Precipitaciones, realizado en 1984 por IPLA Ingenieros Consultores. Dado que en este estudio se trabajó con el período comprendido entre 1941/42 y 1980/81, fue necesario completar las estadísticas con la información disponible en el Banco Nacional de Aguas de la Dirección General de Aguas del M.O.P y de la Dirección Meteorológica de Chile.

En la Figura IV.4.1.1-1 se presenta la ubicación de las estaciones que se encuentran en los alrededores del área de interés y cuya estadística fue considerada en el estudio. El período disponible de cada una se resume en el Cuadro IV.1.1-1 a través de barras que señalan el período de observación de cada estación a nivel anual y, la estadística observada de cada estación en particular, se incluye los Cuadros A-1 a A-24 del Anexo IV.4.1-1

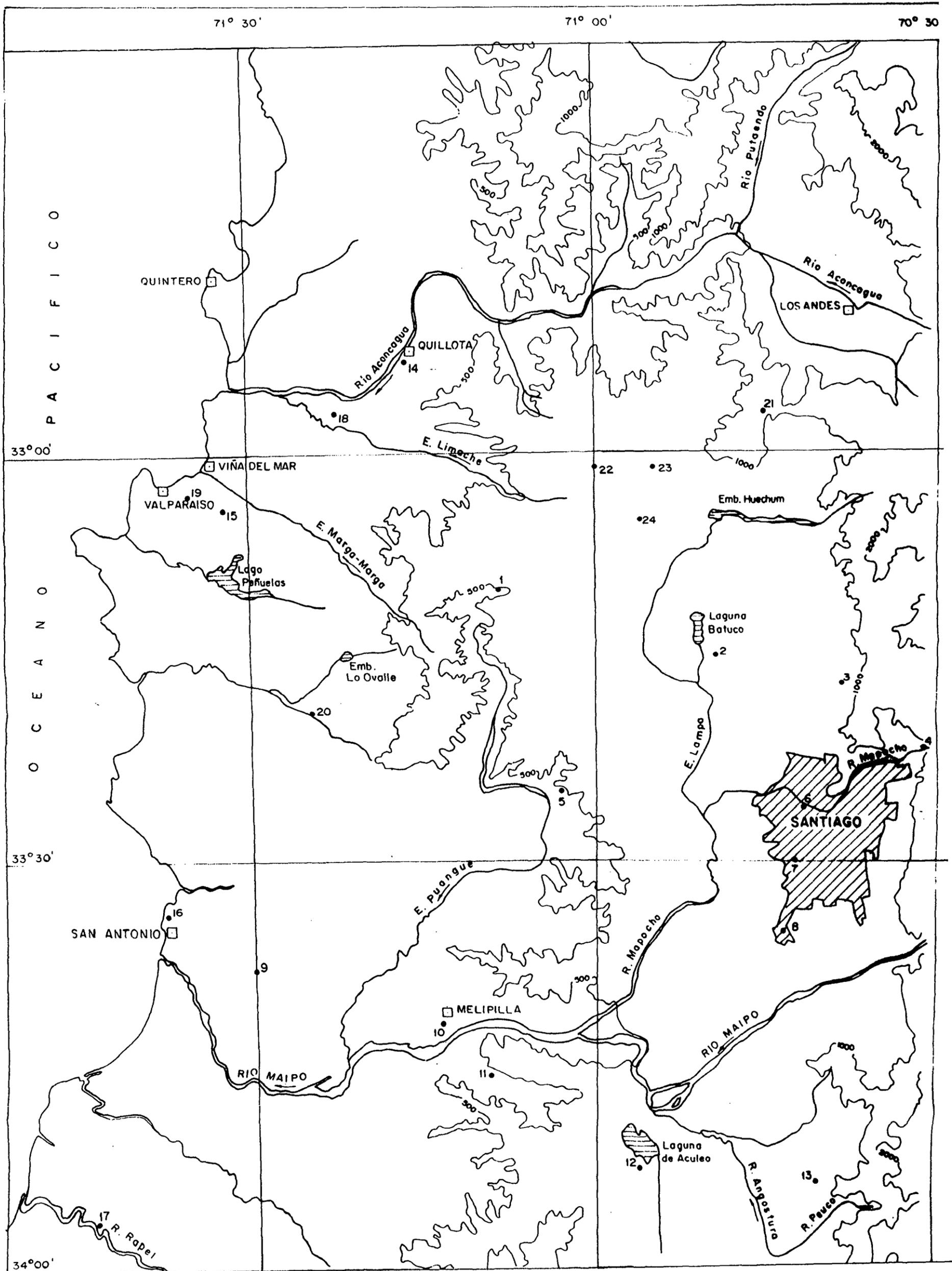
Se le asignó un número a cada estación en la figura, diagrama y cuadros del Anexo IV.4.1 para que se ubiquen con mayor facilidad.

Posteriormente, se procedió a seleccionar 7 estaciones con la finalidad de representar todos los sectores componentes del área, para ello se trató en lo posible que las estadísticas disponibles rodearan el área de estudio definiendo un polígono exterior a ella y que contaran con estadísticas con amplios períodos observados, de preferencia sobre 30 años de estadísticas.

Las estaciones seleccionadas se detallan a continuación y se representan en la Figura IV.4.1.1-2, donde además se indica el área de estudio.

- SANTIAGO (Quinta Normal)
- COLLIGUAY
- CURACAVÍ
- CERRILLOS DE LEYDA
- MELIPILLA
- CARMEN DE LAS ROSAS
- CASABLANCA

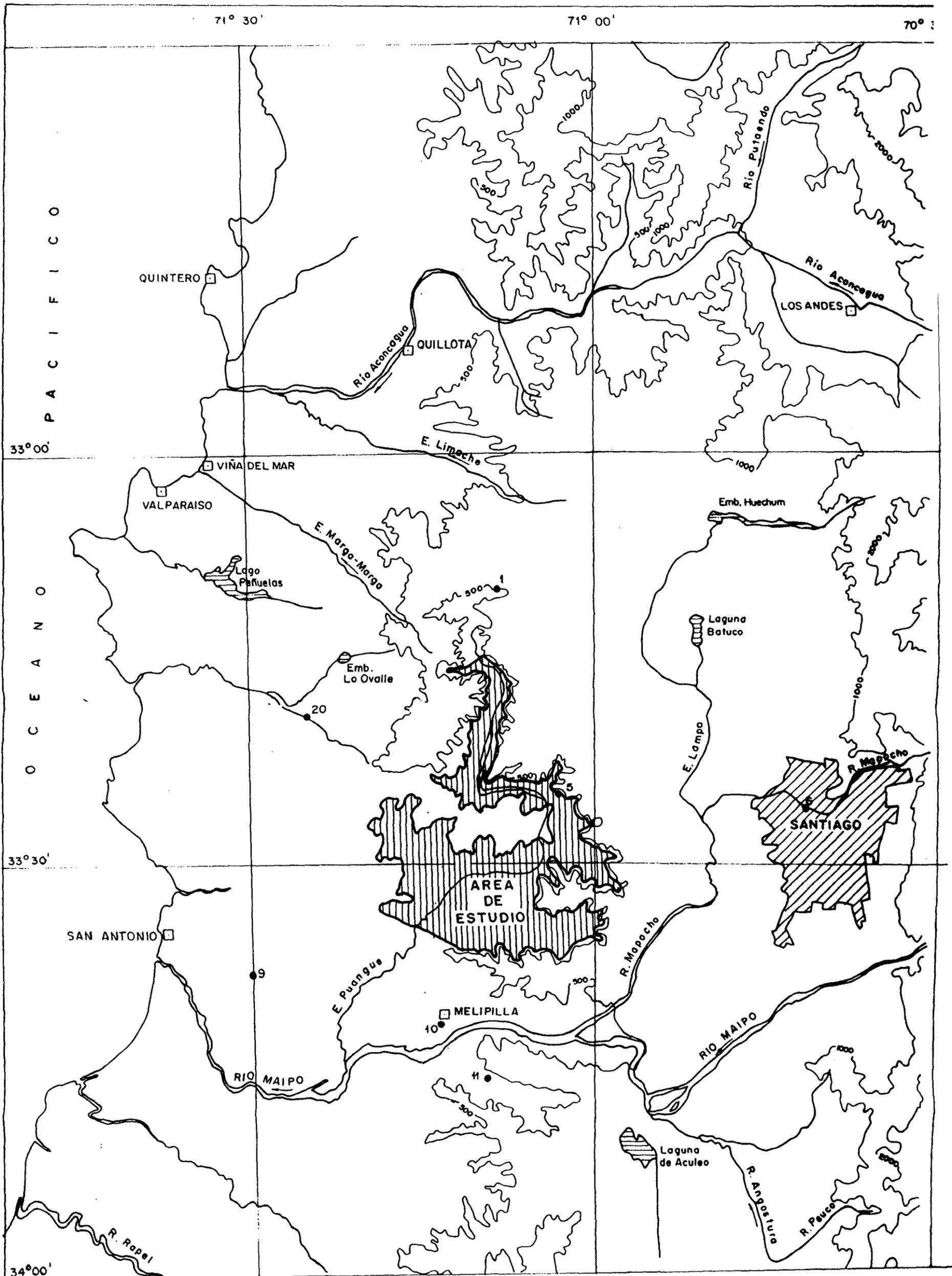
Para el período comprendido entre los años 1950/51 y 1995/96, se analizaron, corrigieron y ampliaron las estadísticas seleccionadas. Cabe señalar que entre ellas, sólo la estadística de la estación Casablanca, presentó un período observado total inferior a 30 años.



**SIMBOLOGIA**

- ESTACION PLUVIOMETRICA

<b>AC Ingenieros Consultores</b>  UBICACION DE ESTACIONES PLUVIOMETRICAS CON ESTADISTICA RECOPIADA	PROYECTO : PROYECTO SANTIAGO SUR - CNR REGION METROPOLITANA	FECHA : JULIO 1997
	ESCALA : 1 : 500 000	
		FIGURA : IV.4.1.1-1



**SIMBOLOGIA**

- ESTACION PLUVIOMETRICA SELECCIONADA

<b>AC Ingenieros Consultores</b>  AREA DE ESTUDIO Y ESTACIONES SELECCIONADAS	PROYECTO : PROYECTO SANTIAGO SUR-CNR REGION METROPOLITANA	FECHA : JULIO 1997
	ESCALA : 1 : 500.000	
FIGURA : IV.4.1.1-2		



IV.4.1.2 Plan de Estudio

## a) Cálculo del Patrón de precipitaciones

Su cálculo estuvo basado en las estadísticas pluviométricas más largas y mejor observadas durante el período 1950/51 - 1995/96.

## b) Relleno de estadísticas

Las estadísticas fueron rellenas utilizando dos métodos, dependiendo si el año estaba parcial o completamente sin información.

- En aquellos casos que el año presentaba algunos meses sin información, se utilizó el método de Módulos Pluviométricos, (ver siguiente ecuación), para lo cual fue necesario seleccionar previamente las estadísticas disponibles cercanas.

Ecuación N° 1: Módulos Pluviométricos.

$$\frac{P_x}{M_x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^{i=n} \frac{P_i}{M_i}$$

donde:

n	=	Número de estaciones cercanas
$P_x$	=	Precipitación mensual de la estación que se está rellenoando
$M_x$	=	Promedio anual de la estación que se está rellenoando, considerando como años para tal promedio, todos aquellos que estén completos
$P_i$	=	Precipitación mensual de la estación "i"
$M_i$	=	Promedio anual de la estación "i", considerando como años para tal promedio, los mismos considerados para el cálculo de $M_x$ .

- Para los casos en que el año completo no presentaba información a nivel mensual, se efectuaron correlaciones. En este caso, el procedimiento fue el siguiente:

Se efectuaron correlaciones a nivel anual, semestral, trimestral y mensual de las estadísticas de la estación a rellenoar y la estadística de la estación Santiago en Quinta Normal, relacionándolas recursivamente de tal forma de obtener, como datos mensuales válidos, aquellos que cumplieran con la condición de que su sumatoria fuera igual al resultado de la correlación anual.

## c) Corrección de Estadísticas

Con aquellas estaciones seleccionadas con más de 15 años de datos observados, se procedió a compararlas con el Patrón de Precipitaciones utilizando el método de las Curvas Doble Acumuladas (CDA) para verificar su consistencia y homogeneidad. Esta comparación se realizó graficando las precipitaciones anuales acumuladas de cada estación con las precipitaciones anuales acumuladas del patrón. En tal caso, el coeficiente de corrección queda dado por:

Ecuación N° 2 : Corrección C.D.A.:

$$\beta_i = \frac{\text{tg } \alpha_o}{\text{tg } \alpha_i}$$

donde:

$\beta_i$	=	Coefficiente de Corrección, para período "i"
$\text{tg } \alpha_o$	=	Pendiente del período válido de la CDA
$\text{tg } \alpha_i$	=	Pendiente del período por corregir en la CDA

Los quiebres detectados en la recta resultante, fueron corregidos en sus períodos correspondientes mediante un factor.

#### IV.4.1.3 Cálculo del Patrón de Precipitaciones

Fue posible disponer de las estadísticas de las estaciones Cerrillos de Leyda, Carmen de Las Rosas y Santiago en Quinta Normal, para componer el Patrón.

Se determinó un Patrón Preliminar como el resultado del promedio de los totales anuales de cada estación componente. En el Cuadro A-26 del Anexo IV.4.1-3 se incluyen las precipitaciones anuales de las 3 estaciones y del Patrón de Precipitaciones preliminar, así como sus valores acumulados.

En forma previa fue necesario rellenar la estadística de la estación Carmen de las Rosas en base a la estación Melipilla. La estadística rellena se encuentra en Cuadro A-25 del Anexo IV.4.1-3. Las correspondientes curvas doble acumuladas, se representan en las Figuras N° 3 a N° 5 del Anexo IV.4.1-2.

De acuerdo a las pendientes de las curvas doble acumuladas, se realizaron las siguientes correcciones, en función de los resultados obtenidos de las Figuras N° 6 a N° 9, incluidas en el Anexo IV.4.1-2.

- SANTIAGO sin corrección.

- CERRILLOS DE LEYDA:

Período 1965/66 - 1995/96	$\text{tg } \alpha_o = 1,1158$	$\beta_o = 1,000$
Período 1950/51 - 1964/65	$\text{tg } \alpha_o = 0,9015$	$\beta_o = 1,238$

- CARMEN DE LAS ROSAS:

Período 1962/63 - 1995/96	$\text{tg } \alpha_o = 1,1003$	$\beta_o = 1,000$
Período 1950/51 - 1964/65	$\text{tg } \alpha_o = 1,2898$	$\beta_o = 0,853$

Puede observarse que las estadísticas presentan como máximo un quiebre, lo que indica que fueron observadas y no presentaron muchos cambios. En las Figuras N° 10 a N° 12 del Anexo IV.4.1-2 se encuentran las curvas doble acumuladas obtenidas con las estadísticas corregidas donde es posible observar una sola tendencia.

En el Cuadro A-27 del Anexo IV.4.1-3 se incluyen las precipitaciones anuales corregidas de las estaciones que conforman el Patrón, las precipitaciones de este último y sus correspondientes valores acumulados.

La estadística completa corregida de las estaciones Santiago en Quinta Normal, Cerrillos de Leyda y Carmen de Las Rosas se encuentra en los Cuadros A-28, A-29 y A-30 del Anexo IV.4.1-3, respectivamente.

#### IV.4.1.4 Análisis, Relleno y Corrección de las Estadísticas.

##### a) Colliguay

Como se puede apreciar en el Cuadro A-1 del Anexo IV.4.1-1, para el período comprendido entre 1950/51 y 1995/96, no se dispone del dato mensual observado en 8 meses. Por lo cual, los datos faltantes fueron rellenos mediante el método de Módulos Pluviométricos. Luego, se determinó que Colliguay debía rellenarse en base a las estadísticas de Caleu y Embalse Rungue. En el Cuadro A- 31 del Anexo IV.4.1-3 se encuentra la estadística de la estación Colliguay rellena.

Posteriormente, se procedió a corregir la estadística usando el método de la curva doble acumulada, la cual se puede apreciar en la Figura N° 13 del Anexo IV.4.1-2 En ella se observan 6 quiebres y un desplazamiento, lo cual condujo a realizar las correcciones pertinentes a través de los resultados de las pendientes de las curvas doble acumuladas parciales, representadas en las Figuras N° 14 a N° 18 incluidas en el Anexo IV.4.1-2.

A continuación se señala las correcciones necesarias:

Período 1989/90 - 1995/96	$\text{tg } \alpha_o = 1,4591$	$\beta_o = 1,000$
Período 1985/86 - 1988/89	$\text{tg } \alpha_o = 1,712$	$\beta_o = 0,852$
Período 1980/81 - 1984/85	$\text{tg } \alpha_o = 1,4877$	$\beta_o = 0,981$
Año 1979/80 .....	desplazamiento	Factor = 1,4
Período 1973/74 - 1978/79	$\text{tg } \alpha_o = 1,4590$	$\beta_o = 1,000$
Período 1961/62 - 1972/73	$\text{tg } \alpha_o = 1,7268$	$\beta_o = 0,845$
Período 1950/51 - 1960/61	$\text{tg } \alpha_o = 1,3366$	$\beta_o = 1,092$

La curva doble acumulada con la estadística corregida se encuentra en la Figura N°19 del Anexo IV.4.1-2 y la estadística completa corregida de la estación Colliguay en el Cuadro A- 32, incluido en el Anexo IV.4.1-3.

##### b) Melipilla

Si se observa el Cuadro A-10 en el Anexo IV.4.1-1, se puede notar que la estadística observada de la estación Melipilla durante el período 1950/51 a 1995/96 ha sido registrada en forma continua en dos períodos; abril de 1950 a marzo de 1956 y de enero de 1974 hasta la fecha. Entre ambos períodos las lecturas han sido discontinuas.

Primero se procedió a rellenar los años con información parcial y, posteriormente, los años sin información. Se determinó para el uso de los Módulos pluviométricos, que la

estación más cercana con información disponible era la estación Carmen de Las Rosas. La estadística rellena se encuentra en el Cuadro A - 33 del Anexo IV.4.1-3.

Luego, se corrigió la estadística usando el método de la curva doble acumulada que se consigna en la Figura N° 20 del Anexo IV.4.1-2, observándose 4 quiebres, generando las correcciones necesarias a través de los resultados de las pendientes de las curvas doble acumuladas parciales, representadas en las Figuras N° 21 a N° 25 del Anexo IV.4.1-2, que se señalan a continuación:

Período 1993/94 - 1995/96	$\text{tg } \alpha_o = 0,9972$	$\beta_o = 1,0000$
Período 1972/73 - 1992/93	$\text{tg } \alpha_o = 0,8407$	$\beta_o = 1,1862$
Período 1963/64 - 1971/72	$\text{tg } \alpha_o = 0,9107$	$\beta_o = 1,0950$
Período 1957/58 - 1962/63	$\text{tg } \alpha_o = 0,9061$	$\beta_o = 1,1005$
Período 1950/51 - 1956/57	$\text{tg } \alpha_o = 1,0924$	$\beta_o = 0,9129$

La curva doble acumulada trazada con la estadística corregida se encuentra en la Figura N° 26 del Anexo IV.4.1-2 y la estadística completa corregida de la estación Melipilla en el Cuadro A- 34, incluido en el Anexo IV.4.1-3.

#### c) Curacaví

La estadística observada de la estación Curacaví durante el período 1950/51 a 1995/96 se puede observar en el Cuadro A- 5 del Anexo IV.4.1-1, donde se puede notar que la estadística en dicho período ha sido discontinua, presentándose sólo el período 1963 -1980 con lecturas regulares.

De igual forma que en los casos anteriores, se procedió a rellenar los años con información parcial y posteriormente los años sin información, determinándose en este caso como estaciones cercanas a la estación Curacaví y con información disponible a Santiago en Quinta Normal, Colliguay y Carmen de las Rosas. La estadística rellena se encuentra en el Cuadro A - 35 del Anexo IV.4.1-3.

La corrección mediante la curva doble acumulada trazada en la Figura N° 27 del Anexo IV.4.1-2, mostró la presencia de sólo 1 quiebre. Por lo cual fue necesario sólo el trazado de dos curvas doble acumuladas parciales que se muestran en la Figuras N° 28 y N° 29 del Anexo IV.4.1-2, cuyos resultados se señalan a continuación:

Período 1953/54 - 1995/96	$\text{tg } \alpha_o = 0,815$	$\beta_o = 1,0000$
Período 1950/51 - 1952/53	$\text{tg } \alpha_o = 0,984$	$\beta_o = 0,828$

La respectiva curva doble acumulada a partir de la estadística corregida se encuentra en la Figura N° 30 del Anexo IV.4.1-2 y la estadística completa corregida de la estación Curacaví en el Cuadro A- 36 incluido en el anexo IV.4.1-3.

c) Casablanca

La estadística observada se encuentra en el Cuadro A-20 del Anexo IV.4.1-1. En él se puede observar que durante el período 1950/51 a 1995/96 ha sido registrada en forma discontinua, presentando básicamente 3 períodos de observación.

El relleno de la estadística se efectuó de igual forma que en los casos anteriores, determinándose como estaciones cercanas a Colliguay y Cerrillos de Leyda. La estadística rellena se encuentra en el Cuadro A - 37 del Anexo IV.4.1-3.

La estadística verificada mediante el trazado de curva doble acumulada que se incluye en la Figura N° 31 del Anexo IV.4.1-2, revela la presencia de 3 quiebres y un desplazamiento. Luego, las correcciones necesarias obtenidas a través de los resultados de las pendientes de las curvas doble acumuladas parciales, representadas en las Figuras N° 32 a N° 35 del Anexo IV.4.1-2, se señalan a continuación:

Período 1980/81 - 1995/96	$\text{tg } \alpha_o = 0,9689$	$\beta_o = 1,0000$
Período 1967/68 - 1979/80	$\text{tg } \alpha_o = 0,9101$	$\beta_o = 1,0646$
Período 1963/64 - 1966/67	$\text{tg } \alpha_o = 1,1966$	$\beta_o = 0,8097$
Período 1950/51 - 1962/63	$\text{tg } \alpha_o = 0,9677$	$\beta_o = 1,0012$

La curva doble acumulada para la estadística corregida se encuentra en la Figura N° 36 del Anexo IV.4.1-2 y la estadística completa corregida de la estación Casablanca en el Cuadro A- 38 incluido en el Anexo IV.4.1-3.

En el Cuadro A-39 del Anexo IV.4.1-3 se incluye las precipitaciones anuales corregidas de las estaciones Colliguay, Melipilla, Curacaví y Casablanca y sus correspondientes valores acumulados.

Por otra parte, se puede observar en el Cuadro A-40 del Anexo IV.4.1-3, el resultado de la comparación efectuada a las estadísticas obtenidas en el Proyecto Santiago Sur para el período 1950/51 a 1995/96 con respecto a las obtenidas en el Proyecto Maipo para el período 1941/42 a 1980/81, donde se pueden observar que las variaciones porcentuales obtenidas son bajas.

Por lo anterior, es lícito utilizar las curvas de probabilidad de excedencia, obtenidas en el Proyecto Maipo, cuyo trazado se encuentra en las Figuras N° 37, N° 38 y N° 39 del Anexo IV.4.1-2, representando las probabilidades de excedencia sobre la zona de 20%, 50% y 80% , respectivamente.

#### IV.4.2 FLUVIOMETRÍA

##### IV.4.2.1 Introducción

La caracterización del régimen fluviométrico de la zona de estudio se realizó sobre la base de la información del estudio “Análisis Estadístico de Caudales en los Ríos de Chile”, realizado en 1992 por BF Ingenieros Civiles. Cabe mencionar que en este estudio se trabajó con las estadísticas retraducidas como resultado de la revisión de estadísticas realizadas por la D.G.A. También fue necesario revisar el estudio “Nuevas Fuentes de Recursos para el Canal Ortuzano”, realizado en 1993 por AC Ingenieros Consultores para la Dirección de Riego, donde se encuentra información sobre los recursos propios del Zanjón de la Aguada y su dinámica en el tiempo.

Fue necesario complementar la información contenida en los estudios anteriormente mencionados, con los últimos datos de caudales obtenidos en el Banco Nacional de Aguas de la Dirección General de Aguas del M.O.P.

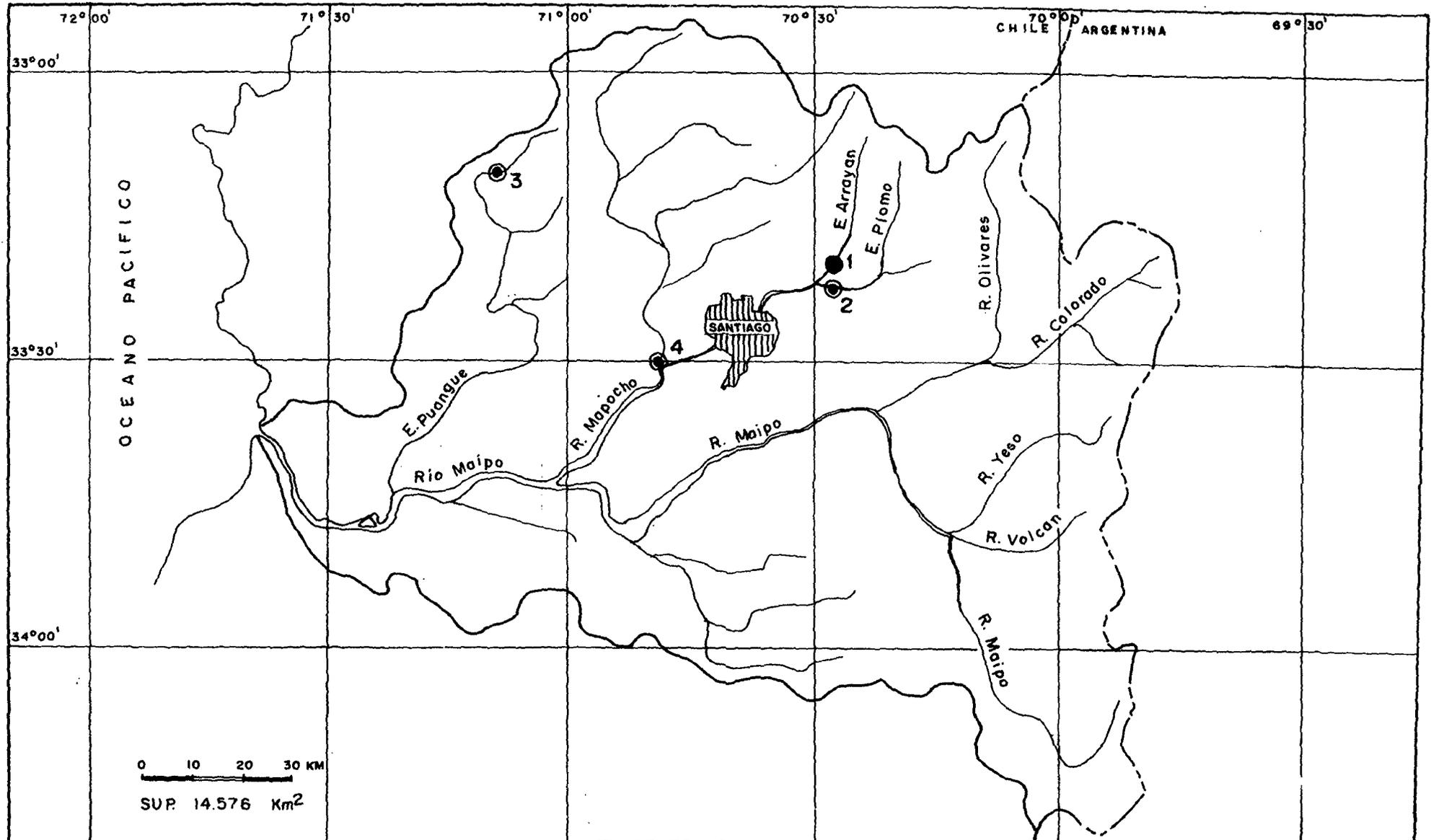
Al igual que en el tema de la pluviometría, se eligió el período estadístico de 1950/51 a 1995/96, debido a que la D.G.A. seleccionó los períodos más adecuados a partir del año 1950.

Para cada serie definitiva, se calculó y obtuvo los parámetros estadísticos más relevantes, la variación estacional, la duración general, tanto para los caudales medios mensuales, caudales medios anuales como para los caudales estacionales.

Se consideraron las estadísticas de caudales que a continuación se indican, como las necesarias para determinar los recursos hídricos con que cuenta el sistema:

- ARRAYÁN EN LA MONTOSA
- MAPOCHO EN LOS ALMENDROS
- PUANGUE EN BOQUERÓN.
- MAPOCHO EN RINCONADA DE MAIPÚ

En la Figura IV.4.2.1-1 se muestra la ubicación de estas estaciones fluviométricas.



**SIMBOLOGIA**

- ESTACION LIMNIMETRICA
- ESTACION

**UBICACION**

- 1- E. ARRAYAN EN LA MONTOSA
- 2 R. MAPOCHO EN LOS ALMENDROS
- 3 E. PUANGUE EN BOQUERON

**AC Ingenieros Consultores**

PLANO :  
ESTACIONES FLUVIOMETRICAS

PROYECTO :  
PROYECTO SANTIAGO SUR-CNR  
REGION METROPOLITANA

FECHA :  
1998

ESCALA :  
GRAFICA

FIGURA :

#### IV.4.2.2 Descripción de las Estaciones Fluviométricas

##### a) Estero Arrayán en la Montosa

Estación D.G.A. de tipo limnimétrico, sus antecedentes hidrométricos datan desde el año 1952. Esta estación controla una subcuenca precordillerana, su régimen es representativo de este tipo de cuencas, y se puede utilizar como base de generación de información en cuencas de características similares. Sus recursos son aprovechados fundamentalmente en agua potable del sector alto de Santiago y en riego.

La estadística de caudales medios mensuales de esta estación se encuentra en el Cuadro IV.4.2.2-1.

##### b) Río Mapocho en Los Almendros

Estación D.G.A., de tipo limnigráfico, sus antecedentes hidrométricos datan de 1948. Esta estación controla todos los recursos cordilleranos de la cuenca del río Mapocho, lo cual permite el manejo y planificación de sus recursos, que son fundamentalmente aprovechados en agua potable para Santiago.

La estadística de caudales medios mensuales de esta estación se encuentra en el Cuadro IV.4.2.2-2.

##### c) Estero Puangue en Boquerón

Estación controlada por la D.G.A. desde 1950, de tipo limnigráfica, controla las nacientes del estero Puangue cuya área afluyente es de 149 km<sup>2</sup>, correspondiendo a su vez el único control de los recursos del Estero Puangue. Su régimen es representativo de las cuencas con nacimiento en la cordillera de la Costa.

La estadística de caudales medios mensuales de esta estación se encuentra en el Cuadro IV.4.2.2-3.

##### d) Río Mapocho en Rinconada de Maipú

Esta estación se encuentra ubicada aguas abajo de la confluencia del río Mapocho con el estero Lampa y controla una cuenca de 4.068 km<sup>2</sup>.

Sus caudales están influenciados por las aguas del canal San Carlos, el Estero El Arrayán, las extracciones del canal La Punta, los caudales de Santiago Norte a través del estero Lampa y los caudales del Zanjón de La Aguada. En la Figura IV.4.2.2-1 se esquematizan las influencias directas de esta estación.

**CUADRO IV.4.2.2-1**  
**CAUDALES MEDIOS MENSUALES (m<sup>3</sup>/s)**  
**ESTERO ARRAYAN EN LA MONTOSA**

Año	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abr.-Sep	Oct.-Mar.	Annual
1950/51	0,62 *	0,51 *	0,25 *	0,60 *	0,94 *	0,57 *	0,93 *	0,98 *	1,49	0,50 *	0,40 *	0,46	0,58	0,79	0,69
1951/52	0,42 *	0,54 *	0,77 *	1,14 *	1,06 *	0,86 *	1,10 *	1,50 *	1,29	0,65 *	0,37 *	0,38	0,80	0,88	0,84
1952/53	0,53 *	0,63 *	0,79 *	1,34 *	1,16 *	1,13	1,88	2,91	2,65	1,19	0,85	0,70	0,93	1,70	1,31
1953/54	0,64	0,72	0,87	0,96	2,57	3,42	3,10	5,99	5,54	3,15	1,76	1,35	1,53	3,48	2,51
1954/55	1,14	0,96	1,21	1,09	1,14	1,17	1,50	1,66	1,75	1,08	0,77	0,72	1,12	1,25	1,18
1955/56	0,74	0,82	0,82	0,78	0,72	0,79	1,13	2,50	1,70	0,92	0,71	0,76	0,78	1,29	1,03
1956/57	0,64	0,56	0,54	0,46	1,00	0,81	1,12	1,60	1,00	0,58	0,47	0,48	0,67	0,88	0,77
1957/58	0,47	0,62	0,79	0,69	0,74	0,80	1,20	1,89	1,89	0,91	0,71	0,59	0,69	1,20	0,94
1958/59	0,57	0,60	2,04	0,81	0,82 *	1,42	1,73	2,15	1,41	1,10	0,69	0,57	1,04	1,28	1,16
1959/60	0,66	0,74	0,89	1,42	1,19	1,47	1,59	2,24 *	3,65	1,25	0,88	0,69	1,06	1,72	1,39
1960/61	0,66	0,70	1,65	1,24	1,18	1,14	2,35	3,86	2,29	1,01	0,76	0,90	1,10	1,86	1,48
1961/62	0,72	0,67	1,18	0,79	1,02	0,90	1,25	1,86	1,36	0,76	0,89	0,92	0,88	1,17	1,03
1962/63	0,77	0,80	1,19	0,92	0,88	0,81	1,83	3,30	2,14	1,38	0,96	0,82	0,90	1,74	1,32
1963/64	0,79	0,78	0,80	0,95	1,93	2,32 *	1,86	3,59	7,43	3,38	0,92	1,09	1,26	3,05	2,15
1964/65	0,91 *	0,86	0,89	0,89	0,87	0,86	0,83	0,85	0,83	0,64	0,29	0,23	0,88	0,61	0,75
1965/66	0,64	0,80	0,76	0,54	3,87	4,05	3,81	6,67	3,81	2,29	1,30	1,01	1,78	3,15	2,46
1966/67	0,72	0,62	0,77	0,68	0,79	1,12	2,07	4,82	2,07	0,87	0,70	0,54	0,78	1,85	1,31
1967/68	0,58	0,59	0,96	0,92	0,68	0,68	0,75	0,66	0,55	0,47	0,49	0,45	0,74	0,56	0,65
1968/69	0,40	0,39	0,41	0,40	0,39	0,39	0,36	0,33	0,37	0,31	0,28	0,28	0,40	0,32	0,36
1969/70	0,26	0,32	0,40	0,25	0,31	0,31	0,26	0,53	0,48	0,35	0,27	0,28	0,31	0,36	0,34
1970/71	0,27	0,32	0,34	0,33	0,43	0,47	0,96	1,93	1,22	0,72	0,52	0,42	0,36	0,96	0,66
1971/72	0,36	0,38	0,31	0,40	0,48	0,72	1,11	2,20	0,81	0,24	0,24	0,27	0,44	0,81	0,63
1972/73	0,29	4,93 *	1,79	1,06 *	1,38 *	1,43 *	4,55 *	5,71 *	6,84	7,74 *	3,13 *	2,86	1,81	5,14	3,48
1973/74	1,34 *	1,05 *	1,34 *	2,07 *	1,15 *	0,85 *	1,39 *	2,71	2,62	2,61	2,69	1,42	1,30	2,24	1,77
1974/75	1,12 *	0,34 *	0,42 *	0,96	1,07	1,10	2,88	2,83	2,62	1,34	0,88	0,58	0,84	1,86	1,35
1975/76	0,66	0,53	0,61	0,60	0,96	1,03 *	1,31 *	1,54	0,84	0,81	0,79	0,53	0,73	0,97	0,85
1976/77	0,61	0,51	0,64	0,54	0,54	0,50	0,73	2,19	0,74	0,51	0,53 *	0,35	0,56	0,84	0,70
1977/78	0,37	0,50	0,70	1,56	1,15	1,34	2,81	2,32	3,21	1,67	1,03	1,01	0,94	2,01	1,47
1978/79	0,98	0,96	1,01	6,96 *	1,81 *	1,71	3,42	4,07	5,22	3,41	1,35	1,45	2,24	3,15	2,70
1979/80	1,09	1,09	1,11	0,74	0,79	0,88	1,85	2,00	2,17	0,95	0,77	0,54	0,95	1,38	1,17
1980/81	1,68	1,66	1,30	1,62	1,69	1,47	3,10	4,16	4,69	2,34	1,26	0,77	1,57	2,72	2,15
1981/82	0,77	1,29	1,55	1,18	0,97	0,85	1,04	1,39	0,90	0,64	0,44	0,50	1,10	0,82	0,96
1982/83	0,58	0,87	9,29	10,90	3,70	4,13	5,57	8,61	11,60	7,30	3,46	2,04	4,91	6,43	5,67
1983/84	1,62	1,41	1,32	1,97	1,65	1,66	3,58	4,63	3,91	1,89	1,37	1,16	1,61	2,76	2,18
1984/85	1,02	1,03	0,99	2,53	1,61	2,18	4,14	4,24	5,76	2,96	1,35	1,31	1,56	3,29	2,43
1985/86	1,14	1,04	0,96	1,09	1,00	0,82	1,02	1,47	0,91	0,56	0,46	0,43	1,01	0,81	0,91
1986/87	0,44	0,54	7,40	21,90	3,71	1,46	2,72	4,33	4,95	1,68	0,91	1,20	5,91	2,63	4,27
1987/88	0,90	0,99	2,18	8,07	6,38	3,69	4,69	9,34	9,59	5,72	2,84	1,93	3,70	5,69	4,69
1988/89	1,57	1,40	1,21	1,13	1,18	1,00	1,24	1,32	0,91	0,70	0,63 *	0,62	1,25	0,90	1,08
1989/90	0,63	0,75	0,65	0,63	1,71	1,69	2,36	3,68	1,96	1,05	0,83	0,66	1,01	1,76	1,38
1990/91	0,65	0,63	0,52	0,52	0,48	0,80	1,17	1,20	0,73	0,49	0,42	0,40	0,60	0,73	0,67
1991/92	0,43	1,08	1,12	2,66	1,50	2,76	2,78	5,09	4,10	2,43	1,32	0,91	1,59	2,77	2,18
1992/93	0,87	1,25	2,06	1,70	1,48	1,83	3,16	4,09	2,93	1,73	1,11	0,92	1,53	2,32	1,93
1993/94	1,13	3,18	1,74	1,37	1,15	1,22	1,84	2,34	1,85	1,12	0,82	0,69	1,63	1,44	1,54
1994/95	0,69	0,72	0,70	1,00	1,08	1,33	1,80	2,83	1,65	0,95	0,71	0,59	0,92	1,42	1,17
1995/96	0,59	0,62	0,67	0,59	0,61	0,92	1,16	1,48	0,82				0,67	1,15	0,83
PROM	0,75	0,92	1,30	1,98	1,37	1,37	2,02	2,99	2,77	1,65	0,99	0,82	1,28	1,87	1,58
DESV STD.	0,34	0,76	1,60	3,62	1,10	0,92	1,23	1,99	2,45	1,67	0,74	0,52	1,07	1,34	1,12
COEF VAR	0,46	0,83	1,23	1,83	0,81	0,67	0,61	0,66	0,88	1,01	0,75	0,83	0,83	0,72	0,71
MÁXIMO	1,68	4,93	9,29	21,90	6,38	4,13	5,57	9,34	11,60	7,74	3,46	2,86	5,91	6,43	5,67
MÍNIMO	0,26	0,32	0,25	0,25	0,31	0,31	0,26	0,33	0,37	0,24	0,24	0,23	0,31	0,32	0,34
	3,49	7,763	13,674	29,575	9,966	7,394	9,684	15,313	18,066	12,310	6,167	5,060	9,397	10,685	9,414

Valores Rellenados

**CUADRO IV.4.2.2-2**  
**CAUDALES MEDIOS MENSUALES (m<sup>3</sup>/s)**  
**MAPOCHO EN LOS ALMENDROS**

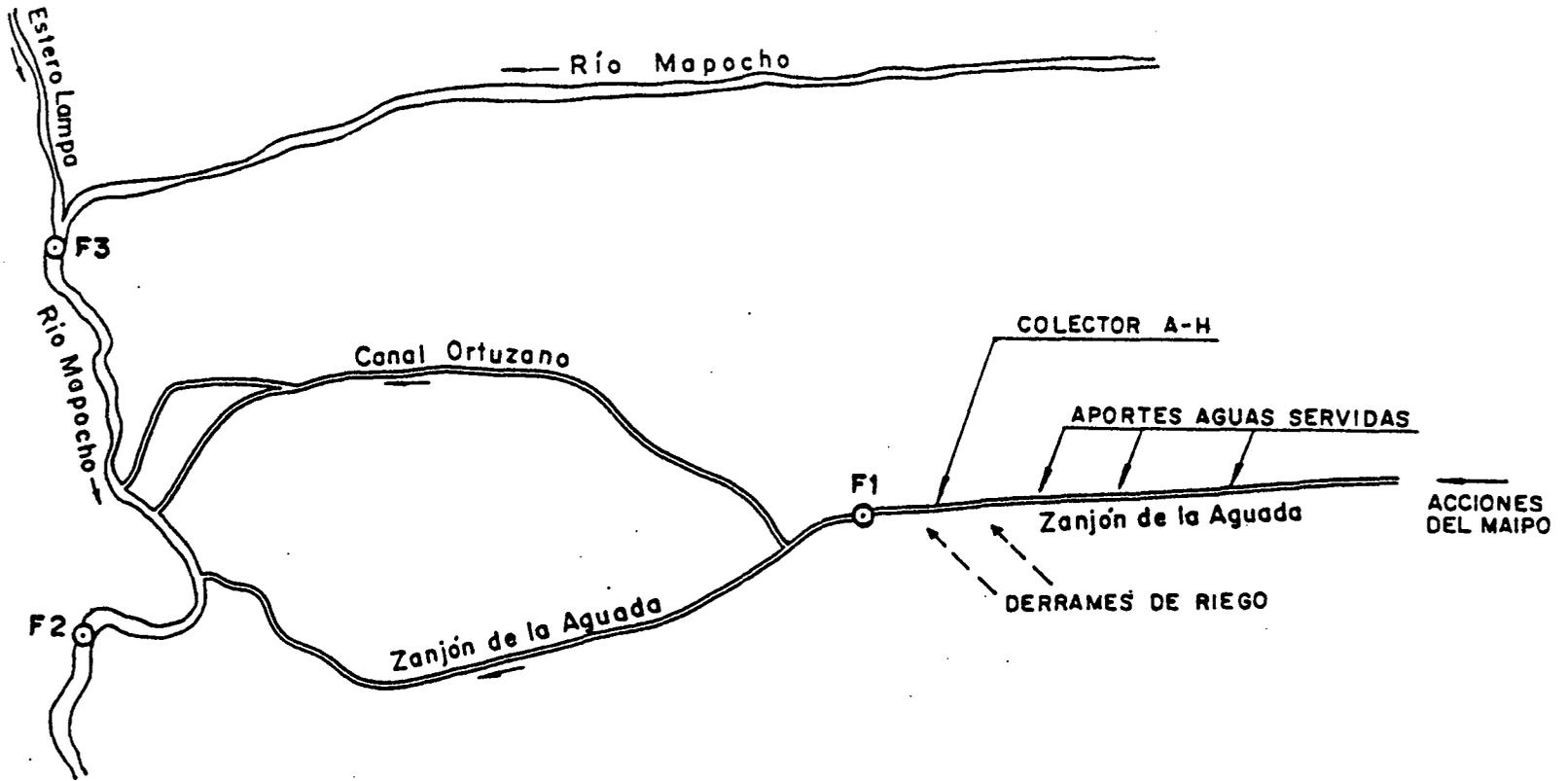
Año	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abr.-Sep	Oct.-Mar.	Anual
1950/51	1.88	2.61	2.16	1.84	3.33	6.11	10.00	10.90	13.80	5.41	3.35	2.12	2.99	7.60	5.29
1951/52	1.56	2.05	3.31	3.76	5.41	6.68	10.80	11.30	7.90	5.64	3.90	2.87	3.80	7.07	5.43
1952/53	2.00	2.52	3.02	3.30	3.94	8.95	9.70	6.82	8.44	5.41	3.92	2.81	3.96	6.18	5.07
1953/54	2.16	2.25	3.12	3.63	10.40	16.90	17.40	30.70	25.80	15.40	9.12	4.80	6.41	17.20	11.81
1954/55	3.35	3.18	3.91	3.73	5.48	5.16	7.01	10.10	8.06	7.63	4.27	3.03	4.14	6.68	5.41
1955/56	2.26 *	3.65 *	1.22 *	1.33 *	0.95	6.06	7.72	11.50	6.96	4.81	4.09	2.88	2.58	6.33	4.45
1956/57	1.73	1.73	1.65 *	3.44	3.36	4.33	5.93	6.65	4.90	4.96 *	2.73 *	2.31	2.71	4.58	3.64
1957/58	* 1.75	3.44	3.16	2.48	3.31	6.81	7.91	7.95	7.07	4.49	2.89	2.62	3.49	5.49	4.49
1958/59	* 2.24	2.06	6.41	4.93	3.69	6.59	12.90	12.80	9.18	5.00	3.88	2.88	4.32	7.77	6.05
1959/60	2.38	2.57	2.54	5.37	4.84	12.80	12.20	13.50	11.80	7.34	4.63	3.34	5.08	8.80	6.94
1960/61	2.42	2.33	4.26	3.25	4.73	5.66	10.10	14.10	11.70 *	4.34	5.00 *	2.71	3.78	7.99	5.88
1961/62	* 2.14	2.68	5.24	3.90	5.26	9.30 *	14.02 *	24.74	18.00 *	6.94	5.29	3.68	4.75	12.11	8.43
1962/63	2.78	2.00	3.34	4.05	4.57	5.73	16.20	15.90	10.90	5.99	4.12 *	2.41	3.75	9.25	6.50
1963/64	2.25	2.18	2.46	4.04	5.22	12.10	22.10	23.60 *	21.28	18.10	7.92 *	3.74	4.71	16.12	10.42
1964/65	2.79	2.56	2.54	2.42	2.19	3.55	3.14	2.80	2.99	3.44	2.66	1.89	2.68	2.82	2.75
1965/66	1.73	1.62	1.89	2.13	6.90	8.13	14.50	16.50	12.40	10.40	4.81	3.06	3.73	10.28	7.01
1966/67	2.11	1.85	1.92	2.91	3.90	8.98	9.61	9.69	7.31	5.31	3.56	2.39	3.61	6.31	4.96
1967/68	1.88	0.72	0.66	1.40	1.30	2.34	3.65	3.04	3.25 *	3.99	2.33	1.54	1.38	2.97	2.18
1968/69	1.27	0.89	0.80	0.81 *	0.00	0.86	0.96 *	0.00 *	0.00 *	1.29 *	2.06 *	1.61	0.77	0.99	0.88
1969/70	* 1.16 *	0.87 *	1.55 *	2.06 *	0.79 *	5.32 *	5.91 *	7.10 *	13.61 *	6.32 *	4.02 *	2.71	1.96	6.61	4.29
1970/71	* 2.53 *	2.19 *	0.40 *	1.54 *	0.55 *	6.43 *	5.63 *	5.34 *	4.20 *	1.99 *	1.85 *	1.54	2.27	3.43	2.85
1971/72	* 1.62 *	0.86 *	0.00 *	1.68 *	1.78 *	6.20 *	8.36 *	16.00 *	6.21	2.80	1.54	1.10	2.02	6.00	4.01
1972/73	0.99	5.77	14.60	5.90	20.00	23.40	24.70	42.00 *	17.67	23.50	11.40	5.91	11.78	20.86	16.32
1973/74	2.67 *	4.02	1.57	4.00	2.87 *	5.85 *	7.59	8.28 *	9.65	6.75	4.10	2.07	3.50	6.41	4.95
1974/75	0.81	1.39	2.98	3.75	1.65	2.16	12.30	12.10	8.93	7.03	3.59 *	2.98	2.12	7.82	4.97
1975/76	1.88	1.62	1.88	1.91	2.08	2.69	3.26	3.67	5.18	4.35	2.55	1.95	2.01	3.49	2.75
1976/77	* 1.79 *	1.19 *	0.85 *	1.75 *	1.60 *	6.21 *	5.20 *	6.76 *	5.66 *	4.28 *	2.53 *	1.67	2.23	4.35	3.29
1977/78	* 1.54	1.63	2.12	8.81	6.89	14.10	19.10	21.90	20.20	8.33	5.75	3.56	5.85	13.14	9.49
1978/79	2.86	3.14	2.89	22.90	8.63	11.70	21.10	25.60	30.90	17.70	7.77	4.60	8.69	17.95	13.32
1979/80	2.30	2.41	1.79	1.57	4.07	6.98	8.29	8.13	10.10	7.18	5.24 *	3.64	3.19	7.10	5.14
1980/81	8.29	7.46	7.01	6.14	7.05	7.53	11.70	11.30	13.60	8.04	6.27	3.70	7.25	9.10	8.17
1981/82	2.09	3.43	3.59	2.73 *	4.99 *	7.04	5.75	6.75	4.69	4.33	3.19	2.24	3.98	4.49	4.24
1982/83	1.33 *	0.24 *	0.63 *	1.40	13.30	18.00	20.90	26.10	34.10	26.00	15.20	6.05	5.82	21.39	13.60
1983/84	4.00	3.23	3.25	4.56	8.06	6.87	18.50	16.10	12.50	7.25	5.13	3.04	4.66	10.42	7.54
1984/85	2.02	1.72	1.55	5.18	5.89	10.00	20.80	19.50	16.50	10.80	6.36	4.62	4.39	13.10	8.75
1985/86	3.04	2.76	2.26	3.29	3.43	2.96	4.62	7.08	5.81	4.89	3.64	2.76	2.96	4.80	3.88
1986/87	2.12	2.88	24.70	4.73	3.58	5.37	8.50	11.50	13.60	9.02	6.44	4.46	7.23	8.92	8.08
1987/88	2.74	2.63	5.03	18.60	18.80	12.50	25.10	41.20	33.30 *	15.56	9.01	5.64	10.05	21.64	15.84
1988/89	3.65	2.84	2.34	2.26	2.84	2.87	4.94	5.14	4.43	4.37	3.65	2.27	2.80	4.13	3.47
1989/90	1.81	2.26	1.85	1.95	6.57	11.20	16.50	17.10	10.10	6.18	4.15	2.49	4.27	9.42	6.85
1990/91	1.76	1.73	1.54	1.52	1.58	3.52	4.37	4.47	3.67	3.02	2.27	1.63	1.94	3.24	2.59
1991/92	1.39	4.17	5.32	11.80	7.53	14.00	14.80	18.80	14.60	12.00	5.57	3.87	7.37	11.61	9.49
1992/93	2.66	3.55	5.33	5.19	6.02	9.77	14.10	13.00	10.70	8.77	5.26	3.17	5.42	9.17	7.29
1993/94	3.46	15.60	6.87	4.93	5.10	5.44	6.45	6.72	7.19	6.18	3.56	2.62	6.90	5.45	6.18
1994/95	1.97	1.45	1.46	3.80	4.97	6.45	7.77	8.96	8.09	6.37	3.09	1.95	3.35	6.04	4.69
1995/96	1.72	1.56	2.15	2.00	2.68	5.58	5.60	7.07	4.82				2.62	5.83	3.69
PROM	2.28	2.73	3.46	4.23	5.00	7.76	11.04	13.27	11.34	7.75	4.75	3.00	4.24	8.53	6.38
DESV.STD.	1.13	2.32	4.01	4.12	4.05	4.49	6.24	9.21	7.78	5.30	2.60	1.17	2.26	5.03	3.50
COEF.VAR.	0.50	0.85	1.16	0.97	0.81	0.58	0.57	0.69	0.69	0.68	0.55	0.39	0.53	0.59	0.55
MÁXIMO	8.29	15.60	24.70	22.90	20.00	23.40	25.10	42.00	34.10	26.00	15.20	6.05	11.78	21.64	16.32
MÍNIMO	0.81	0.24	0.00	0.81	0.00	0.86	0.96	0.00	0.00	1.29	1.54	1.10	0.77	0.99	0.88

VALORES RELLENADOS

**CUADRO IV.4.2.2-3**  
**CAUDALES MEDIOS MENSUALES (m<sup>3</sup>/s)**  
**ESTERO PUANGUE EN BOQUERON**

Año	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abr.-Sep	Oct.-Mar	Annual
1950/51	0,03	0,05	0,59	1,21	0,24	2,14	0,44	0,22	0,09	0,04	0,03	0,02	0,71	0,14	0,43
1951/52	0,01	0,01	3,85	10,40	1,35	0,61	0,30	0,12	0,06	0,02	0,02	0,01	2,71	0,09	1,40
1952/53	0,01	0,04	2,21	3,26	0,52	0,30	0,28	0,11	0,04	0,02	0,02	0,01	1,06	0,08	0,57
1953/54	0,01	0,56	0,50	0,85	11,10	9,44	3,34	0,62	0,12	0,11	0,05	0,03	3,74	0,71	2,23
1954/55	0,05	0,17	3,51	2,86	1,44	0,43	0,25	0,12	0,07	0,04	0,03	0,03	1,41	0,09	0,75
1955/56	0,03	0,03	0,13	0,15	0,11	0,14	0,10	0,07	0,04	0,03	0,02	0,02	0,10	0,05	0,07
1956/57	0,03	0,03	0,04	0,09	1,54	0,58	0,29	0,11	0,06	0,03	0,03	0,02	0,38	0,09	0,24
1957/58	0,02	2,90	1,08	1,10	1,26	0,64	0,21	0,12	0,08	0,05	0,03	0,02	1,17	0,09	0,63
1958/59	0,03	0,05	2,56	0,89	6,12	1,23	0,38	0,21	0,12	0,05	0,03	0,03	1,81	0,13	0,97
1959/60	0,03	0,04	0,81	2,62	1,35	1,04	0,38	0,21	0,09	0,04	0,03	0,03	0,98	0,13	0,55
1960/61	0,03	0,03	2,50	0,59	0,50	0,35	0,14	0,09	0,05	0,03	0,03	0,03	0,67	0,06	0,36
1961/62	0,03	0,03	3,90	1,24	1,92	4,20	0,64	0,33	0,11	0,05	0,04	0,03	1,89	0,20	1,04
1962/63	0,03	0,03	6,88	2,08	0,48	0,26	0,29	0,09	0,05	0,04	0,03	0,03	1,63	0,09	0,86
1963/64	0,03	0,03	0,05	11,60	16,20	8,15	2,42	0,18	0,07	0,05	0,04	0,03	6,01	0,46	3,24
1964/65	0,03	0,04	0,09	0,45	0,76	0,79	0,20	0,08	0,04	0,02	0,02	0,01	0,36	0,06	0,21
1965/66	0,02	0,03	0,63	2,24	25,10	1,33	0,67	0,30	0,11	0,05	0,03	0,03	4,89	0,20	2,54
1966/67	0,03	0,03	2,13	11,50	1,31	0,64	0,33	0,15	0,09	0,04	0,03	0,03	2,61	0,11	1,36
1967/68	0,02	0,02	0,04	0,58	0,36	0,76	0,32	0,10	0,04	0,02	0,01	0,01	0,30	0,09	0,19
1968/69	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01	0,01
1969/70	0,01	0,01	0,36	0,24	0,54	0,18	0,10	0,06	0,04	0,02	0,02	0,02	0,22	0,04	0,13
1970/71	0,01	0,01	0,08	0,98	1,45	0,36	0,17	0,12	0,07	0,04	0,04	0,04	0,48	0,08	0,28
1971/72	0,03	0,03	0,23	1,18	0,71	0,34	0,19	0,11	0,06	0,04	0,03	0,02	0,42	0,07	0,25
1972/73	0,02	0,02	1,38	3,02	7,28	4,62	2,72	0,54	0,12	0,08	0,05	0,09	2,72	0,60	1,66
1973/74	0,05	0,06	0,13	5,29	1,52	0,46	0,22	0,11	0,06	0,04	0,02	0,02	1,25	0,08	0,66
1974/75	0,02	0,02	3,74	8,37	0,64	0,69	0,36	0,14	0,07	0,03	0,02	0,02	2,25	0,11	1,18
1975/76	0,02	0,02	0,03	1,65	1,06	0,34	0,15	0,09	0,05	0,03	0,02	0,02	0,52	0,06	0,29
1976/77	0,02	0,02	0,02	0,03	0,04	0,04	0,16	0,17	0,07	0,05	0,03	0,02	0,03	0,08	0,06
1977/78	0,02	0,02	0,05	1,76	0,98	0,35	0,31	0,25	0,11	0,13	0,02	0,02	0,53	0,14	0,33
1978/79	0,01	0,01	0,01	12,97	1,35	0,43	0,33	0,32	0,08	0,03	0,21	0,04	2,46	0,17	1,32
1979/80	0,07	0,03	0,05	0,31	2,06	1,30	0,15	0,08	0,05	0,02	0,02	0,02	0,64	0,05	0,34
1980/81	0,02	0,86	0,73	5,21	2,79	0,61	1,69	0,06	0,04	0,01	0,04	0,03	1,70	0,31	1,01
1981/82	0,05	0,05	1,54	0,68	0,47	0,44	0,14	0,12	0,10	0,03	0,03	0,02	0,54	0,07	0,30
1982/83	0,02	0,23	6,18	24,87	8,75	1,51	1,20	0,54	0,20	0,06	0,03	0,03	6,93	0,34	3,63
1983/84	0,03	0,08	1,42	3,73	2,79	1,56	0,45	0,24	0,11	0,04	0,02	0,02	1,60	0,15	0,88
1984/85	0,02	0,08	0,30	25,16	4,07	2,35	1,34	0,42	0,15	0,12	0,08	0,25	5,33	0,39	2,86
1985/86	0,08	0,10	0,19	0,25	0,24	0,15	0,12	0,06	0,03	0,02	0,02	0,02	0,17	0,04	0,11
1986/87	0,02	1,27	4,64	1,15	2,10	1,51	0,38	0,13	0,15	0,33	0,06	0,02	1,78	0,18	0,98
1987/88	0,01	0,02	0,04	72,36	28,73	0,84	1,12	0,55	0,28	0,32	0,15	0,08	17,00	0,41	8,71
1988/89	0,03	0,07	0,05	0,04	0,27	0,22	0,07	0,04	0,03	0,01	0,01	0,01	0,11	0,03	0,07
1989/90	0,01	0,01	0,01	0,28	2,46	3,19	0,64	0,31	0,06	0,04	0,02	0,03	0,99	0,18	0,59
1990/91	0,03	0,03	0,03	0,03	0,05	0,09	0,09	0,04	0,02	0,02	0,02	0,01	0,04	0,04	0,04
1991/92	0,00	1,15	2,41	0,91	0,97	0,43	0,32	0,14	0,17	0,12	0,04	0,04	1,09	0,20	0,61
1992/93	0,03	0,49	4,89	1,84	1,45	2,14	0,49	0,12	0,12	0,04	0,02	0,02	1,81	0,14	1,05
1993/94	0,02	0,28	1,41	1,41	0,44	0,32	0,18	0,10	0,05	0,04	0,01	0,01	0,65	0,07	0,39
1994/95	0,01	0,03	0,05	2,53	1,25	0,69	0,37	0,20	0,08	0,04	0,02	0,01	0,76	0,12	0,44
1995/96	0,01	0,01	0,01	0,03	0,83	0,55	0,25	0,13	0,04	0,02	0,01	0,01	0,24	0,08	0,16
1996/97	0,01	0,01	0,01	0,15									0,04		0,04
PROM	0,02	0,17	1,28	4,93	3,19	1,29	0,54	0,19	0,08	0,06	0,04	0,03	1,80	0,15	0,98
DESV. STD.	0,02	0,47	1,78	11,52	6,00	1,91	0,71	0,15	0,05	0,07	0,04	0,04	2,77	0,15	1,43
COEF. VAR.	0,61	2,75	1,39	2,34	1,88	1,48	1,31	0,79	0,61	1,17	1,03	1,29	1,54	0,97	1,46
MÁXIMO	0,08	2,90	6,88	72,36	28,73	9,44	3,34	0,62	0,28	0,33	0,21	0,25	17,00	0,71	8,71
MÍNIMO	0,01	0,00	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01	0,01

INFLUENCIAS DIRECTAS  
DE LA ESTACION MAPOCHO EN RINCONADA DE MAIPU



SIMBOLOGIA

⊙ PUNTOS DE CONTROL FLUVIOMETRICO

PROYECTO:  <b>PROYECTO SANTIAGO SUR - CNR</b> <b>REGIÓN METROPOLITANA</b>	FECHA:	1998
	ESCALA:	S/E
	FIGURA	IV.4.2.2-1

En el Cuadro IV.4.2.2-4 está representada la estadística de caudales medios mensuales para la estación Mapocho en Rinconada de Maipú, que fue formada por una parte, de la información contenida en los registros del Banco Nacional de Aguas que maneja la Dirección General de Aguas del Ministerio de Obras Públicas para el período 1971/72 a 1995/96 y complementada por la información contenida en el estudio “Nuevas Fuentes de Recursos para el Canal Ortuzano” realizado por AC Ingenieros Consultores para el período 1950/51 a 1970/71 y valores de relleno del período posterior.

La representación en forma gráfica de los parámetros estadísticos de cada estación fluviométrica para el período 1950/51 a 1995/96 se encuentra en las Figuras IV.4.2.2-2 a IV.4.2.2-5.

e) Recursos del Zanjón de la Aguada

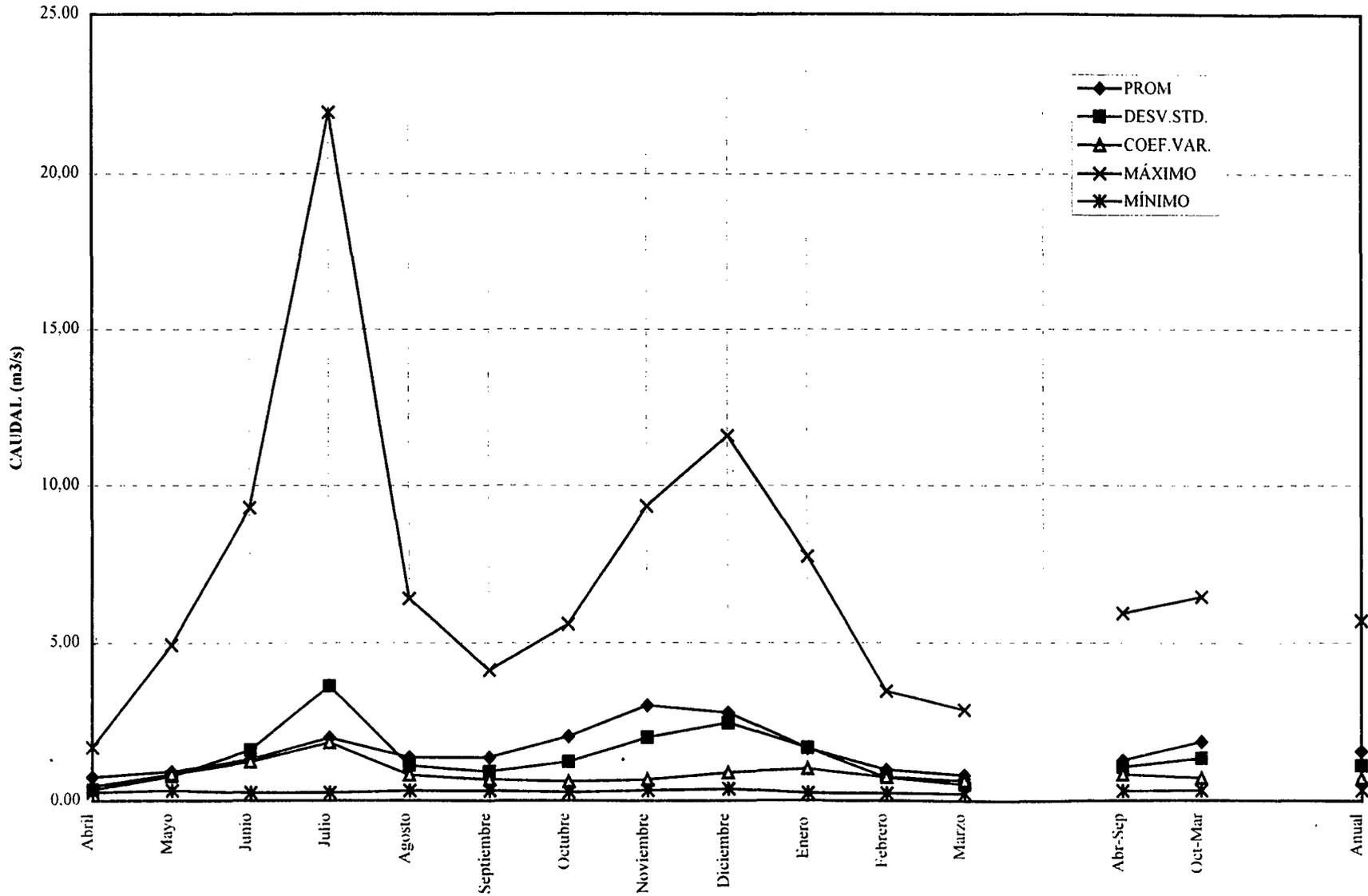
Para evaluar los recursos actuales del Zanjón de la Aguada aguas arriba de la bocatoma del Canal Ortuzano, se generó una serie de caudales medios mensuales de 40 años en el modelo de simulación del Proyecto Maipo, correspondiente al nodo 28 de ese estudio. Para ello se consideraron los flujos provenientes del río Maipo (32 acciones), de los derrames de riego de áreas adyacentes evaluados según balances hídricos y los aportes de aguas servidas de los colectores de la EMOS.

**CUADRO IV.4.2.2-4**  
**CAUDALES MEDIOS MENSUALES (m<sup>3</sup>/s)**  
**RIO MAPOCHO RINCONADA DE MAIPU**

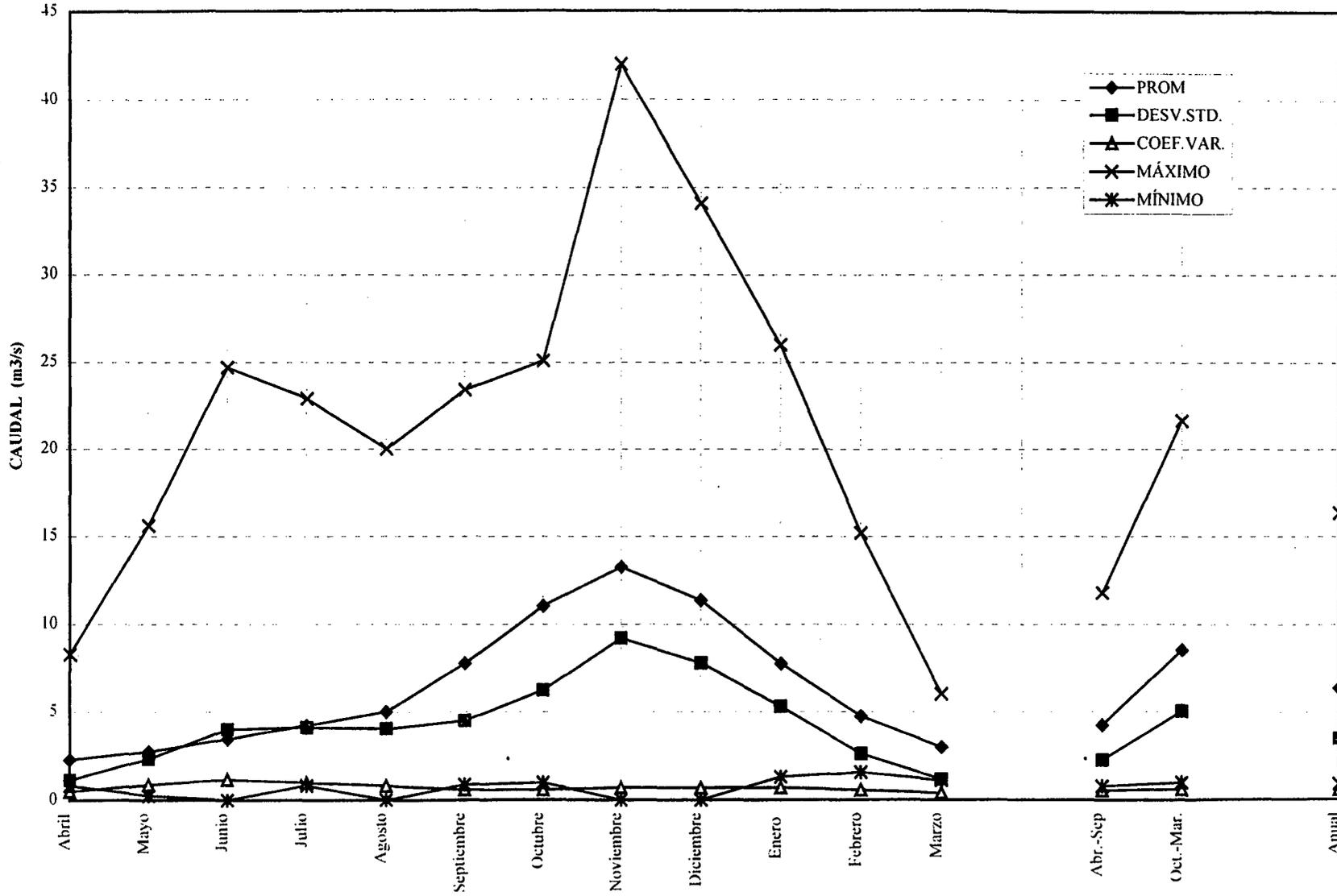
Año	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abr.-Sep	Oct.-Mar.	Anual
1950/51	9,80	18,30	21,80	21,20	33,50	25,50	19,90	14,60	18,20	12,60	10,40	12,40	21,68	14,68	18,18
1951/52	12,10	17,70	28,70	40,90	40,60	30,20	21,20	18,90	13,60	12,00	10,70	15,20	28,37	15,27	21,82
1952/53	13,00	22,30	26,80	34,60	27,30	37,60	20,40	8,40	14,50	11,50	12,20	11,40	26,93	13,07	20,00
1953/54	9,50	15,20	24,20	25,80	95,70	94,20	46,50	34,40	37,30	20,10	23,10	26,10	44,10	31,25	37,68
1954/55	15,20	24,80	34,50	41,20	24,40	17,20	9,50	12,90	9,70	11,10	16,00	7,10	26,22	11,05	18,63
1955/56	12,90	15,10	24,10	16,80	15,70	16,00	12,90	10,10	6,20	9,00	5,70	6,80	16,77	8,45	12,61
1956/57	11,80	13,70	14,00	14,20	21,80	15,30	8,10	5,60	3,10	7,90	5,60	7,10	15,13	6,23	10,68
1957/58	9,80	10,80	16,40	17,40	14,90	12,40	10,20	8,30	11,00	11,50	9,00	11,20	13,62	10,20	11,91
1958/59	8,40	12,80	29,50	17,60	21,20	19,10	17,90	16,60	11,30	10,70	9,80	10,90	18,10	12,87	15,48
1959/60	14,10	16,30	21,50	25,20	21,70	19,40	14,50	14,70	16,00	14,40	16,20	15,00	19,70	15,13	17,42
1960/61	10,60	11,90	16,30	17,40	17,30	11,20	12,00	19,30	14,30	9,28	9,81	13,40	14,12	13,02	13,57
1961/62	11,30	13,00	32,80	30,20	30,20	40,10	32,50	27,80	24,90	13,80	14,90	16,90	26,27	21,80	24,03
1962/63	12,40	15,00	35,40	41,40	33,80	14,30	25,00	26,70	18,70	12,70	10,00	10,90	25,38	17,33	21,36
1963/64	9,25	12,20	13,40	29,30	42,00	55,90	39,30	34,40	44,90	25,50	12,20	11,40	27,01	27,95	27,48
1964/65	13,70	16,00	24,60	20,30	21,30	11,50	5,57	5,25	6,74	7,35	7,49	7,78	17,90	6,70	12,30
1965/66	17,70	17,40	23,40	21,20	43,60	26,70	25,10	25,10	22,10	15,80	13,40	12,30	25,00	18,97	21,98
1966/67	18,00	18,00	24,60	37,30	26,70	23,80	20,40	21,50	18,30	12,50	10,90	12,00	24,73	15,93	20,33
1967/68	9,33	13,60	20,10	23,10	15,80	11,50	8,72	7,77	8,33	8,59	6,36	8,49	15,57	8,04	11,81
1968/69	12,20	11,80	9,09	7,03	5,54	4,16	3,75	3,61	2,67	3,59	6,21	7,56	8,30	4,57	6,43
1969/70	5,32	9,15	14,90	14,50	17,10	9,05	5,35	6,04	10,50	9,26	8,80	9,02	11,67	8,50	10,08
1970/71	3,57	8,91	17,10	21,20	20,00	7,30	15,20	17,10	8,51	7,90	6,70	11,00	13,01	11,07	12,04
1971/72	<del>13,50</del>	<del>15,10</del>	<del>25,00</del>	21,20	22,40	13,30	17,80	16,20	13,80	10,70	8,20	9,74	18,58	12,74	15,66
1972/73	7,27	25,70	35,80	34,20	<del>39,20</del>	40,60	27,20	32,90	41,70	28,30	17,20	15,80	30,46	27,18	28,82
1973/74	16,40	21,30	23,30	29,20	<del>25,70</del>	<del>16,20</del>	16,40	17,80	15,70	16,60	18,50	<del>14,10</del>	22,02	16,52	19,27
1974/75	<del>12,40</del>	22,00	27,00	22,00	25,20	25,20	23,90	23,30	20,70	18,60	16,60	15,40	22,30	19,75	21,03
1975/76	19,40	18,00	15,40	26,40	23,60	18,60	17,80	18,00	21,70	18,40	16,70	15,50	20,23	18,02	19,13
1976/77	9,27	10,30	23,20	18,90	19,00	8,76	16,70	24,40	11,10	12,10	11,50	9,28	14,91	14,18	14,54
1977/78	7,61	15,90	23,20	34,00	31,90	31,30	33,10	37,70	30,20	17,90	12,80	16,20	23,99	24,65	24,32
1978/79	20,60	16,10	22,30	32,30	34,40	23,60	27,90	36,90	43,30	27,00	19,70	20,40	24,88	29,20	27,04
1979/80	17,00	22,40	17,60	15,80	27,00	36,70	22,60	21,90	25,90	19,10	23,70	23,30	22,75	22,75	22,75
1980/81	33,50	30,20	39,20	48,60	40,70	28,00	37,80	31,00	37,20	23,40	26,80	28,30	36,70	30,75	33,73
1981/82	20,80	40,20	41,60	28,50	18,70	13,40	14,80	16,40	16,30	10,80	11,60	10,60	27,20	13,42	20,31
1982/83	9,85	23,10	25,30	52,10	39,90	29,60	28,40	43,10	58,80	44,10	29,60	26,60	29,98	38,43	34,20
1983/84	29,10	32,40	34,40	55,30	38,80	36,60	43,50	40,70	35,70	26,90	25,50	24,30	37,77	32,77	35,27
1984/85	19,10	28,70	28,40	113,00	44,40	44,10	53,50	45,60	44,00	32,00	24,30	23,30	46,28	37,12	41,70
1985/86	30,40	30,10	32,30	30,70	22,70	14,80	19,00	24,20	24,60	23,70	21,80	21,20	26,83	22,42	24,63
1986/87	23,30	30,20	78,10	31,00	39,40	30,80	33,80	40,30	44,40	33,30	28,50	29,00	38,80	34,88	36,84
1987/88	27,00	29,70	31,30	262,00	55,00	58,50	66,70	57,50	44,00	34,70	34,70	34,70	81,00	49,35	63,74
1988/89	34,60	26,30	25,00	20,00	23,90	15,70	16,90	22,20	22,10	25,30	28,70	23,30	24,25	23,08	23,67
1989/90	15,70	18,90	14,40	19,90	35,90	36,70	35,70	38,30	33,10	27,40	27,40	20,30	23,58	30,37	26,98
1990/91	16,30	17,40	13,60	23,70	20,90	22,50	16,20	19,00	23,50	20,90	16,20	14,90	19,07	18,45	18,76
1991/92	14,20	26,60	39,20	66,60	41,60	49,30	43,30	46,00	44,60	34,70	30,30	33,50	39,58	38,73	39,16
1992/93	27,80	30,30	61,90	45,90	43,10	44,60	42,00	41,10	37,10	32,90	28,80	30,00	42,27	35,32	38,79
1993/94	36,10	36,00	29,70	34,10	31,10	26,10	23,60	31,00	33,80	31,50	27,80	24,00	32,18	28,62	30,40
1994/95	17,90	18,60	25,90	36,10	37,00	32,70	26,70	35,50	36,30	31,40	27,10	22,60	28,03	29,93	28,98
1995/96	21,30	18,90	26,60	32,20	31,60	30,30	22,80	38,30	36,50	30,60	17,00	17,90	26,82	27,18	27,00
PROM	16,10	19,96	26,82	35,90	29,96	26,67	23,78	24,99	24,58	19,32	16,88	16,70	26,09	21,04	23,53
DESV STD.	7,86	7,54	12,13	38,16	13,85	16,40	12,85	13,52	14,49	10,11	8,20	7,56	12,03	10,44	10,66
COEF VAR.	0,49	0,38	0,45	1,06	0,46	0,61	0,54	0,54	0,59	0,52	0,49	0,45	0,46	0,50	0,45
MÁXIMO	36,10	40,20	78,10	262,00	95,70	94,20	58,50	66,70	58,80	44,10	34,70	34,70	81,00	49,35	63,74
MÍNIMO	3,57	8,91	9,09	7,03	5,54	4,16	3,75	3,61	2,67	3,59	5,60	6,80	8,30	4,57	6,43

VALORES RELLENADOS

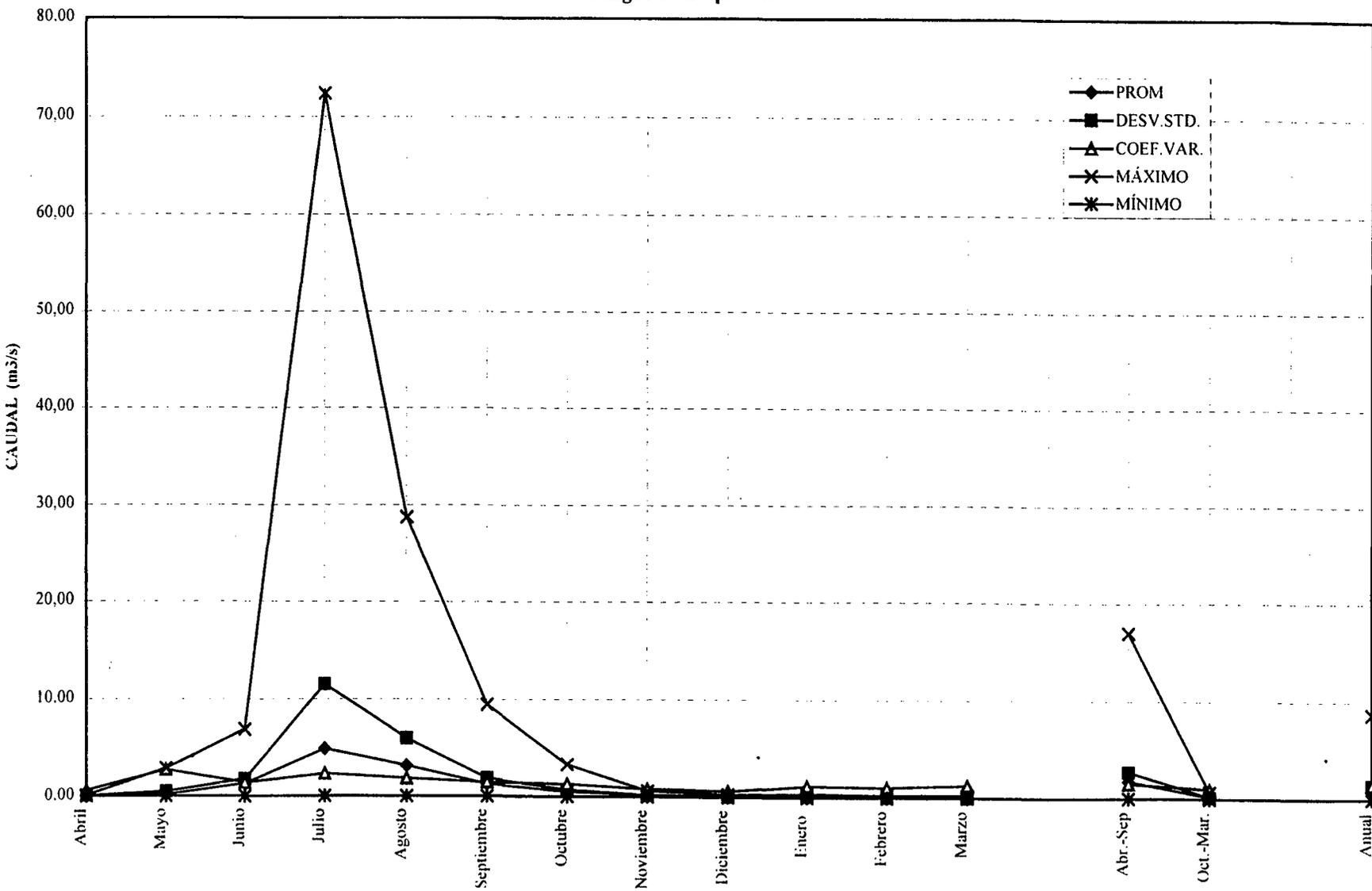
**FIGURA IV.4.2.2-2**  
**GRÁFICO DE PARÁMETROS ESTADÍSTICOS**  
**Estero Arrayán en la Montosa**



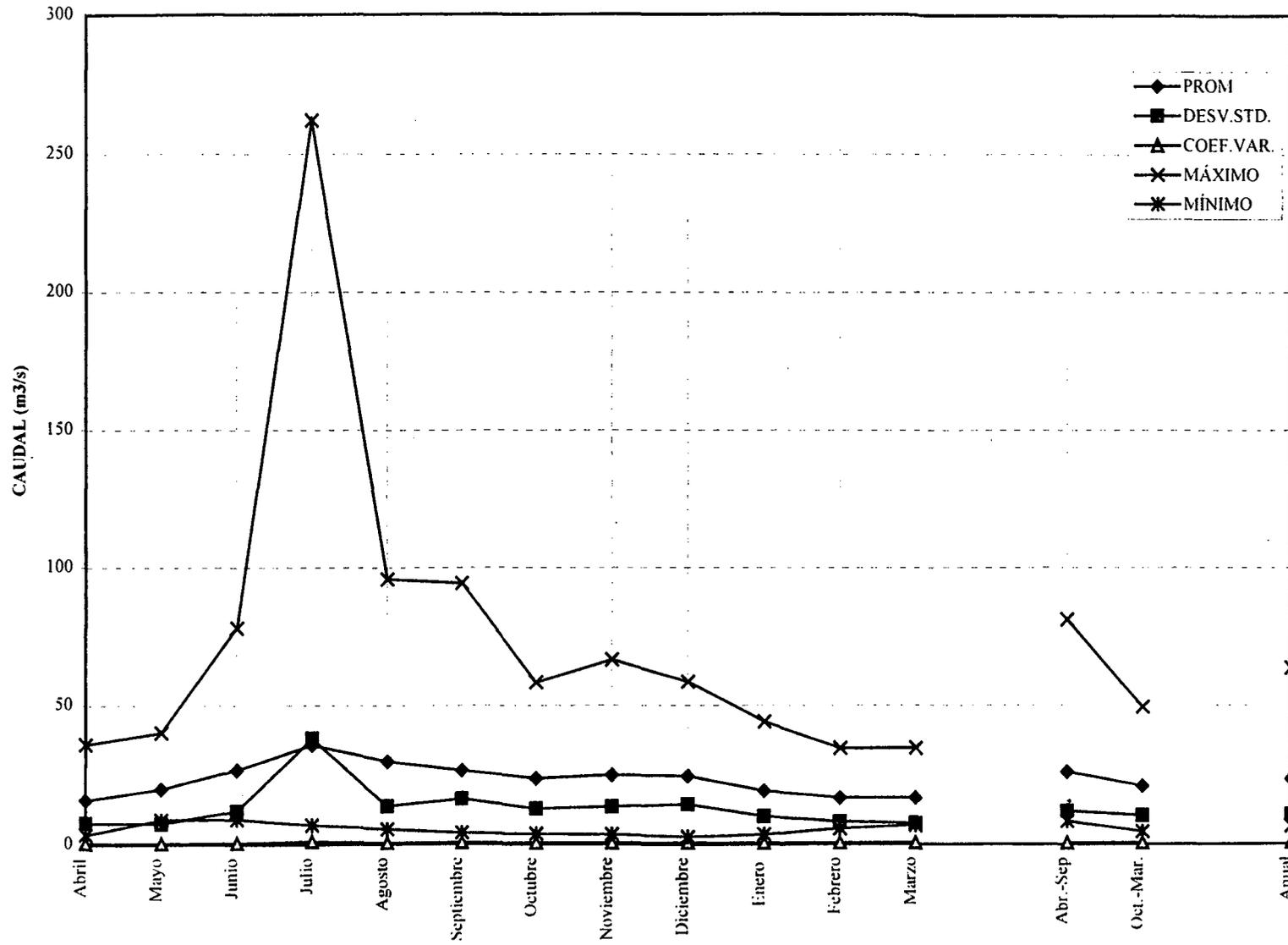
**FIGURA IV.4.2.2-3**  
**GRÁFICO DE PARÁMETROS ESTADÍSTICOS**  
**Mapocho en Los Almendros.**



**FIGURA IV.4.2.2-4**  
**GRÁFICO DE PARÁMETROS ESTADÍSTICOS**  
**Estero Puangue en Boquerón**



**FIGURA IV.4.2.2-5**  
**GRÁFICO DE PARÁMETROS ESTADÍSTICOS**  
**Río Mapocho en Rinconada de Maipú**



### IV.4.2.3 Caracterización del Régimen Fluviométrico

En el Cuadro IV.4.2.3-1 se entrega un resumen de los parámetros estadísticos más relevantes obtenidos para el período 1940/41 a 1979/80 generado con el modelo del Proyecto Maipo, para el nodo 28.

CUADRO IV.4.2.3-1  
RESUMEN DE PARÁMETROS ESTADÍSTICOS EN EL NODO 28 - PROYECTO MAIPO

	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	PROM
CAUDAL PROMEDIO (m <sup>3</sup> /s)	6,36	5,99	7,4	6,37	6,55	6,36	6,06	7,34	8,87	9,05	8,06	7,87	7,19
DESV.STD.	1,27	1,26	6,46	1,49	1,97	1,65	0,99	0,87	0,83	1,59	1,93	1,91	1,85
COEF.VAR	0,20	0,21	0,87	0,23	0,30	0,26	0,16	0,12	0,09	0,18	0,24	0,24	0,26
CAUDAL MÁX	10,04	9,91	46,38	11,31	15,01	13,8	10,43	9,53	9,79	10,79	11,28	13,48	14,31
CAUDAL MÍN	4,45	4,28	4,5	4,35	4,48	4,28	4,67	5,29	6,54	6,61	5,89	6,09	5,12

En los Cuadros IV.4.2.3-2 y IV.4.2.3-3 se presentan los valores mensuales de la variación estacional del caudal medio mensual y las curvas de duración general evaluados en el Nodo 28 del modelo del Proyecto Maipo para diferentes probabilidades de excedencia.

CUADRO IV.4.2.3-2  
VARIACIÓN ESTACIONAL DEL CAUDAL MEDIO MENSUAL EN EL NODO 28-  
PROYECTO MAIPO

PROB.DE EXC.(%)	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR
5	9,08	8,69	12,3	9,39	10,51	8,82	8,82	8,89	9,67	10,78	11,25	13,47
20	7,31	6,81	7,68	7,64	7,44	7,28	5,98	8,34	9,61	10,78	11,23	9,22
50	6,35	5,75	5,96	6,09	5,98	6,11	5,81	7,23	8,83	8,88	7,08	7,04
80	5,13	4,85	5,05	4,81	4,93	4,93	5,75	6,65	8,12	7,45	6,4	6,35
90	4,94	4,43	4,61	4,61	4,66	4,61	5,34	6,24	7,62	7,09	6,07	6,25

CUADRO IV.4.2.3-3  
CURVAS DE DURACIÓN GENERAL DEL NODO 28- PROYECTO MAIPO

PROBABILIDAD DE EXCEDENCIA (%)	Q (m <sup>3</sup> /s)			
	ANUALES ABR-MAR	ESTACIONALES		MENSUALES
		ABR-SEP	OCT-MAR	
5	9,08	8,69	12,3	9,39
20	7,31	6,81	7,68	7,64
50	6,35	5,75	5,96	6,09
80	5,13	4,85	5,05	4,81
90	4,94	4,43	4,61	4,61

Los caudales de aguas servidas que descargan en el Zanjón de la Aguada antes de la bocatoma del Canal Ortuzano, según estadística correspondiente al año 1987 alcanzan a 4.917,5 l/s. En el Cuadro IV.4.2.3-4 se incluyen los coeficientes de la distribución mensual de las aguas servidas.

CUADRO IV.4.2.3-4  
DISTRIBUCIÓN MENSUAL DE LAS AGUAS SERVIDAS (%)

ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR
0,92	0,86	0,8	0,82	0,85	0,97	1,03	1,11	1,24	1,18	1,15	1,06

Los caudales medios mensuales de aporte de la lluvia sobre la cuenca del Zanjón de la Aguada, fueron obtenidos por diferencia entre las estadísticas de caudales medios mensuales en el Nodo 28 del Proyecto Maipo y la estadística generada de los caudales medios mensuales de aguas servidas.

Por otra parte, se puede observar en los Cuadros IV.4.2.3-5 y IV.4.2.3-6 los resultados de las comparaciones efectuadas a las estadísticas obtenidas en el Proyecto Santiago Sur para el período 1950/51 a 1995/96 con respecto a las obtenidas en los estudios realizados por BF Ingenieros Civiles para el período 1950/51 a 1989/90 o por AC Ingenieros Consultores para el período 1940/41 a 1980/81, según sea la estación fluviométrica de que se trate.

Las variaciones porcentuales obtenidas son muy bajas, del orden máximo del 10%, luego es lícito aplicar los mismos factores de frecuencia obtenidos en los estudios mencionados como información base para lograr la variación estacional y duración general de caudales medios anuales, estacionales y mensuales para las estaciones seleccionadas, utilizando como medio de transformación de información la probabilidad de excedencia 50% según sea el caso.

En los Cuadros IV.4.2.3-7 y IV.4.2.3-8 se consignan los datos de la curva de duración general de los caudales medios anuales, estacionales y mensuales y la variación estacional de la estación Estero Arrayán en La Montosa para las probabilidades de excedencia: 5, 20, 50, 80 y 90%. De igual modo, en los Cuadros IV.4.2.3-9 a IV.4.2.3-14 se incluye la misma información para las estaciones Mapocho en Los Almendros, Puangue en Boquerón y Mapocho en Rinconada de Maipú, respectivamente.

Por último, digno de mencionar son algunos antecedentes del Canal Las Mercedes. Este canal tiene una longitud de 91 km y corre desde la bocatoma del río Mapocho en Rinconada Lo Cerda de Maipú, dando agua de regadío a un área de 10.000 há en los valles de Curacaví y María Pinto. La Planta Hidroeléctrica Carena ubicada en el km 21 es la responsable de su mantención entre la bocatoma y aguas abajo de la central hidroeléctrica hasta la caída de Lo Prado. En la Figura IV.4.2.3-1 se muestra un esquema del canal en su primer tramo, el cual tiene una sección media de 17-18 m<sup>2</sup>.

En el Cuadro IV.4.2.3-15 se muestra los caudales medios mensuales del Canal Las Mercedes que alimenta la Central Hidroeléctrica Carena.

**CUADRO IV.4.2.3-5**  
**COMPARACIÓN DE ESTADÍSTICAS**  
**ESTUDIO BF Ing.Civiles VS PROYECTO SANTIAGO SUR**

		ESTUDIO BF Ing. Civiles Período (1950/51 - 1989/90)	PROYECTO SANTIAGO SUR Período (1950/51 - 1995/96)	VARIACIÓN PORCENTUAL
ARRAYAN EN LA MONTOSA	PROMEDIO	1,6	1,6	(0)%
	DESV.STANDARD	1,2	1,1	-(9)%
MAPOCHO EN LOS ALMENDROS	PROMEDIO	6,5	6,4	(-)2%
	DESV.STANDARD	3,6	3,5	(-)3%
PUANGUE EN BOQUERON	PROMEDIO	1,1	1	(-)10%
	DESV.STANDARD	1,5	1,4	(-)7%

**CUADRO IV.4.2.3-6**  
**COMPARACIÓN DE ESTADÍSTICAS**  
**ESTUDIO AC Ing. Consultores VS PROYECTO SANTIAGO SUR**

		ESTUDIO AC Ing. Consultores Período (1940/41 - 1980/81)	PROYECTO SANTIAGO SUR Período (1950/51 - 1995/96)	VARIACIÓN PORCENTUAL
MAPOCHO EN RINCONADA DE MAIPU	PROMEDIO	20,1	23,5	(+)12%
	DESV.STANDARD	1,51	10,7	.

**CUADRO IV.4.2.3-7**  
**DURACIÓN GENERAL DE LOS CAUDALES MEDIOS ANUALES, ESTACIONALES Y**  
**MENSUALES - ESTERO ARRAYÁN EN LA MONTOSA**

PROBABILIDAD DE EXCEDENCIA	Q (m3/s)			
	ANUALES ABR-MAR	ESTACIONALES ABR-SEP      OCT-MAR		MENSUALES
5	3,68	2,85	4,68	5,14
20	2,20	1,73	2,66	2,03
50	1,28	1,02	1,47	0,99
80	0,75	0,61	0,81	0,59
90	0,56	0,46	0,60	0,43

**CUADRO IV.4.2.3-8**  
**VARIACIÓN ESTACIONAL - ESTERO ARRAYÁN EN LA MONTOSA**

PROBABILIDAD DE EXCEDENCIA (%)	Q (m3/s)											
	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR
5	1,46	1,81	2,99	4,81	3,09	3,04	5,01	7,86	7,93	4,47	2,32	1,81
20	1,00	1,20	1,69	2,30	1,87	1,88	2,91	4,38	4,01	2,29	1,37	1,13
50	0,67	0,78	0,93	1,06	1,10	1,14	1,65	2,38	1,96	1,14	0,79	0,69
80	0,45	0,51	0,51	0,49	0,65	0,69	0,93	1,29	0,96	0,57	0,46	0,42
90	0,37	0,41	0,38	0,33	0,49	0,53	0,69	0,93	0,66	0,39	0,34	0,33

**CUADRO IV.4.2.3-9**  
**DURACIÓN GENERAL DE LOS CAUDALES MEDIOS ANUALES, ESTACIONALES Y**  
**MENSUALES - RÍO MAPOCHO EN LOS ALMENDROS**

PROBABILIDAD DE EXCEDENCIA	Q (m3/s)			
	ANUALES ABR-MAR	ESTACIONALES ABR-SEP      OCT-MAR		MENSUALES
5	14,17	8,88	20,09	20,45
20	8,92	5,81	12,13	9,40
50	5,49	3,71	7,16	4,12
80	3,39	2,38	4,23	2,13
90	2,63	1,88	3,21	1,60

**CUADRO IV.4.2.3-10**  
**VARIACIÓN ESTACIONAL - RÍO MAPOCHO EN LOS ALMENDROS**

PROBABILIDAD DE EXCEDENCIA (%)	Q (m3/s)											
	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR
5	4,02	6,29	14,87	9,72	24,89	18,59	27,98	77,67	63,59	17,60	9,35	5,29
20	2,92	3,89	5,82	5,69	9,35	11,14	16,20	27,56	23,24	10,73	6,33	3,87
50	2,09	2,36	2,17	3,24	3,35	6,51	9,14	9,31	8,10	6,40	4,20	2,79
80	1,50	1,43	0,81	1,85	1,20	3,81	5,16	3,15	2,82	3,82	2,79	2,01
90	1,25	1,10	0,49	1,38	0,70	2,88	3,82	1,78	1,63	2,92	2,25	1,70

CUADRO IV.4.2.3-11  
DURACIÓN GENERAL DE LOS CAUDALES MEDIOS ANUALES, ESTACIONALES Y MENSUALES - ESTERO PUANGUE EN BOQUERÓN

PROBABILIDAD DE EXCEDENCIA	Q (m <sup>3</sup> /s)				
	ANUALES ABR-MAR	ESTACIONALES ABR-SEP		OCT-MAR	MENSUALES
5	4,12	8,72		0,43	4,19
20	1,45	2,75		0,21	0,69
50	0,49	0,82		0,10	0,08
80	0,16	0,24		0,05	0,03
90	0,09	0,13		0,04	0,02

CUADRO IV.4.2.3-12  
VARIACIÓN ESTACIONAL - ESTERO PUANGUE EN BOQUERÓN

PROBABILIDAD DE EXCEDENCIA (%)	Q (m <sup>3</sup> /s)											
	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR
5	0,04	0,38	9,03	25,35	14,28	5,01	1,75	0,52	0,18	0,15	0,09	0,07
20	0,03	0,13	1,75	5,70	4,07	1,81	0,75	0,28	0,11	0,08	0,05	0,04
50	0,02	0,04	0,31	1,20	1,09	0,62	0,31	0,14	0,07	0,04	0,03	0,02
80	0,01	0,01	0,06	0,25	0,29	0,21	0,13	0,07	0,04	0,02	0,02	0,01
90	0,01	0,01	0,02	0,11	0,15	0,12	0,08	0,05	0,03	0,02	0,01	0,01

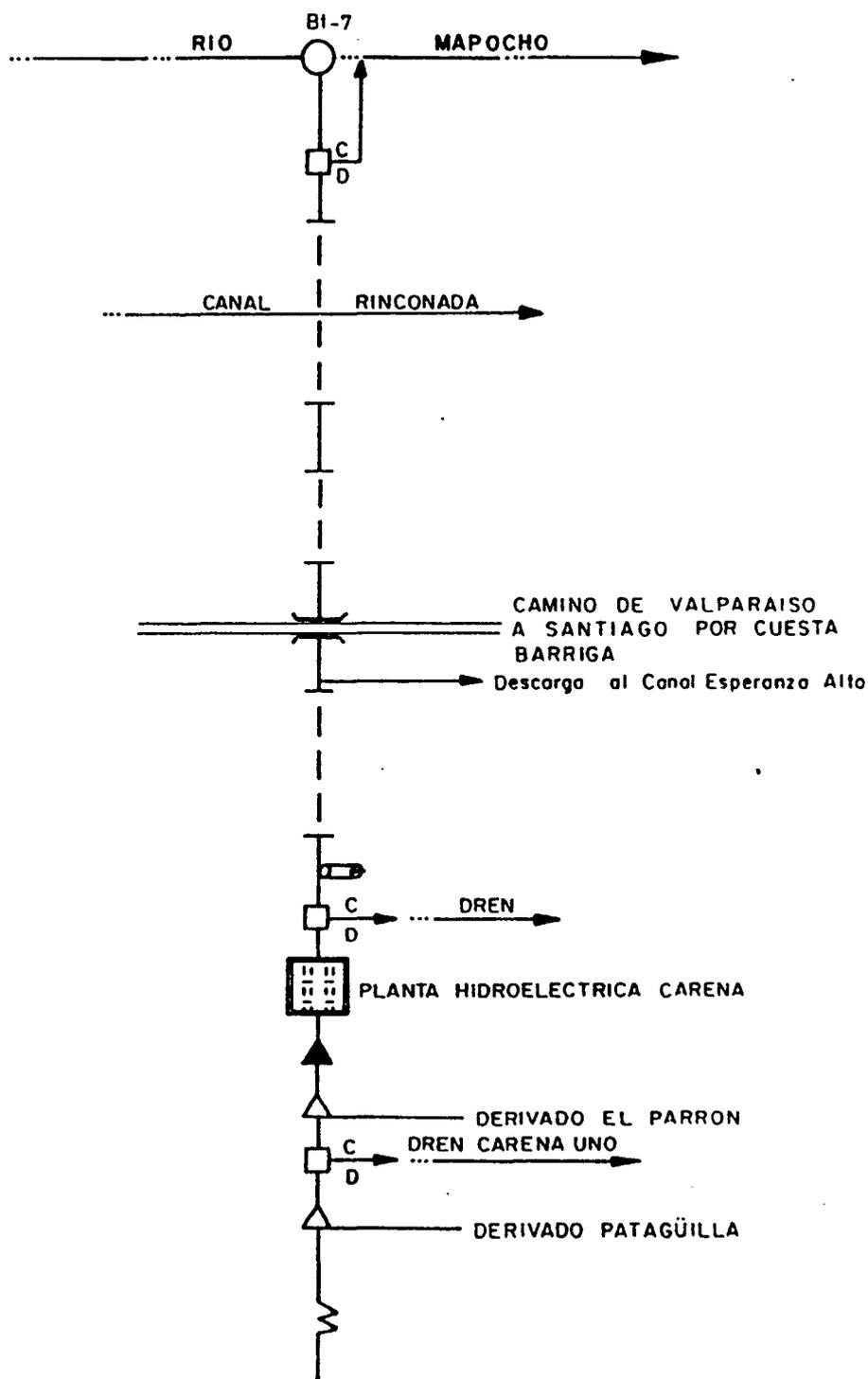
CUADRO IV.4.3-13  
DURACIÓN GENERAL DE LOS CAUDALES MEDIOS ANUALES, ESTACIONALES Y MENSUALES - RÍO MAPOCHO EN RINCONADA DE MAIPÚ

PROBABILIDAD DE EXCEDENCIA	Q (m <sup>3</sup> /s)				
	ANUALES ABR-MAR	ESTACIONALES ABR-SEP		OCT-MAR	MENSUALES
5	46,06	292,77		260,06	50,86
20	30,28	191,78		177,03	32,74
50	22,33	153,20		114,77	19,88
80	15,32	106,67		69,59	12,51
90	12,39	84,54		52,87	9,59

CUADRO IV.4.2.3-14  
VARIACIÓN ESTACIONAL - RÍO MAPOCHO EN RINCONADA DE MAIPÚ

PROBABILIDAD DE EXCEDENCIA (%)	Q (m <sup>3</sup> /s)											
	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR
5	27,97	36,16	45,46	75,44	71,57	63,07	52,63	52,72	58,43	39,12	35,32	45,57
20	20,45	25,00	35,05	48,13	38,82	37,11	34,90	35,89	38,38	25,78	23,89	21,11
50	15,16	18,60	25,78	32,26	25,98	22,29	21,40	22,65	20,79	17,49	15,50	15,15
80	11,16	14,30	18,21	23,15	17,65	12,09	10,18	12,62	11,32	12,43	10,04	10,74
90	8,81	12,21	14,70	19,77	12,94	8,30	6,35	7,80	7,01	10,49	8,39	9,19

# CANAL LAS MERCEDES



PROYECTO:

PROYECTO SANTIAGO SUR - CNR  
REGIÓN METROPOLITANA

ESQUEMA CANAL  
LAS MERCEDES

FECHA

1998

ESCALA

S/E

FIGURA

IV.4.2.3-1

CUADRO IV.4.2.3-15  
CAUDALES MEDIOS MENSUALES CENTRAL CARENA

AÑO	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Prom.
1975	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2
1976	10,2	10,2	10,2	8,8	9,7	10,2	10,2	10,2	8,3	10,2	10,2	10,2	9,9
1977	10,2	10,2	8,8	7,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	9,8
1978	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2
1979	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2
1980	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2
1981	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2
1982	10,2	10,2	10,2	9,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,1
1983	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2
1984	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2
1985	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2
1986	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2
1987	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2
1988	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2
1989	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2
1990	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2
1991	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2
1992	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2
1993	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2
1994	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2
1995	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2
1996	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2
Promedio	10,2	10,2	10,14	9,955	10,18	10,2	10,2	10,2	10,11	10,2	10,2	10,2	10,16
Máximo	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2
Mínimo	10,2	10,2	8,8	7,2	9,7	10,2	10,2	10,2	8,3	10,2	10,2	10,2	9,8

### IV.4.3 HIDROGEOLOGÍA

#### IV.4.3.1 Introducción

La zona de estudio se encuentra en la hoya hidrográfica del estero Puangue, ubicado en la provincia de Melipilla, Región Metropolitana, que constituye una parte importante de la llamada Hoya Inferior del río Maipo. Esta se desarrolla en la Cordillera de la Costa entre los 33° 05' y los 33° 44' de latitud sur y entre los 70° 59' y 71° 29' longitud oeste, siendo su área total de 1.612 km<sup>2</sup>. El estero Puangue desemboca en el río Maipo, cerca de Huechún Bajo.

Según la división política administrativa del país, la hoya en estudio comprende las comunas de Curacaví, María Pinto y parte de Melipilla.

La región del proyecto forma parte de la cordillera de la Costa en la que el estero Puangue posee un papel de primera importancia en relación a las características geomorfológicas regionales.

En efecto, de acuerdo con Borde (1966), el valle del Puangue puede considerarse como el límite natural entre dos subcordilleras que se constituyen en la región la Cordillera de la Costa. En efecto, el valle del estero del Puangue deja hacia Santiago la Subcordillera Oriental (Cerro del Manzano, Alto de Lipanguí), mientras que hacia la costa delimita a la Subcordillera Occidental cuyo punto culminante es el Cerro Mauco.

Por otra parte, el estero Puangue es el afluente más importante del Río Maipo situado al norte y al poniente de la cuenca de Santiago. Está formado por los esteros Providencia, Los Arrayanes y Los Yuyos; más al sur, en el área de Colliguay, se le une por el poniente, el estero Puangue.

En esta zona se puede observar que los cursos de agua y quebradas no son muy importante en relación a la masa montañosa y a los interfluvios. Las laderas de dichas quebradas son generalmente abruptas, aún cuando la forma de los interfluvios tiende a ser redondeada por efecto de la presencia de un substrato cristalino cubierto generosamente por depósitos coluviales (maicillo) proveniente de la meteorización de las rocas que lo constituyen.

#### IV.4.3.2 Características de la Zona

De acuerdo con las condiciones geográficas, hidrológicas, geológicas e hidrogeológicas de la cuenca se pueden distinguir tres zonas fundamentales:

- Zona del Puangue Superior
- Zona del Puangue Medio
- Zona del Puangue Inferior

Las características de estas zonas son las siguientes:

a) Zona del Puangue Superior

Incluye el área comprendida entre el nacimiento del estero Puangue hasta su confluencia con el estero Cuyuncaví, en el pueblo de Curacaví. Forma parte de este sistema las sub-hoyas de los esteros Puangue, Carén, Zapata y Cuyuncaví. La superficie de esta cuenca es de 535 km<sup>2</sup>.

El área de la zona, ubicada entre el nacimiento de la cuenca y la estación fluviométrica de Puangue en Boquerón es de 137 km<sup>2</sup>.

Una parte reducida de esta zona se sirve con agua proveniente de la cuenca mencionada, disponiendo de este recurso para riego, sin regular, durante los meses de primavera y escasamente en verano.

b) Zona del Puangue Medio

Está comprendida entre el término de la zona superior y el puente Chorombo, sobre el estero Puangue. La superficie de esta cuenca es de 742 km<sup>2</sup>.

Esta zona dispone de agua para riego el recurso proveniente del estero Puangue y el Canal de Las Mercedes, el cual deriva del río Mapocho un caudal máximo del orden de 10 m<sup>3</sup>/s.

c) Zona del Puangue Inferior

Esta zona es la parte final de la cuenca. Es el tramo comprendido entre el término de la zona anterior y la desembocadura del estero Puangue, en el río Maipo. Incluye las sub-hoyas de los esteros de la Higuera (Mallarauco), Peralillo y Huechún. La superficie de la cuenca es de 335 km<sup>2</sup>.

Esta zona es actualmente regada mediante numerosos canales provenientes ya sea del río Mapocho como del río Maipo. Se observa en el curso del estero Puangue un aumento de su caudal en secciones de agua abajo producido por recuperaciones del riego, las cuales provienen de la napa subterránea.

#### IV.4.3.3 Geología y Geomorfología

a) Geología

Según Taylor, las rocas más antiguas en la hoya del Puangue serían de edad jurásica, incluyendo principalmente capas de lavas de andesitas y porfiritas andesíticas intercaladas con todas y brechas volcánicas compactadas, que afloran al noreste de la hoya como también en el sector del nacimiento del Puangue.

Atravesando las rocas jurásicas se encuentran diques y protuberancias de un macizo de roca intrusiva de edad cretácica. Este macizo está compuesto principalmente por

granodiorita, existiendo variaciones locales entre granito alcalino, granito, monzonita cuarcífera, granodiorita y alcanzando hasta diorita. Forma toda la roca basal del Puangue Medio e Inferior.

A mediados del Terciario, las rocas jurásicas y cretácicas fueron rotas en bloques a lo largo de fallas normales en dirección Norte-Sur como es la falla que sigue el valle a lo largo de la falda oriental del cordón de Mauco, en el Puangue Superior. En la localidad de Curacaví existe una desviación hacia el este por el levantamiento posterior del bloque al Sur de la falla que sigue el estero Zapata.

El Puangue forma un gran codo al Este, alrededor de este bloque pero, posteriormente, hacia aguas abajo, parece seguir una línea de debilidad de la costra, que puede estar relacionada con la falla del lado este del cordón del Mauco.

A fines del Terciario, la Cordillera de la Costa sufrió un solevantamiento con respecto al nivel del mar, haciendo que el río Puangue y sus afluentes excavaran sus cauces en las rocas jurásicas y cretácicas, los que fueron bastante más profundos que los actuales niveles de desagüe. Posteriormente, probablemente debido a la subida del nivel del mar o al hundimiento de la cordillera de la Costa, el Puangue y sus afluentes empezaron a rellenar los valles recién excavados con arena, grava y arcilla como también ceniza volcánica en el Puangue Inferior, materiales éstos arrastrados de los terrenos vecinos más altos.

#### b) Rocas Fundamentales

Los cerros y la base fundamental de la región del Puangue sobre la cual descansan los depósitos aluviales, están formados fundamentalmente por rocas del cretácico y del paleozoico.

Entre éstas se destacan el Batolito Central, formado principalmente por granodiorita como también por tonalita y adamelita, que abarca gran parte del Puangue Superior y Medio. Avanzando hacia el sur, en el Puangue Inferior, domina el Batolito de la Costa formado principalmente por tonalita y en menor grado por adamelita y, en la región noreste de la cuenca, se detectan intercalaciones de rocas estratificadas como la Formación Lo Prado, compuesta principalmente por rocas volcánicas silíceas, como también por ignímbritas, lavas y lavas brechosas con intercalaciones de arenisca y calizas marinas fosilíferas. Otras formaciones del tipo anterior en esta zona son, la formación Veta Negra compuesta básicamente de rocas volcánicas andesíticas con intercalaciones de arenisca pardo rojizas continentales y la Formación Las Chilcas compuesta por roca volcánica y sedimentos continentales.

En la zona Suroeste de la cuenca se detectan intercalaciones de rocas metamórficas como la Formación Quintay, formada principalmente por anfibolitas y gneisses.

En el Cuadro IV.4.3.3-1 se consignan las rocas fundamentales existentes en el área del estudio.

#### c) Sedimentos Cuaternarios

Según Karzulovic, se pueden distinguir 6 etapas en el ciclo formativo del relleno sedimentario de la Hoya del Maipo, a saber: Morrena Primera, Aluvial Primero, Morrena Segunda, Aluvial Segundo, Morrena Tercera y Aluvial Moderno.

**CUADRO IV.4.3.3-1  
ROCAS FUNDAMENTALES DE LA REGIÓN DE PUANGUE**

	ROCAS ESTRATIFICADAS	ROCAS INTRUSIVAS
CUATERNARIO	Depósitos aluviales Probable Discordancia Formación Las Chilcas: Roca Volcánica y sedimentos continentales. Formación Veta Negra : Rocas volcánicas, andesitas con intercalaciones de areniscas. Pardo rojizas.	- Batolito Central : Principalmente granodiorita, también tonalita y adamelita.
CRETACICO	Formación Lo Prado : Rocas volcánicas silíceas. Ignimbritas, lavas y lavas brechosas con intercalación de areniscas y calizas marinas. Discordancia	- Batolito de la Costa: Principalmente tonalita, también adamelita y granodiorita.
PALEOZOICO Discordancia Inferida		- Formación Quintay : Basamento metamorfoseo. Principalmente anfíbolitas y gneisses.

i) Morrena Primera

Constituye el primer depósito cuaternario de importancia correspondiendo a los acarreo de una glaciación que fue capaz de cubrir una gran extensión. La Glaciación Primera fue del tipo llamado "de montaña" y consistió en una serie de brazos de hielo que bajaron desde la Cordillera de Los Andes y se abrieron ampliamente en el Valle del Maipo. Uno de estos brazos ocupó la parte inferior del Valle del Puangue llegando hasta la latitud 33° 30' S. Morrenas laterales que fueron depositadas por el hielo se encuentra, según Bruggen, incluso en la Rinconada de Ibacache.

Durante el período de mayor avance el hielo, los desagües de la parte superior del Valle estaban estancados, por lo que se produjo una depositación en aguas tranquilas de arenas y arcillas.

ii) Aluvial Primero

Al haber una variación del clima, el hielo comienza a derretirse. Tanto las aguas provenientes de este derretimiento como aquellas originarias del Puangue que estaba estancadas por los hielos, buscaron salida por las orillas del hielo en retroceso. Estas corrientes formaron

terrazas “kane” de arena y grava, incluyendo piedras pómez, materiales provenientes de la morrena central como también de las laterales.

Parte importante de este aluvial, como también del Segundo y Moderno deben considerarse como glacio-fluvial, ya que son sedimentos de origen glacial rodados por las aguas de los ríos y retransportados por estos hasta un nuevo lugar de depositación.

iii) Morrena Segunda

La glaciación segunda se caracteriza por el origen volcánico de sus depósitos. Esto se debe a una intensa actividad volcánica caracterizada por lluvias de cenizas y emanaciones de gases donde el derrame de lavas es, por lo general, de poca importancia. Estos depósitos tienen un amplio desarrollo en el curso del Puangue Inferior y alcanzan incluso la zona sur del Puangue Medio, especialmente en la faja de terreno comprendida entre las localidades de Chorombo y Bustamante. Estas cenizas se han detectado al sur de la latitud, entre los 12 y los 18 metro de profundidad. Esto equivaldría a una cota superior aproximada a los 130 m.s.n.m.. Estos depósitos representarían los acarreo de un brazo de hielo del Maipo que avanzó desde la región de Melipilla hasta la zona anteriormente citada.

Los depósitos acumulados en esta etapa, en todo caso, tiene una permeabilidad muy baja debido al gran porcentaje de estas cenizas volcánicas finas, por lo que no son propicios para la formación de zonas acuíferas. Sin embargo, suelen producirse intercalación delgadas de material arenoso, que siendo más permeable permite a veces la extracción de pequeños caudales de aguas subterráneas.

iv) Aluvial Segundo

Gran parte de los materiales depositados en este período debe considerarse como restos de la Morrena Segunda. Así, la morrena basal descubierta fue arrastrada por los desagües restablecidos depositada nuevamente en la zona del Puangue Inferior. Estos depósitos de arena y grava como piedra pómez, están actualmente endurecidos por la precipitación secundaria de silicatos carbonatos, y localmente se les llama “tosca”. En la caída cerca de María Pinto, existe un corte de aproximadamente 10 metros de espesor en estos depósitos, los que se extenderían desde el límite Norte de la lengua de hielo antes descrita hasta cerca de Melipilla por el sur.

v) Morrena Tercera

Los acarreo de la Tercera o Última Glaciación alcanzan cierta magnitud únicamente en la región de la Cordillera Andina, por lo que no afecta al Valle del Puangue.

vi) Aluvial Moderno

Este período continuaría hasta la fecha tendiendo los depósitos su mayor potencia en las cercanías de los cauces actuales. Además se puede observar la gradación sistemática de tamaños, desde los gruesos en la parte alta hasta los finos en las partes más bajas, lo que estaría indicando que no ha habido alteraciones importantes en las condiciones de escurrimiento tranquilo durante este período aluvial.

Según Borde, desde la localidad de María Pinto hacia aguas arriba, emerge de los aluviones de pendiente bastante fuerte, una formación de cenizas volcánicas de superficie horizontal. Fosilizada aguas arriba, ocupa aguas abajo la mayor parte del valle, penetrando aún en las rinconadas, donde desaparece finalmente bajo los depósitos de base de pendiente. La superficie de las cenizas estaría a 150 m.s.n.m.

De acuerdo a la información disponible, se ha determinado el área del relleno sedimentario en base al trazado del contacto entre éste y la roca fundamental. Para tal efecto, se han considerado los diversos estudios hidrogeológicos realizados para las localidades rurales, Instalaciones de Agua Potable Rural del ex SENDOS, Estudio del Proyecto Maipo y los nuevos antecedentes recopilados en terreno.

Las áreas de relleno sedimentario, por zonas del Puangue, se indican en el Cuadro IV.4.3.3-2.

La información relativa al Puangue Superior, que se indica en el cuadro mencionado, se refiere al tramo comprendido entre el estero Puangue y Curacaví, donde existe el relleno de mayor potencia de esta zona.

CUADRO IV.4.3.3-2  
AREAS DE RELLENO SEDIMENTARIO

ZONA	SUP. TOTAL km.	SUP. RELLENO SEDIMENTARIO km	% SUP. TOTAL
Puangue Superior	236	67	28
Puangue Medio	742	241	32
Puangue Inferior	335	168	50

Se puede suponer que el Puangue Superior, ya sea por levantamiento con respecto a las zonas hacia aguas abajo del mismo o simplemente en un proceso de restablecimiento de su perfil de equilibrio, encajonó profundamente sus cauces en las rocas fundamentales. Los materiales arrastrados fueron depositados en forma de lengua de aluvión desde estero Carén por el norte hasta los 33° 30' por sur.

#### IV.4.3.4 Uso Actual de las Aguas Subterráneas

##### a) Introducción

En este punto se evalúa el aprovechamiento que se está dando en la actualidad a los recursos de aguas subterráneas en el área de estudio. Para ello se han caracterizado y cuantificado los diferentes usos que se le dan a estos recursos en la zona.

Con este propósito, se ha desarrollado una exhaustiva labor de terreno, en la cual se han encuestado y medido todos los sondeos existentes en el área del proyecto, a fin de establecer

los volúmenes de agua subterránea consumidos en los diversos usos, es decir: riego, agua potable y agua industrial.

Esto es de vital importancia, pues en el último tiempo ha habido un aumento importante en la explotación de aguas subterráneas, principalmente para de riego, y en menor importancia al uso industrial y potable.

b) Catastro Actualizado de Sondajes

Para la confección del catastro de pozos existentes en la zona de estudio, se ha utilizado como información base el catastro disponible en la Dirección General de Aguas, actualizado hasta 1997.

El nuevo catastro incluye un total de 159 sondajes y 39 norias que fueron encuestadas en aquellos sectores en la densidad de pozos era más escasa, los cuales han sido identificados y medidos durante la campaña de terreno desarrollada entre Abril y Mayo de 1997.

En ella se verificó la información existente y se recopiló el máximo posible de antecedentes sobre los nuevos sondajes.

El catastro realizado se presenta en el mismo formato utilizado en el Banco Nacional de Aguas de la DGA. A continuación se describe el significado o contenido de cada columna correspondiente a cada pozo.

- Rol IREN: Corresponde a la ubicación del pozo según coordenadas geográficas, acorde con la nomenclatura de CIREN-CORFO. Latitud y longitud se asignan cada 10 minutos geográficos y dentro de esos cuadrantes se numera el pozo con una letra seguida de números correlativos que se inician con el 1.
- Comuna: Para mejor ubicación se ha preferido escribir el nombre de la Comuna, según codificación CONARA.
- Nombre Predio: Corresponde al nombre del predio o lugar donde se ubica el pozo.
- Propietario: Corresponde al dueño del pozo, que no siempre es el dueño del predio donde éste se ubica.
- Constructor: Indica el nombre de la empresa que perforó el pozo y el número correlativo que lleva en esa empresa.
- Uso: Se distinguen los siguientes casos: R= Regadío, I= Industrial, P= Agua Potable, E= Estudio, O= Observación. Algunos de los pozos son seguidos de un subíndice: AB= Abandonado o SU= Sin uso.
- Cota: Corresponde a la altura, medida en metros sobre el nivel del mar, obtenida por nivelaciones topográficas o interpolaciones en cartografía escala 1:50.000 del I.G.M. o 1:10.000 de la Comisión Nacional de Riego.
- An Qu: Se indica con una letra A aquellos pozos que cuentan con 1 o más análisis físico-químicos de sus aguas.
- Niveles: Indica si el pozo cuenta con mediciones de su nivel estático. Se designa con N aquellos pozos que cuentan con registros de niveles en poder de la D.G.A.
- Prof Perf: Profundidad de perforación del pozo, en metros.
- Prof Habil: Profundidad de habilitación del pozo, en metros.
- Caudal: Caudal máximo obtenido de la prueba de bombeo, al término de la construcción del pozo, en litros por segundo.

- Nivel Dinám: Profundidad del nivel de aguas en el pozo al extraerse el caudal máximo anterior, en metros.
- Nivel Estát: Profundidad del nivel de aguas en el pozo sin extracción de caudal a la fecha de la prueba de bombeo indicada, en metros.
- Fecha Term: Mes y año del término de la construcción del pozo.
- Niveles 1997: Se presenta la profundidad del nivel, ya sea estático y/o dinámico en los pozos catastrados, medida entre Abril y Mayo de 1997.

De acuerdo a la información del catastro, el número total de sondajes se divide según su uso de la siguiente manera:

USO	NÚMERO	PORCENTAJE
Agua Potable	37	23,3
Industrial	14	8,8
Riego	78	49,1
Riego y Potable	14	8,8
Sin Uso	5	3,1
Abandonados	7	4,4
Otros	4	2,5
<b>TOTAL</b>	<b>159</b>	<b>100</b>

La ubicación de los sondajes consignados en el catastro se muestra en el plano general de ubicación, a escala 1:50.000 (Plano IV.4-1). Por otra parte, el catastro se presenta en el Cuadro IV.4.3.4-1.

CUADRO IV.4.3.4-1  
CATASTRO DE SONDAJES

Coordenadas BNA		Coordenadas U.T.M.		Tipo de Captación	Predio	Propietario	Constructor	Nº	Fecha de Término	Profundidad		Acuíferos		Q	Prueba de Bombeo			Fecha	Uso	Cota	Situación a Abr'97		
		Norte	Este							Perf.	Hábil	Desde	Hasta		Dep.	G.E.	N.E.				Q	N.E.	N.D.
3310-7100	C1*	-----	-----	POZO	Fdo.Alhué	Jorge Lasserre	CORFO	125	25/9/54	57,5	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
3310-7100	C7	6.311.515	302.020	POZO	Criadero Puangue	Agric. Pollos King	-----	---	1992	35	35	---	---	12,9	---	---	---	---	I	246,0	4,0	8,70	11,24
3310-7100	C8	6.315.045	302,590	POZO	Sta. Mónica	Patricio López F.	P.L.F.	---	1995	27	27	---	---	---	---	---	---	S.U	240,0	1,5	4,40	---	
3310-7100	C9	6.315.147	302,762	POZO	Sta. Mónica	Patricio López F.	P.L.F.	---	1996	35	35	---	---	20	---	---	---	---	R	250,0	---	5,97	---
3310-7100	C10	6.315.140	303,300	POZO	Fdo. El Tranque	Moris Nahmias	P.López	---	1996	32	32	---	---	---	---	---	---	---	R	240,0	---	6,39	---
3310-7100	C11*	6.310.900	301.900	POZO	Fdo. Alhué	Jorge Lasserre	CELZAC	1425	-----	65,0	63	15	20	5,4	40,57	0,13	6,2	---	---	235,0	---	---	---
3310-7100	C12*	6.310.300	301.800	POZO	Fdo. Alhué	Jorge Lasserre	CELZAC	1390	8/11/75	34,0	34	12	16	8	4,7	1,70	3,6	9/11/75	---	226,0	---	---	---
3320-7050	C1	6.293.010	316.450	POZO	Fundo Lo Prado	Emilio Madrid	-----	---	1/9/96	30	24	---	---	5	---	---	---	---	R	223,0	5	14	---
3320-7050	C2	6.293.430	315.600	POZO	Fundo Lo Prado	Emilio Madrid	-----	---	1/4/97	20	---	---	---	---	---	---	---	---	R	206,0	---	2,4	---
3320-7100	A1	6.305.098	299.402	POZO	Hda. Curacavi	Guillermo Barros E	D.Riego	---	6/9/57	62	53,6	---	---	53	9,4	5,6	1,8	---	R	215,0	---	---	---
3320-7100	A2	6.304.846	298.899	POZO	Hda. Curacavi	Guillermo Barros E	D.Riego	---	20/2/57	---	---	---	---	20	5,0	4,00	3	---	R	210,7	---	---	---
3320-7100	A3	6.304.702	299,631	POZO	Hda. Curacavi	Guillermo Barros E	CORFO	28	16/4/51	66	57,1	51,1	57	34,7	2,5	13,8	3,0	14/04/51	R	210,0	---	5,22	---
3320-7100	A4	6.304.625	304.110	POZO	Fdo. Cuyuncavi	Hernán Ramírez	-----	---	-----	---	---	---	---	---	---	---	---	---	S.U	265,0	3	14,43	17,29
3320-7100	A5	6.302.520	302.960	POZO	Calle Los Alerces	(en la calle)	CORFO	---	21/11/52	3,2	---	---	---	---	---	---	---	---	AB	200,7	---	---	---
3320-7100	A6	6.302.086	302.606	POZO	Finca Santa Rosa	Juan Basso	Agrosonda	---	-----	---	---	---	---	---	---	---	---	---	R	192,0	---	---	---
3320-7100	A7*	6.302.150	300.650	POZO	Curacavi	EMOS S.A	CELZAC	599	23/7/63	37,5	15	---	---	27	11	2,4	2,4	---	P	250,0	16	4,20	7,60
3320-7100	A8*	6.301.350	300.800	POZO	Estero Puangue	-----	D. Riego	---	30/11/68	37,9	---	---	---	20	20,59	0,97	3,45	---	-----	229,0	---	---	---
3320-7100	A9	6.309.175	301,413	POZO	Fdo. Alhué	Jorge Lasserre	CELZAC	580	-----	11,0	11,0	6,0	11,0	---	---	---	---	---	R	217,0	15	8,87	10,27
3320-7100	A10	6.308.262	301,187	POZO	Fdo. Alhué	Jorge Lasserre	CELZAC	534	6/10/64	59,5	20,0	2,0	20,0	32,0	13,8	2,3	3,1	---	R	213,0	5	6,40	8,70
3320-7100	A11	6.308.162	301,482	POZO	Fdo. Alhué	Jorge Lasserre	CELZAC	579	30/10/64	36,0	20,2	6,0	21,0	8,5	13,3	0,6	2,5	---	R	218,0	5	7,92	11,16
3320-7100	A14*	6.302.450	302.750	POZO	Finca Santa Rosa	Juan Basso	CELZAC	---	30/12/68	50	47,5	---	---	11	33,28	0,33	9,5	---	R	191,5	5	9,9	---
3320-7100	A15	6.303.430	302.290	POZO	Cancha Digeder	Municipalidad	D. Riego	---	-----	60	60	---	---	---	---	---	---	---	AB	210,0	---	---	---
3320-7100	A16	6.301.850	303.532	POZO	Fdo. Campo Lindo	EMOS S.A	SAACOL	---	-----	75	75	---	---	---	---	---	---	---	P	180,0	27	3,41	16,0
3320-7100	A17	6.304.235	299,261	POZO	Hda. Curacavi	Guillermo Barros E	CORFO	551	-----	---	---	---	---	---	---	---	---	---	R	208,0	---	4,7	---
3320-7100	A20	6.306.184	300,013	POZO	El Naranjo	Juan Valle Gamboa	-----	---	1994	27	27	---	---	3	---	---	---	---	R	217,0	3	2,47	---
3320-7100	A21	6.308.212	300,555	POZO	El Naranjo	Juan Valle Gamboa	-----	---	1992	38	37	---	---	---	---	---	---	---	R	226,0	0,5	6,7	8,7
3320-7100	A22	6.306.916	300,142	POZO	Parc. Nº 68-69	Agric. Santa Fé	-----	---	1989	26	24	---	---	25,68	---	---	---	---	R	221,0	---	3,67	4,82
3320-7100	A23	6.302.139	298,052	POZO	El Mirador del Valle	Asoc. de Propietarios	-----	---	-----	25	25	---	---	2	---	---	---	---	P	207,0	2	9,90	15,66
3320-7100	A24	6.306.050	300,100	POZO	Fdo. El Naranjo	N.N.	-----	---	-----	---	---	---	---	---	---	---	---	---	R	221,0	---	---	---
3320-7100	A25	6.303.351	299,000	POZO	-----	-----	-----	---	-----	---	---	---	---	---	---	---	---	---	AB	205,0	---	---	---
3320-7100	A26	6.305.523	299,422	POZO	Procampo	Procampo	-----	---	1990	40	40	---	---	18,3	---	---	---	---	R	214,0	15	5,15	---
3320-7100	A27	6.306.077	299,884	POZO	Procampo	Procampo	-----	---	1989	37	37	---	---	36	---	---	---	---	R	216,0	7,05	17,00	---
3320-7100	A28	6.303.401	298,733	POZO	Parc. Nº 20 El Naranjo	Carlos Valdebenito	-----	---	1992	38	38	---	---	27	---	---	---	---	R	205,0	15	6,7	8,85
3320-7100	A29*	6.303.350	298,450	POZO	Lomas de Puangue	Patrimonio Ltda.	-----	---	18/11/93	30	30	---	---	5,7	16,38	0,34	5,86	17/11/93	P	205,0	5,5	7,44	---
3320-7100	A30*	6.303.226	298,400	POZO	Lomas de Puangue	Patrimonio Ltda.	-----	---	15/2/95	30	30	---	---	15	7,63	2	7,15	15/02/95	P	205,0	9	7,30	---
3320-7100	A31	6.302.985	298,428	POZO	Lomas de Curacavi	Inmb. Campolindo	-----	---	-----	39	39	---	---	---	---	---	---	---	P	240,0	39	8,61	---
3320-7100	A33	6.306.650	301.000	POZO	Parc. Nº 12 Alhué	Alejandro Mc Kay	-----	---	1993	23	23	---	---	7	---	---	---	---	R	226,0	7	9,30	10,25
3320-7100	A34	6.301.944	299,350	POZO	Hda. Curacavi	Guillermo Barros E	-----	---	1990	---	---	---	---	---	---	---	---	---	R	198,0	---	5,00	---
3320-7100	A35	6.301.840	299,150	POZO	Hda. Curacavi	Guillermo Barros E	-----	---	-----	---	---	---	---	---	---	---	---	---	R	200,0	30	---	---
3320-7100	A36	6.306.357	301,086	POZO	Parc. Nº 15	Edith Oelckers	-----	---	1990	35	35	---	---	3	---	---	---	---	R	220,0	2	8,86	9,49
3320-7100	A37	6.303.974	302,405	POZO	Parc. Nº 14-15	Juana Subercaseaux	-----	---	1995	35	35	---	---	---	---	---	---	---	P	222,5	---	---	---
3320-7100	A38	6.305.356	304,600	POZO	Fdo. Cuyuncavi	Hernán Ramírez	-----	---	1994	---	---	---	---	---	---	---	---	---	R	280,0	---	---	---
3320-7100	A39	6.301.690	298,400	POZO	Shell Ruta 68	Soc. Turismo Curacavi	-----	---	-----	---	---	---	---	---	---	---	---	---	P	206,0	---	10,82	13,15
3320-7100	A40	6.300.833	298,298	POZO	Criadero Curacavi	Agric. Pollos King	-----	---	1996	66	66	---	---	---	---	---	---	---	I	200,0	---	---	---
3320-7100	A41	6.309.531	301,668	POZO	Criadero Puangue	Agric. Pollos King	-----	---	-----	35	35	---	---	9	---	---	---	---	I	230,0	4	16,47	19,37
3320-7100	A42*	6.300.050	299,880	POZO	Depto. Reproducción	Agric. Pollos King	-----	---	7/6/95	61	60	---	---	14,5	10,16	1,4	11,15	---	I	220,0	---	---	---
3320-7100	A43*	6.301.750	301,130	POZO	Lo Águila	EMOS S.A	-----	---	7/3/91	60	58	---	---	55	14,3	3,84	3,38	9/03/91	P	192,0	27	3,0	5,4
3320-7100	A44	6.300.363	302,034	POZO	-----	-----	-----	---	-----	---	---	---	---	---	---	---	---	---	AB	270,0	---	---	---
3320-7100	A45*	6.301.660	302,290	POZO	Calle Lo Águila c/ Rosas	A.P.R Las Rosas	-----	1447	4/3/81	30	---	---	---	10	0,8	12,5	1,7	24/03/81	P	190,0	4	2,9	2,93
3320-7100	A46*	6.307.805	301,305	POZO	Fdo. Alhué	Jorge Lasserre	CORFO	130	24/11/54	33,4	---	---	---	17	3,6	4,70	4,4	24/10/54	R	224,0	---	---	---
3320-7100	A47	6.306.647	301,010	POZO	Parc. Nº 17	Jorge Lasserre	CELZAC	598	-----	20	20	3,5	13	18	13	1,38	3,5	---	R	228,0	5,0	4,30	6,20
3320-7100	B1	6.301.623	307,046	POZO	-----	Fernando Lira	-----	---	1994	80	80	---	---	---	---	---	---	---	AB	183,5	---	6,80	---
3320-7100	B2*	6.300.260	309,270	POZO	A.P.R Miraflores	EMOS S.A.	Hidrosan	1547	24/9/81	45,0	---	---	---	10	16,69	0,59	0,4	21/09/81	P	177,3	7,0	0,45	8,10

CUADRO IV.4.3.4-1 (Continuación)  
CATASTRO DE SONDAJES

CATASTRO DE NORIA														
Ubicación	Coordenadas U.T.M.		Tipo de Captación	Predio	Propietario	Constructor	Fecha de Término	Profundidad Perf.	Uso	Cota (msnm)	Q (l/s)	N.E. (m)	N.D. (m)	Observaciones
	Norte	Este												
L1	6.314.263	302579	NORIA	Sta. Mónica	Patricio López F.	Dueño	1990	7	R	300,0	2,0	4,87	.....	
L2	6.314.287	302728	NORIA	Sta. Mónica	Patricio López F.	Dueño	1997	8	R	297,6	1,0	2,97	.....	
L3	6.312.356	302569	NORIA	Fdo. El Tranque	Moris Norhmids	Dueño	1996	11,5	P-R	235,0	3,0	6,97	7,2	
L4	6.304.920	298700	NORIA	Lechería	Guillermo Barros	Dueño	1940	12	I	224,0	3,0	8,4	8,62	
L5	6.303.170	299100	NORIA	Parc. N° 9	Mario Yañez	Dueño	.....	8	R	205,0	.....	6,07	.....	
L6	6.303.625	299263	NORIA	Parc. Mirador	Sergio Camus	Dueño	1985	6	R	200,0	3,0	4,6	4,67	
L7	6.301.072	297913	NORIA	Criadero Curacaví	Agric. Pollos King	Dueño	1970	12	I	220,0	2,0	10,90	11,10	Diam. 2,20
L8	6.300.779	301477	NORIA	Parc. 7 Hermanos	Héctor Mac-Vey Silva	Dueño	1990	8,5	R	190,0	3,0	5,07	3,9	
L9	6.300.303	301265	NORIA	Parc. N° 20	N.N.	Dueño	1990	27	R	220,0	.....	0	0	
L10	6.300.446	301339	NORIA	Parc. N° 16	Mario Meser	Dueño	1996	15	R	224,0	.....	14,36	.....	
L11	6.303.371	303021	NORIA	Parc. N° 21	Ernesto Pérez	Dueño	1988	13	R	240,0	0,6	23,28	24	
L12	6.303.306	303107	NORIA	Parc. N° 20	Patricia Farias	Dueño	1988	27	R	225,0	1,0	26,26	27,0	
L13	6.303.605	303187	NORIA	Parc. N° 5	Germán Callejas	Dueño	1988	17	R	250,0	1,0	15,45	15,6	
L14	6.303.624	303195	NORIA	Parc. N° 5	Germán Callejas	Dueño	1992	20	R	250,0	0,6	15,32	.....	
L15	6.303.850	303120	NORIA	Parc. N° 5	Germán Callejas	Dueño	1993	16	R	240,0	2,0	15,16	15,37	
L16	6.304.191	303787	NORIA	Parc. N° 41-42	Nelson Fuentes	Dueño	1990	16,5	R	235,0	1,0	15,47	15,53	
L17	6.299.726	309838	NORIA	Sn. Pedro de Lolenco	Suc. Pedro Valenzuela	Dueño	1975	4,5	I	172,5	1,0	2,80	2,92	Diámetro 1m
L18	6.300.488	308631	NORIA	Las Delicias Miraflores	Juan Canata	Dueño	1993	6	R	177,5	3,0	0,87	1,55	Diámetro 1m
L19	6.296.630	313.122	NORIA	Casa Particular	Hernán López	Dueño	1976	13	P-R	202,5	.....	12,10	.....	
L20	6.296.670	312.412	NORIA	Cumbre Paraiso	Cumbre Paraiso Ltda.	Dueño	1965	4	R	192,5	.....	1,60	.....	
L21	6.293.400	314.950	NORIA	Fdo. Sn. Emilio	Eugenio Arrau	Dueño	1970	10	R	182,5	1	2,80	.....	
L22	6.296.034	309.253	NORIA	Hij. El Alamo N 3	Julio Berdegue	Dueño	1990	4,5	P	168,9	0,5	1,50	.....	
L23	6.296.300	310.312	NORIA	Parcela Sta. Juana	Carlos Román	Dueño	1970	5	P	169,2	0,9	1,10	.....	
L24	6.293.050	311.400	NORIA	El Ajial	Carlos Serrano	Dueño	1960	4	.....	172,5	.....	0,80	.....	
L25	6.294.400	311.600	NORIA	El Olivar	Luis Molina	Dueño	1980	33	P	167,2	1	1,40	.....	
L26	6.393.480	309.720	NORIA	Parc. Los Canelos	Soc. Ag. Los Quillayes	Dueño	1980	26	P	290,0	.....	15,00	.....	
L27	6.305.930	311.366	NORIA	Parc. Los Peques	Pola Grimberg	Dueño	1990	13	P	410,2	.....	10,40	.....	
L28	6.285.280	294.720	NORIA	Calle Calle de Chorombo	Agric. Chorombo Ltda.	Dueño	1/2/89	22,9	I	146,0	2	7,82	.....	
L29	6.284.920	295.100	NORIA	Bio-Bio de Chorombo	Agric. Chorombo Ltda.	Dueño	1/10/91	17,7	I	151,8	.....	11,7	.....	
L30	6.288.720	297.730	NORIA	Parc. Baracaldo Ancoa	Nestor Carrasco	Dueño	1/12/93	19	R	160,0	5	7,5	.....	
L31	6.288.820	297.750	NORIA	Parc. Baracaldo Ancoa	Nestor Carrasco	Dueño	1/12/93	13	R	158,0	2	9,25	.....	
L32	6.292.930	296.900	NORIA	Las Mercedes	Agric. Chorombo Ltda.	Dueño	1/10/80	14	I	180,0	.....	9,95	.....	
L33	6.292.900	296.870	NORIA	Las Mercedes	Agric. Chorombo Ltda.	Dueño	1/10/90	16	I	180,0	.....	11	.....	
L34	6.289.900	305.050	NORIA	Fundo Ranchillo	gric. Sta. Isabel de Puangu	Dueño	1940	20	I	165,0	2,5	8,7	.....	
L35	6.292.160	314.650	NORIA	Parc.49 La Pataguilla	Manuel Velásquez	Dueño	1/2/97	6,5	R	195,0	.....	1	.....	
L36	6.291.350	314.670	NORIA	Parc. Sta. Inés	Adan Orrego	Dueño	1/2/97	6	R	201,0	.....	1,2	.....	
L37	6.292.640	313.120	NORIA	Fundo Sta. Inés	Guillermo Jiménez	Dueño	1/10/96	3,2	I-O	183,0	19	1,4	2,2	
L38	6.292.570	312.910	NORIA	Fundo Sta. Inés	Guillermo Jiménez	Dueño	1/1/91	6	I-O	183,0	10	2,1	3,1	
L39	6.299.154	312.880	NORIA	Parc.34H San Pastor	Claudina Figueroa	Dueño	1994	46,0	R	212,0	30,5	.....	.....	

CUADRO IV.4.3.4-1 (Continuación)  
CATASTRO DE SONDAJES

Coordenadas BNA	Coordenadas U.T.M. Norte	Coordenadas U.T.M. Este	Tipo de Captación	Predio	Propietario	Constructor	N°	Fecha de Término	Profundidad		Acuíferos		Q	Prueba de Bombeo			Fecha	Uso	Cota	Situación a Abr'97			
									Perf.	Hábil	Desde	Hasta		Dep.	G.E.	N.E.				Q	N.E.	N.D.	
3320-7100	D44	6.291.400	307.110	POZO	Fundo Santa Teresa	Soc.Agric.y Gan.Huechún Ltda	Captagua	---	1995	90	---	---	---	---	---	---	---	R	164,5	65	---	---	
3320-7110	B2	6.302.225	296.280	POZO	Fdo. Monterrey	Pedro Arraztoa Larrondo	D. Riego	---	29/12/71	50,0	50	---	---	---	---	---	---	R	225,0	4,0	28,00	39,50	
3320-7110	B3	6.301.800	297.516	POZO	Fdo. Monterrey	Pedro Arraztoa Larrondo	-----	---	1991	52,0	---	---	---	---	---	---	---	R	209,0	14,0	15,15	28,00	
3320-7110	C1	6.292.670	289.410	POZO	A.P.R Ibacache Alto	Emos S.A	CAS	1237	25/8/72	50,0	44,3	8,1	43	8	21	0,38	1,5	31/08/72	R-P	167,0	---	0,80	---
3320-7110	C2	6.292.660	289.430	POZO	A.P.R Ibacache Alto	Emos S.A	-----	---	-----	70,0	---	---	---	---	---	---	---	P	167,0	3,0	1,10	6,7	
3320-7110	C3	6.295.850	287.670	POZO	A.P.R La Palma	Emos S.A	-----	---	1994	40,0	---	---	---	---	---	---	---	P	183,0	---	4,5	---	
3320-7110	C4	6.297.630	285.970	POZO	Cabilolén	René Araya	A. Cruzat	---	1/10/96	30,0	---	---	---	---	---	---	---	R	208,0	---	3,4	---	
3320-7110	C5	6.297.650	285.860	POZO	Cabilolén-Hijuela 2	René Araya	A. Cruzat	---	1/10/96	30,0	---	---	---	---	---	---	---	R	208,5	---	3,2	---	
3320-7110	C6	2.698.360	285.560	POZO	Parc.Nº3 - Ibacache	Peter Dejonger	L. Arevalo	---	1/4/96	28,0	20,0	---	---	---	---	---	---	R	210,0	4,0	7,0	14,5	
3320-7110	D1	6.293.230	292.500	POZO	El Guindo	Agrícola Chorombo Ltda.	-----	---	1/5/96	29	---	---	---	---	---	---	---	I-O	178,0	4	---	13,6	
3320-7110	D2	6.293.500	293.590	POZO	El Guindo	Agrícola Chorombo Ltda.	-----	---	1/2/95	36	34	---	---	---	---	---	---	I-O	185,0	3,5	---	28,5	
3320-7110	D3	6.293.160	293.700	POZO	El Guindo	Agrícola Chorombo Ltda.	-----	---	1/1/97	50	48	---	---	---	---	---	---	I-O	178,0	11	8	---	
3320-7110	D4	6.292.730	293.700	POZO	La Engordita	Antonio Covarrubias	-----	---	1/3/97	54	---	---	---	---	---	---	---	R	172,5	25	3,7	---	
3320-7110	D5	6.293.190	294.830	POZO	La Engordita	Antonio Covarrubias	-----	---	1/3/97	41	---	---	---	---	---	---	---	R	182,5	---	3,6	---	
3320-7110	D6	6.292.390	297.120	POZO	A.P.R Las Mercedes	EMOS S.A	-----	---	1/10/84	33	13	---	---	---	---	---	---	P	168,7	5	---	6,9	
3330-7050	A1	6.290.800	315.830	POZO	Parc.78 La Pataguilla	Manuel Mauriciano	-----	---	1/5/96	50	---	---	---	---	---	---	---	R	214,0	12	7,5	---	
3330-7050	A2*	6.290.620	315.710	POZO	Parc. La Pataguilla	EMOS A.P.R. Sta. Inés	CELZAC	1612	17/1/84	30	---	---	---	15	12,3	1,22	4,15	16/01/84	P	215,0	8	8,1	12,2
3330-7050	A3	6.290.210	315.790	POZO	Parc.5 La Pataguilla	Manuel Mauriciano	-----	---	1/6/96	45	---	---	---	---	---	---	---	R-P	222,5	---	14	---	
3330-7050	A4	6.290.640	315.980	POZO	Parc.76 La Pataguilla	Angello Morchio Alonso	-----	---	1/2/95	31	---	---	---	---	---	---	---	R-P	216,5	---	10	---	
3330-7050	A5	6.289.140	318.120	POZO	Planta Carena	Empresa C.M.P.C	-----	---	1991	60	---	---	---	13	---	---	---	P	380,0	13	33	50	
3330-7100	A1	6.290.220	302.790	POZO	Fundo Baracaldo	Victor Braun	CORFO	329	4/9/59	84,8	80	30	34	42	30,5	1,3	-0,2	28/08/59	R	155,0	---	2,5	---
3330-7100	A2	6.289.800	302.920	POZO	Sitio EMOS Mª Pinto	EMOS	SELZAC	706	5/1/66	80	67,5	55,5	67,5	5	60,8	0,08	0,7	3/01/66	P	157,0	---	1,6	---
3330-7100	A3*	6.290.000	302.900	POZO	A.P.R Mª Pinto	Emos S.A	SAACOL	1685	1/9/85	50	---	---	---	15	20,81	0,72	0,7	14/09/85	P	156,0	---	2,5	17
3330-7100	A4	6.290.510	300.830	POZO	A.P.R Rosario	Emos S.A	-----	---	1985	60,0	---	---	---	---	---	---	---	P	154,0	---	---	---	
3330-7100	A5	6.290.620	301.050	POZO	Fundo Rosario	Rodrigo Garcés	SAACOL	---	1988	65	60	---	---	---	---	---	---	R	152,0	---	0,7	---	
3330-7100	A6	6.290.350	304.200	POZO	La Finca San Pedro	Soc.Agrícola Dos Ltda.	Acuadril	---	1/6/89	65	60	---	---	---	---	---	---	R	156,0	---	Surg.	---	
3330-7100	A7	6.290.120	304.530	POZO	Parc. s/n María Pinto	Mario Madrid Cerda	Acuadril	---	1/6/95	35	30	---	---	---	---	---	---	R-P	159,0	3	4,1	---	
3330-7100	B1	6.291.620	311.230	POZO	Parc.28 El Ajial	Mario Martínez	-----	---	1987	40	32	---	---	---	---	---	---	R	182,0	---	6,59	---	
3330-7100	B2	6.291.880	310.900	POZO	Parc. 22 El Ajial	Maximiliano Melotti	-----	---	1987	40	---	---	---	---	---	---	---	R	178,0	14	2,62	---	
3330-7100	B3	6.291.190	311.210	POZO	Parc.25 El Ajial	Agrícola Pollos King S.A.	Unimatic	---	1/1/95	60	---	---	---	---	---	---	---	P-O	195,0	---	---	---	
3330-7100	B4	6.291.610	311.420	POZO	Parc.27 y 29 El Ajial	Oswaldo Labarca	-----	---	1989	20	---	---	---	---	---	---	---	P	184,0	2	7,9	---	
3330-7100	B5	6.291.310	311.420	POZO	Parc.27 y 29 El Ajial	Oswaldo Labarca	-----	---	1988	40	---	---	---	---	---	---	---	P-R	192,5	---	13,5	---	
3330-7100	B6	6.291.420	313.530	POZO	Parc.32 Sta.Paula / Inés	Luis Carreño	-----	---	1990	45	40	---	---	12	---	---	---	R	202,5	12	7,2	---	
3330-7100	B7	6.291.030	314.190	POZO	Parc.40 Sta. Inés	Erwin Caro	-----	---	1992	37	35	---	---	---	---	---	---	R	209,0	---	8,5	---	
3330-7100	B8	6.290.500	314.700	POZO	Parc.40 Sta. Inés	Fundación Andes	Son.San Pedro	---	1/3/97	60	---	---	---	---	---	---	---	P-R	214,5	---	17,5	---	
3330-7100	B9	6.290.500	314.520	POZO	Parc.40 Sta. Inés	Fundación Andes	-----	---	1/5/97	50	---	---	---	---	---	---	---	P-R	217,5	---	18,5	---	
3330-7100	B10	6.290.850	314.150	POZO	Sitio 32 Sta Inés	Guy Barroilhet Sánchez	-----	---	1995	42	40	---	---	2	---	---	---	P	213,0	2	11,5	---	
3330-7110	B1	6.283.910	294.930	POZO	A.P.R Bollenar	Emos S.A	CORFO	666	24/7/67	61,0	60,5	44	60,5	10	34	0,3	6,2	24/07/67	P	151,0	---	---	39,50
3330-7110	B2	6.287.710	297.290	POZO	Fundo Baracaldo	Agrícola Ariztia Ltda.	SAACOL	---	1/7/79	---	---	---	---	---	---	---	---	P-AI	160,5	---	0,70	---	
3330-7110	B3	6.287.970	296.990	POZO	Fundo Baracaldo	Agrícola Ariztia Ltda.	SAACOL	---	1/7/79	---	---	---	---	---	---	---	---	P-AI	154,0	---	2,40	---	
3330-7110	B4	6.288.040	297.060	POZO	Fundo Baracaldo	Agrícola Ariztia Ltda.	SAACOL	579	28/7/79	33,0	25,0	27	23	5	19	0,3	4,5	28/07/79	P-AI	155,0	---	---	11,71
3330-7110	B5	6.285.990	294.840	POZO	Agric. y Com. La Virgen	Mario Ferreti Briones	-----	---	1/3/95	40,0	36,0	---	---	---	---	---	---	P-AI	142,0	8,0	---	5,0	
3330-7110	B6	6.286.920	293.930	POZO	A.P.R Chorombo Bajo	Emos S.A	-----	---	1/2/88	73,0	60,0	---	---	---	---	---	---	P	144,0	---	2,00	18,8	
3330-7110	B7	6.288.430	293.170	POZO	Hacienda Chorombo	Gonzalo Bofill de Caso	-----	---	-----	---	---	---	---	---	---	---	---	P-R	209,0	---	1,5	2,63	
3330-7110	B8	6.290.770	295.210	POZO	Parc. 47B Las Mercedes	Comunidad Las Mercedes	INDAP	---	1/10/95	60	---	---	---	---	---	---	---	I-O	152,0	---	2	---	
3330-7110	B9	6.290.810	294.750	POZO	Parc. 47A Las Mercedes	Comunidad Las Mercedes	INDAP	---	1/10/95	100	---	---	---	---	---	---	---	R	156,0	---	6,3	---	
3330-7110	B10	6.291.220	295.770	POZO	Parcela Las Mercedes	Hernán Caramoli	-----	---	1/6/96	64	---	---	---	---	---	---	---	R	156,0	---	2	---	

CUADRO IV.4.3.4-1 (Continuación)  
CATASTRO DE SONDAJES

Coordenadas BNA		Coordenadas U.T.M.		Tipo de Captación	Predio	Propietario	Constructor	Nº	Fecha de Término	Profundidad		Acuíferos		Q	Prueba de Bombeo			Fecha	Uso	Cota	Situación a Abr'97		
		Norte	Este							Perf.	Hábil	Desde	Hasta		Dep.	G.E.	N.E.				Q	N.E.	N.D.
3320-7100	B3	6.300.276	312.635	POZO	Parc.6B Sn. Pastor	James Wells M.	Sond. C.P.A	---	1993	70.0	---	---	---	1,5	---	---	---	1993	P	214,0	---	---	---
3320-7100	C2	6.293.584	305.630	POZO	Fundo Los Pozos	Enrique Budge	SACO	275	11/4/58	57.5	50,5	42	46,5	150	12,4	12	1,1	10/04/58	R	165,2	---	1,68	---
3320-7100	C3	6.293.858	304.546	POZO	Sta. Emilia	Parceleros Sta. Emilia	SACO	368	4/2/70	80.5	80,0	29	77	76	15,7	4,8	1,8	3/02/70	R	164,0	---	---	---
3320-7100	C4	6.294.412	305.337	POZO	Fundo Los Pozos	Enrique Budge	CAS	452	1/12/73	78	78	38	51	80	8,7	9,1	2,5	6/12/73	R	166,5	---	---	---
3320-7100	C5	6.292.541	306.004	POZO	Agrícola Nacional	Agrícola Nacional	SAACOL	1206	1971	90	90	---	---	60	---	---	---	---	R	164,3	60	---	---
3320-7100	C6	6.292.313	302.967	POZO	Fdo. La Tranquera	A. Baldrich	SAACOL	500	25/6/76	93	93	16	21	70,0	7,0	10,00	Surg.	29/06/76	P	159,5	70,00	Surg.	---
3320-7100	C7	6.299.893	300.109	POZO	Chayaco	Agric. Pollos King	---	---	---	35	35	---	---	20,0	---	---	---	---	I	225,0	2	20,40	20,90
3320-7100	C8*	6.299.951	299.053	POZO	V.T.R.	V.T.R.	C.P.A	1013	30/6/92	30	---	---	---	2,2	5,62	0,4	21,22	30/06/92	P	228,0	2	26,84	---
3320-7100	C9*	6.293.458	305.154	POZO	Fundo Los Pozos	Parceleros Sta. Emilia	Hidromatic	168	12/7/94	80	80	---	---	91	9,6	9,4	2,2	---	R	165,1	91	---	---
3320-7100	C10	6.294.780	303.900	POZO	Parc. 16 Sta. Emilia	Agric. Sta. Marta	Captagua	---	1980	50	---	---	---	---	---	---	---	1980	R	169,3	---	7,64	15,60
3320-7100	C11	6.294.785	303.780	POZO	Vista al Valle de Mª Pint	Ricardo Brinckmann	Captagua	---	1995	54.0	---	---	---	29,0	---	---	---	1995	P	169,4	29,0	6,45	---
3320-7100	C12*	6.294.292	304.014	POZO	Sta. Emilia P. 17A	Ricardo Brinckmann	Captagua	---	1995	50.0	---	---	---	9,0	---	---	---	1995	P	165,4	9,0	2,60	---
3320-7100	C14	6.293.138	302.700	POZO	A.P.R. Los Rulos Nº2	EMOS S.A.	SAACOL	1445	7/2/81	67.5	---	---	---	12,9	16,9	0,76	0,15	5/02/81	P	158,7	9,5	SURG.	---
3320-7100	C21	6.294.270	305.581	POZO	Fundo Los Pozos	Enrique Budge	---	---	1994	80	80	---	---	90	---	---	---	---	R	165,1	60	1,6	2,7
3320-7100	C22*	6.295.400	306.650	POZO	A.P.R. Los Rulos Nº1	EMOS S.A.	SAACOL	1446	23/12/80	45.0	---	---	---	9,5	1,3	7,60	2,6	18/12/80	P	169,0	15,0	3,10	---
3320-7100	C23	6.292.670	299.570	POZO	Fundo Santa Anita	Rodrigo Garcés	SAACOL	---	1/10/96	65	60	---	---	---	---	---	---	---	R	178,0	65	---	12,7
3320-7100	C24	6.293.900	299.250	POZO	Fundo Malahue	Rodrigo Garcés	SAACOL	---	1/10/95	65	60	---	---	---	---	---	---	---	R	180,0	50	---	---
3320-7100	C25	6.294.140	299.240	POZO	Fundo Santa Ana	Alberto Kassis Sabag	---	---	1980	80	75	---	---	---	---	---	---	---	R	183,0	43	14,5	---
3320-7100	C26	6.294.387	299.894	POZO	Fdo.Tolhuén Rol 5-31	Friederike Wolkenborn	Arauco I. Ltda.	---	1/9/91	45	40	---	---	---	---	---	---	---	R	192,0	1	26,5	---
3320-7100	C27	6.294.152	299.894	POZO	Fdo.Tolhuén	Friederike Wolkenborn	Arauco I. Ltda.	---	1/9/91	60	---	---	---	---	---	---	---	---	R	188,0	5,5	---	30,4
3320-7100	C28*	6.293.300	302.080	POZO	Fdo El Semillero	Friederike Wolkenborn	Arauco I. Ltda.	---	13/7/91	60	---	---	---	45	39,11	1,15	0	13/07/91	R	159,0	45	0,7	---
3320-7100	C29	6.291.850	300.620	POZO	Reserva El Bosque	Country Club El Bosque	Cruzat	---	1/5/97	70	---	---	---	---	---	---	---	---	R-P	156,0	15	2,2	---
3320-7100	C30	6.291.780	300.870	POZO	Reserva El Bosque	Country Club El Bosque	Cruzat	---	1/5/97	50	---	---	---	---	---	---	---	---	R-P	155,0	31	0,6	---
3320-7100	C31	6.292.710	300.810	POZO	Reserva El Bosque	Country Club El Bosque	Captagua	---	1/10/88	62	---	---	---	---	---	---	---	---	R-P	167,5	9	9	---
3320-7100	C32	6.292.490	300.670	POZO	Reserva El Bosque	Country Club El Bosque	Captagua	---	1960	17	---	---	---	---	---	---	---	---	R-P	166,0	---	11,4	---
3320-7100	C33	6.292.450	301.160	POZO	Parc. s/n María Pinto	Eliás Jacob Baul	---	---	1/1/96	16	---	---	---	---	---	---	---	---	R-P	160,0	---	4,5	---
3320-7100	C34	6.291.550	304.160	POZO	Hijuela 8 Sta. Isabel	Agric. Sta. Isabel de Puangue	---	---	1994	80	---	---	---	---	---	---	---	---	R	158,0	100	0,55	---
3320-7100	D1	6.293.080	306.550	POZO	Asent. El Parrón	---	CORFO	311	9/5/59	98.2	---	---	---	75,0	48,9	1,53	2,5	6/04/59	AB	166,0	---	---	---
3320-7100	D2	6.293.010	307.500	POZO	Asent. El Parrón	---	CORFO	225	9/12/58	73.0	---	---	---	74,0	28,6	2,59	1,0	3/12/58	AB	167,0	---	---	---
3320-7100	D3	6.294.010	308.450	POZO	Fdo. San Nicolás	Andrés Joannon	CELZAC	468	1963	78.0	---	---	---	31,0	---	---	---	1963	R	167,5	47,0	4,50	---
3320-7100	D4*	6.299.388	310.625	POZO	Fundo Lolenco	Mª Isabel Valenzuela	CELZAC	1288	22/11/73	44	44	40	44	16	19,92	0,8	7,6	---	R	187,5	16	8,38	9,00
3320-7100	D5	6.295.198	307.230	POZO	Fundo Los Rulos	Alberto Guzmán R.	SACO	1253	---	---	---	---	---	30	23,2	1,2	3,7	21/12/72	SU	170,0	---	4,8	---
3320-7100	D6	6.293.477	307.566	POZO	Agrícola Nacional	Agrícola Nacional	SAACOL	457	1/5/74	90	90	61	66	70	15,3	4,5	2,2	4/05/74	R	167,5	50	---	---
3320-7100	D7	6.291.300	307.350	POZO	Fundo Santa Teresa	Soc.Agric.y Gan.Huechún Ltda	SAACOL	---	1979	100	---	---	---	---	---	---	---	---	R	165,0	65	2,9	---
3320-7100	D8	6.291.450	307.630	POZO	Fundo Santa Teresa	Soc.Agric.y Gan.Huechún Ltda	SAACOL	---	1979	100	---	---	---	---	---	---	---	---	R	165,5	---	2,95	---
3320-7100	D9*	6.299.241	311.845	POZO	La Aurora	Asoc. Prop. Aurora de Curac.	C.P.A	---	23/4/91	40	40	---	---	12	6,55	1,83	19,5	22/04/91	P-R	198,7	---	24,38	28,80
3320-7100	D10*	6.299.240	311.847	POZO	La Aurora	Asoc. Prop. Aurora de Curac.	QUINTA	---	30/7/96	45.18	45,18	---	---	14	8,5	1,6	24	30/07/96	P-R	198,2	14	24,04	27,07
3320-7100	D11*	6.299.250	311.700	POZO	Hij. 4º Sn. Pastor	Soc. P. Astorga y Cia.	QUINTA	---	15/1/96	50.0	---	---	---	19,7	7,9	2,50	22,1	15/01/96	P-R	193,2	20,0	24,34	32,60
3320-7100	D12	6.295.203	307.800	POZO	---	Raúl Lagos Muñoz	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	SU	162,0	---	---	---
3320-7100	D13*	6.293.675	306.957	POZO	Agrícola Nacional	Agrícola Nacional	Captagua	---	1994	90	90	---	---	60	---	---	---	---	R	168,8	---	---	---
3320-7100	D14*	6.292.391	306.985	POZO	A.P.R Lo Ovalle	A. P. R Lo Ovalle	Arauco Ing.	1782	8/9/93	80	80	---	---	5	67,5	0,07	2,73	25/09/93	P	165,2	---	2,10	---
3320-7100	D15	6.296.440	311.400	POZO	Fdo. El Sauce	Ricardo Moreno	Hidrosanda	---	1993	50.0	---	---	---	40,0	14,0	2,86	4,0	1993	R	172,4	---	0,60	---
3320-7100	D16	6.296.050	307.700	POZO	El Correcaminos	Soc. Agr.Pinto y Gajardo	Unimatic	---	1/10/94	40.0	---	---	---	---	---	---	---	1/10/94	R	171,0	---	---	---
3320-7100	D28*	6.294.922	308.230	POZO	A.P.R Lo Alvarado	EMOS S.A.	SAACOL	1448	14/12/80	45	---	---	---	11,1	1,7	6,5	2,5	13/12/80	P	168,8	---	3,60	3,70
3320-7100	D29*	6.297.250	311.440	POZO	A.P.R. Cerrillos Nº1	EMOS S.A.	HIDROSAN	1546	30/08/81	45.0	---	---	---	5,3	40,5	0,13	1,3	12/08/81	P	184,1	5,3	1,80	---
3320-7100	D30	6.297.254	311.452	POZO	A.P.R. Cerrillos Nº2	EMOS S.A.	---	---	1997	75.0	---	---	---	8,5	---	---	---	---	P	184,6	---	1,80	---
3320-7100	D31	6.296.280	311.100	POZO	Fdo. El Sauce	Ricardo Moreno	Hidrosanda	---	1993	50.0	---	---	---	25,0	8,0	3,13	4,0	1993	R	175,5	---	2,20	---
3320-7100	D32	6.296.400	310.950	POZO	Fdo. El Sauce	Pedro Yañez	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	SU	176,0	---	0,95	---
3320-7100	D33	6.295.300	312.750	POZO	Fdo. San Emilio	Eugenio Arrau	---	---	1997	---	---	---	---	---	---	---	---	---	R	177,5	---	---	---
3320-7100	D34	6.295.200	312.600	POZO	Fdo. San Emilio	Eugenio Arrau	---	---	1997	30	---	---	---	20	---	---	---	---	R	174,5	20	---	---
3320-7100	D35	6.299.370	306.220	POZO	Parc. 5 Esc. Chileno	Soc.Agric.King Ltda.	SAACOL	---	1993	35	---	---	---	8	---	---	---	1993	I-P	170,5	---	---	---
3320-7100	D36	6.291.550	307.330	POZO	Fundo Santa Teresa	Soc.Agric.y Gan.Huechún Ltda	Captagua	---	1995	90	---	---	---	---	---	---	---	---	R	165,5	75	2,65	---
3320-7100	D37	6.291.730	307.490	POZO	Fundo Santa Teresa	Soc.Agric.y Gan.Huechún Ltda	Captagua	---	1995	90	---	---	---	---	---	---	---	---	R	166,0	90	---	---
3320-7100	D38	6.291.670	307.090	POZO	Fundo Santa Teresa	Soc.Agric.y Gan.Huechún Ltda	Captagua	---	1995	90	---	---	---	---	---	---	---	---	R	165,0	30	---	---
3320-7100	D39	6.291.450	307.690	POZO	Fundo Santa Teresa	Soc.Agric.y Gan.Huechún Ltda	Captagua	---	1995	90	85	---	---	---	---	---	---	---	R	165,5	4	2,6	---
3320-7100	D40	6.292.620	309.770	POZO	La Laguna	Herm.Misioneras de la Caridad	Raúl Fernández	---	1980	28	8	---	---	---	---	---	---	---	R	166,0	3,5	1	---
3320-7100	D41	6.292.540	309.610	POZO	La Laguna	Herm.Misioneras de la Caridad	Raúl Fernández	---	1980	25	7	---	---	---	---	---	---	---	R-P	168,5	---	2,3	---
3320-7100	D42	6.293.199	307.735	POZO	La Higuera	Jovita Sagredo	---	---	1990	30.8	---	---	---	18	---	---	---	---	R	167,5	---	1,80	---
3320-7100	D43	6.293.800	314.777	POZO	Fdo. San Emilio	Eugenio Arrau	---	---	1997	40	---	---	---	15	---	---	---	---	R	180,0	15	2,28	---

c) Uso de las Aguas subterráneas

El uso del recurso con fines de regadío, es claramente el más intensivo. Le sigue en importancia el uso potable, especialmente en las zonas rurales que se abastecen por medio de pozos (Agua Potable Rural de la EMOS S.A.). Finalmente está el uso industrial en algunas empresas de la zona, especialmente en empresas del rubro agroindustrial.

Cabe destacar además, que debido al cambio de uso del suelo netamente agrícola en terrenos que se han destinado a parcelas residenciales, la demanda por riego ha disminuido en algunos sectores.

i) Agua Potable

En el Cuadro IV.4.3.4-2 se presenta un resumen con los pozos que son utilizados para agua potable, además del volumen promedio extraído diariamente desde cada uno de ellos.

ii) Regadío

La explotación del recurso subterráneo con fines agrícolas es la más alta de la zona, a pesar que se utilizan para este objeto recursos superficiales; sin embargo, como es sabido dichos recursos, por ser fundamentalmente aguas de mala calidad, las cuales dejan mucho que desear desde el punto de vista sanitario.

En el Cuadro IV.4.3.4-3 se presenta un resumen con los pozos que son utilizados para regadío, además del volumen diario extraído desde cada uno de ellos, en promedio.

iii) Agua Industrial

En el Cuadro IV.4.3.4-4 se presenta un resumen de los pozos que son utilizados con fines industriales, y también sus volúmenes promedio de extracción diaria.

CUADRO IV.4.3.4-2  
 SONDAJES PARA USO POTABLE

Coordenadas BNA		Predio	Propietario	Q (l/s)	Fecha	Situación a Abr'97		
						Q (l/s)	N.E. (m)	N.D. (m)
3320-7100	A7*	Curacaví	EMOS S.A	27	---	16	4,20	7,60
3320-7100	A16	Fdo. Campo Lindo	EMOS S.A	---	---	27	3,41	16,0
3320-7100	A23	El Mirador del Valle	Asoc. de Propietarios	2	---	2	9,90	15,66
3320-7100	A29*	Lomas de Puangue	Patrimonio Ltda.	5,7	17/11/93	5,5	7,44	---
3320-7100	A30*	Lomas de Puangue	Patrimonio Ltda.	15	15/02/95	9	7,30	---
3320-7100	A31	Lomas de Curacaví	Inmb. Campolindo	---	---	39	8,61	---
3320-7100	A37	Parc. N° 14-15	Juana Subercaseaux	---	---	---	---	---
3320-7100	A39	Shell Ruta 68	Soc. Turismo Curacaví	---	---	---	10,82	13,15
3320-7100	A43*	Lo Águila	EMOS S.A	55	9/03/91	27	3,0	5,4
3320-7100	A45*	Calle Lo Águila c/ Rosas	A.P.R Las Rosas	10	24/03/81	4	2,9	2,93
3320-7100	B2*	A.P.R Miraflores	EMOS S.A.	10	21/09/81	7,0	0,45	8,10
3320-7100	B3	Parc.6B Sn. Pastor	James Wells M.	1,5	1993	---	---	---
3320-7100	C6	Fdo. La Tranquera	A. Baldrich	70,0	29/06/76	70,00	Surg.	---
3320-7100	C8*	V.T.R.	V.T.R.	2,2	30/06/92	2	26,84	---
3320-7100	C11	Vista al Valle de M <sup>a</sup> Pinto	Ricardo Brinckmann	29,0	1995	29,0	6,45	---
3320-7100	C12*	Sta. Emilia P. 17A	Ricardo Brinckmann	9,0	1995	9,0	2,60	---
3320-7100	C14	A.P.R. Los Rulos N°2	EMOS S.A.	12,9	5/02/81	9,5	SURG.	---
3320-7100	C22*	A.P.R. Los Rulos N°1	EMOS S.A.	9,5	18/12/80	15,0	3,10	---
3320-7100	D14 *	A.P.R Lo Ovalle	A.P.R Lo Ovalle	5	25/09/93	---	2,10	---
3320-7100	D28*	A.P.R Lo Alvarado	EMOS S.A.	11,1	13/12/80	---	3,60	3,70
3320-7100	D29*	A.P.R. Cerrillos N°1	EMOS S.A.	5,3	12/08/81	5,3	1,80	---
3320-7100	D30	A.P.R. Cerrillos N°2	EMOS S.A.	8,5	---	---	1,80	---
3320-7110	C2	A.P.R Ibacache Alto	EMOS S.A	---	---	3,0	1,10	6,7
3320-7110	C3	A.P.R La Palma	EMOS S.A	---	---	---	4,5	---
3320-7110	D6	A.P.R Las Mercedes	EMOS S.A	---	---	5	---	6,9
3330-7050	A2*	Parc. La Pataguilla	EMOS A.P.R. Sta. Inés	15	16/01/84	8	8,1	12,2
3330-7050	A5	Planta Carena	Empresa C.M.P.C	13	---	13	33	50
3330-7100	A2	Sitio EMOS M <sup>a</sup> Pinto	EMOS	5	3/01/66	---	1,6	---
3330-7100	A3*	A.P.R M <sup>a</sup> Pinto	EMOS S.A	15	14/09/85	---	2,5	17
3330-7100	A4	A.P.R Rosario	EMOS S.A	---	---	---	---	---
3330-7100	B3	Parc.25 El Ajial	Agrícola Pollos King S.A.	---	---	---	---	---
3330-7100	B4	Parc.27 y 29 El Ajial	Oswaldo Labarca	---	---	2	7,9	---
3330-7100	B10	Sitio 32 Sta Inés	Guy Barroilhet Sánchez	2	---	2	11,5	---
3330-7110	B1	A.P.R Bollenar	EMOS S.A	10	24/07/67	---	---	39,50
3330-7110	B6	A.P.R Chorombo Bajo	EMOS S.A	---	---	---	2,00	18,8

CUADRO IV.4.3.4-3  
 SONDAJES PARA USO EN RIEGO

Coordenadas BNA		Predio	Propietario	Q	Fecha	Situación a Abr'97		
						Q	N.E.	N.D.
				(l/s)		(l/s)	(m)	(m)
3310-7100	C9	Sta. Mónica	Patricio López F.	20	---	---	5,97	---
3310-7100	C10	Fdo. El Tranque	Moris Nahmias	---	---	---	6,39	---
3320-7050	C1	Fundo Lo Prado	Emilio Madrid	5	---	5	14	---
3320-7050	C2	Fundo Lo Prado	Emilio Madrid	---	---	---	2,4	---
3320-7100	A1	Hda. Curacaví	Guillermo Barros E	53	---	---	---	---
3320-7100	A2	Hda. Curacaví	Guillermo Barros E	20	---	---	---	---
3320-7100	A3	Hda. Curacaví	Guillermo Barros E	34,7	14/04/51	---	5,22	---
3320-7100	A6	Finca Santa Rosa	Juan Basso	---	---	---	---	---
3320-7100	A9	Fdo. Alhué	Jorge Lasserre	---	---	15	8,87	10,27
3320-7100	A10	Fdo. Alhué	Jorge Lasserre	32,0	---	5	6,40	8,70
3320-7100	A11	Fdo. Alhué	Jorge Lasserre	8,5	---	5	7,92	11,16
3320-7100	A14*	Finca Santa Rosa	Juan Basso	11	---	5	9,9	---
3320-7100	A17	Hda. Curacaví	Guillermo Barros E	---	---	---	4,7	---
3320-7100	A20	El Naranjo	Juan Valle Gamboa	3	---	3	2,47	---
3320-7100	A21	El Naranjo	Juan Valle Gamboa	---	---	0,5	6,7	8,7
3320-7100	A22	Parc. Nº 68-69	Agric. Santa Fé	25,68	---	---	3,67	4,82
3320-7100	A24	Fdo. El Naranjo	N.N.	---	---	---	---	---
3320-7100	A26	Procampo	Procampo	18,3	---	15	5,15	---
3320-7100	A27	Procampo	Procampo	36	---	7,05	17,00	---
3320-7100	A28	Parc. Nº 20 El Naranjo	Carlos Valdebenitó	27	---	15	6,7	8,85
3320-7100	A33	Parc. Nº 12 Alhué	Alejandro Mc Kay	7	---	7	9,30	10,25
3320-7100	A34	Hda. Curacaví	Guillermo Barros E	---	---	---	5,00	---
3320-7100	A35	Hda. Curacaví	Guillermo Barros E	---	---	30	---	---
3320-7100	A36	Parc. Nº 15	Edith Oelckers	3	---	2	8,86	9,49
3320-7100	A38	Fdo. Cuyuncaví	Hernán Ramírez	---	---	---	---	---
3320-7100	A46*	Fdo. Alhué	Jorge Lasserre	17	24/10/54	---	---	---
3320-7100	A47	Parc. Nº 17	Jorge Lasserre	18	---	5,0	4,30	6,20
3320-7100	C2	Fundo Los Pozos	Enrique Budge	150	10/04/58	---	1,68	---
3320-7100	C3	Sta. Emilia	Parceleros Sta. Emilia	76	3/02/70	---	---	---
3320-7100	C4	Fundo Los Pozos	Enrique Budge	80	6/12/73	---	---	---
3320-7100	C5	Agrícola Nacional	Agrícola Nacional	60	---	60	---	---
3320-7100	C9 *	Fundo Los Pozos	Parceleros Sta. Emilia	91	---	91	---	---
3320-7100	C10	Parc. 16 Sta. Emilia	Agric. Sta. Marta	---	1980	---	7,64	15,60
3320-7100	C21	Fundo Los Pozos	Enrique Budge	90	---	60	1,6	2,7
3320-7100	C23	Fundo Santa Anita	Rodrigo Garcés	---	---	65	---	12,7
3320-7100	C24	Fundo Malalhue	Rodrigo Garcés	---	---	50	---	---
3320-7100	C25	Fundo Santa Ana	Alberto Kassis Sabag	---	---	43	14,5	---
3320-7100	C26	Fdo. Tolhuén Rol 5-31	Friederike Wolkienborn	---	---	1	26,5	---
3320-7100	C27	Fdo. Tolhuén	Friederike Wolkienborn	---	---	5,5	---	30,4
3320-7100	C28*	Fdo El Semillero	Friederike Wolkienborn	45	13/07/91	45	0,7	---
3320-7100	C34	Hijuela 8 Sta. Isabel	Agric. Sta. Isabel de Puangue	---	---	100	0,55	---

CUADRO IV.4.3.4-3 (Continuación)  
 SONDAJES PARA USO EN RIEGO

3320-7100	D3	Fdo. San Nicolás	Andrés Joannon	31,0	1963	47,0	4,50	---
3320-7100	D4 *	Fundo Lolenco	M° Isabel Valenzuela	16		16	8,38	9,00
3320-7100	D6	Agrícola Nacional	Agrícola Nacional	70	4/05/74	50	---	---
3320-7100	D7	Fundo Santa Teresa	Soc.Agríc.y Gan.Huechún Ltda.	---	---	65	2,9	---
3320-7100	D8	Fundo Santa Teresa	Soc.Agríc.y Gan.Huechún Ltda.	---	---	---	2,95	---
3320-7100	D13*	Agrícola Nacional	Agrícola Nacional	60	---	---	---	---
3320-7100	D15	Fdo. El Sauce	Ricardo Moreno	40,0	1993	---	0,60	---
3320-7100	D16	El Correcaminos	Soc. Agr.Pinto y Gajardo	---	1/10/94	---	---	---
3320-7100	D31	Fdo. El Sauce	Ricardo Moreno	25,0	1993	---	2,20	---
3320-7100	D33	Fdo. San Emilio	Eugenio Arrau	---	---	---	---	---
3320-7100	D34	Fdo. San Emilio	Eugenio Arrau	20	---	20	---	---
3320-7100	D36	Fundo Santa Teresa	Soc.Agríc.y Gan.Huechún Ltda.	---	---	75	2,65	---
3320-7100	D37	Fundo Santa Teresa	Soc.Agríc.y Gan.Huechún Ltda.	---	---	90	---	---
3320-7100	D38	Fundo Santa Teresa	Soc.Agríc.y Gan.Huechún Ltda.	---	---	30	---	---
3320-7100	D39	Fundo Santa Teresa	Soc.Agríc.y Gan.Huechún Ltda.	---	---	4	2,6	---
3320-7100	D40	La Laguna	Herm.Misioneras de la Caridad	---	---	3,5	1	---
3320-7100	D42	La Higuera	Jovita Sagredo	18	---	---	1,80	---
3320-7100	D43	Fdo. San Emilio	Eugenio Arrau	15	---	15	2,28	---
3320-7100	D44	Fundo Santa Teresa	Soc.Agríc.y Gan.Huechún Ltda.	---	---	65	---	---
3320-7110	B2	Fdo. Monterrey	Pedro Arraztoa Larrondo	---	---	4,0	28,00	39,50
3320-7110	B3	Fdo. Monterrey	Pedro Arraztoa Larrondo	---	---	14,0	15,15	28,00
3320-7110	C4	Cabilolén	René Araya	---	---	---	3,4	---
3320-7110	C5	Cabilolén-Hijuela 2	René Araya	---	---	---	3,2	---
3320-7110	C6	Parc.N°3 - Ibacache	Peter Dejonger	---	---	4,0	7,0	14,5
3320-7110	D4	La Engordita	Antonio Covarrubias	---	---	25	3,7	---
3320-7110	D5	La Engordita	Antonio Covarrubias	---	---	---	3,6	---
3330-7050	A1	Parc.78 La Pataguilla	Manuel Mauriciano	---	---	12	7,5	---
3330-7100	A1	Fundo Baracaldo	Victor Braun	42	28/08/59	---	2,5	---
3330-7100	A5	Fundo Rosario	Rodrigo Garcés	---	---	---	0,7	---
3330-7100	A6	La Finca San Pedro	Soc.Agrícola Dos Ltda.	---	---	---	Surg.	---
3330-7100	B1	Parc.28 El Ajial	Mario Martínez	---	---	---	6,59	---
3330-7100	B2	Parc. 22 El Ajial	Maximiliano Melotti	---	---	14	2,62	---
3330-7100	B6	Parc.32 Sta.Paula / Inés	Luis Carreño	12	---	12	7,2	---
3330-7100	B7	Parc.40 Sta. Inés	Erwin Caro	---	---	---	8,5	---
3330-7110	B9	Parc. 47A Las Mercedes	Comunidad Las Mercedes	---	---	---	6,3	---
3330-7110	B10	Parcela Las Mercedes	Hernán Caramoli	---	---	---	2	---

CUADRO IV.4.3.4-4  
SONDAJES PARA USO INDUSTRIAL

Predio	Propietario	Q (l/s)	Fecha	Uso	Situación a Abr'97		
					Q (l/s)	N.E. (m)	N.D. (m)
Criadero Puangue	Agric. Pollos King	12,9	---	I	4,0	8,70	11,24
Criadero Curacaví	Agric. Pollos King	---	---	I	---	---	---
Criadero Puangue	Agric. Pollos King	9	---	I	4	16,47	19,37
Depto. Reproducción	Agric. Pollos King	14,5	---	I	---	---	---
Chayaco	Agric. Pollos King	20,0	---	I	2	20,40	20,90
Parc. 5 Esc. Chileno	Soc.Agric.King Ltda.	8	1993	I-P	---	---	---
El Guindo	Agrícola Chorombo Ltda.	---	---	I-O	4	---	13,6
El Guindo	Agrícola Chorombo Ltda.	---	---	I-O	3,5	---	28,5
El Guindo	Agrícola Chorombo Ltda.	---	---	I-O	11	8	---
Fundo Baracaldo	Agrícola Ariztía Ltda.	---	---	P-AI	---	0,70	---
Fundo Baracaldo	Agrícola Ariztía Ltda.	---	---	P-AI	---	2,40	---
Fundo Baracaldo	Agrícola Ariztía Ltda.	5	28/07/79	P-AI	---	---	11,71
Agric. y Com. La Virgen	Mario Ferreti Briones	---	---	P-AI	8,0	---	5,0
Parc. 47B Las Mercedes	Comunidad Las Mercedes	---	---	I-O	---	2	---

d) Explotación a través del tiempo

Un indicador válido y útil para analizar la variación en el tiempo de la explotación de los recursos subterráneos en la zona de estudio, es la tasa de aumento del número de pozos construidos a lo largo de los años, lo que se visualiza en el gráfico de la Figura IV.4.3.4-1.

Debe mencionarse que en dicha figura, el universo de pozos lo constituyen aquellos sondeos con fecha de término conocida. Se supone que aquellos sondeos en que no se determinó la fecha exacta de término están distribuidos aleatoriamente en el tiempo, por lo que no debieran afectar las tendencias observadas en la figura anterior.

Del gráfico señalado se observa lo siguiente:

- Los primeros sondeos fueron construidos comenzando la década del 50 (1951). A partir de entonces, se observó una tasa de construcción de pozos constante, hasta fines de la década del 70 (1970).
- Entre los años 1979 y 1981 se observa un aumento significativo en la tasa de construcción de pozos.
- Desde los comienzos de la década del 80 (1981) y hasta fines de la misma década la tendencia vuelve a ser la misma de la década anterior.
- A partir del año 199 hasta la fecha se observa un aumento considerable en la tasa de construcción de pozos. En siete años se construyó casi el 50% de los pozos existentes en la zona, posiblemente debido a las necesidades de agua motivadas por la sequía de los últimos años.

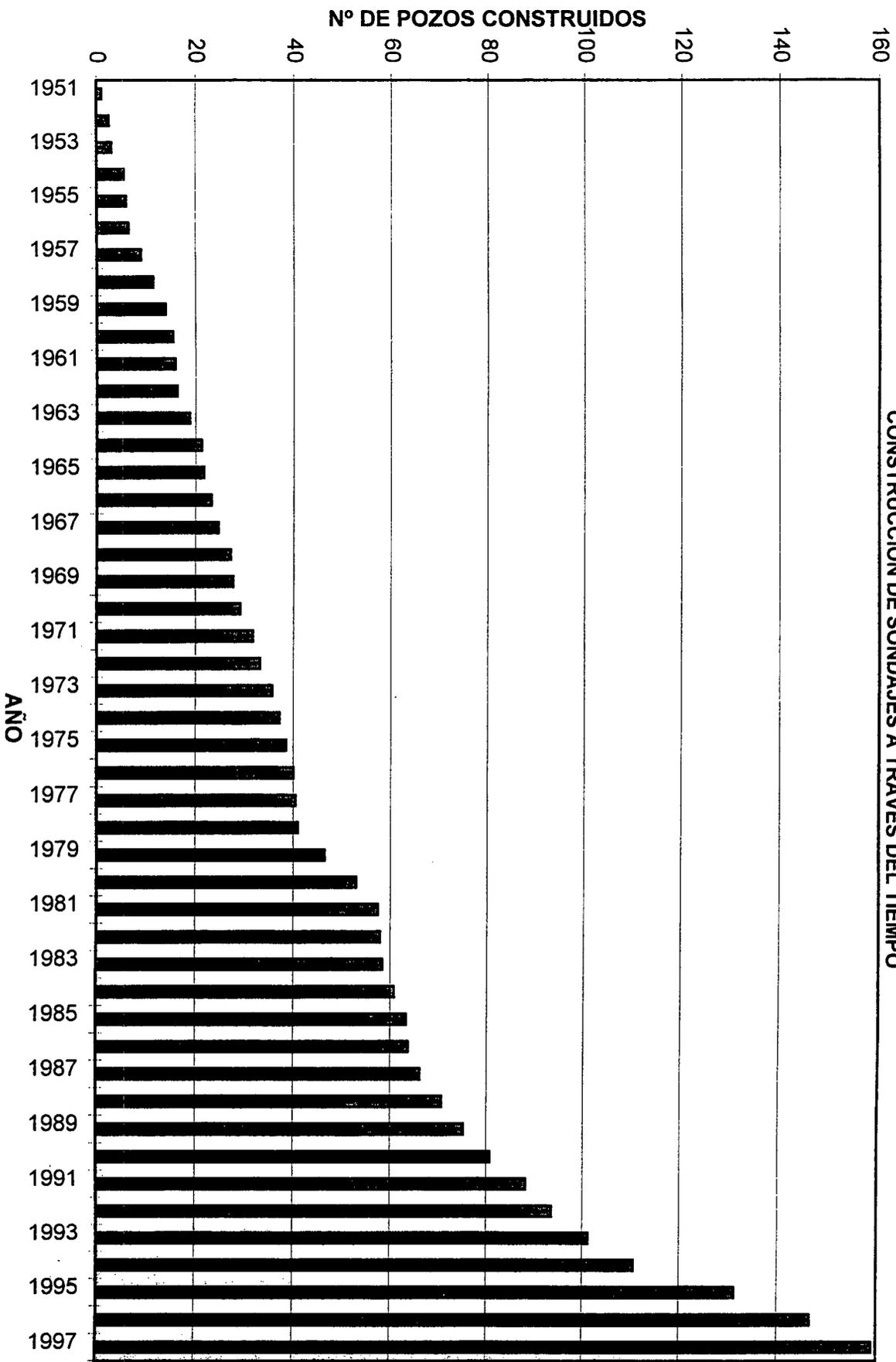


FIGURA IV.4.3.4-1  
CONSTRUCCIÓN DE SONDAJES A TRAVES DEL TIEMPO

#### IV.4.3.5 Formaciones Acuíferas

Los sondeos existentes a lo largo del valle principal y valles laterales más importantes de la cuenca del estero Puangue, permiten definir los distintos espesores del relleno sedimentario y algunas de las características que presentan las formaciones acuíferas en esta cuenca.

En la zona del Puangue superior, ubicada aguas arriba de la desembocadura del estero Cuyancaví, las máximas potencias alcanzan en 2 sondeos ubicados al Norte de Curacaví, 63 y 67 m (sondeos 3310-7100 C6 y 3310-7100 C3). Hacia aguas abajo de estos pozos, el relleno sedimentario muestra una tendencia a aumentar en potencia, encontrándose profundidades de 180 m (Pozo 3320-7100 A17) no detectándose la presencia de la roca fundamental. Hacia el interior del valle del estero Cuyancaví la potencia máxima del relleno supera los 100 m (Pozo 3320-7100 A4).

En la mayoría de los pozos del Puangue Superior se verifica la presencia de acuíferos de importancia dentro de los primeros 20 m de profundidad. Estos materiales conforman estratos de espesor variable que van desde unos pocos metros hasta unos 20 m como máximo. Los materiales constitutivos de capas acuíferas son bolones, grava y arenas de variada granulometría, que por alcanzar hasta la superficie del terreno o sus vecindades, o bien por estar limitados superiormente por materiales de permeabilidad media, posibilitan la existencia de napas libres o semiconfinadas. Esto último ocurre cuando los sondeos atraviesan estratos permeables más profundos intercalados con materiales impermeables.

En la zona del Puangue Medio, comprendida entre la anterior y la desembocadura de los esteros Amésticas y Mariposas, se caracteriza por potencias del relleno sedimentario que sobrepasan los 90 m. En esta zona se puede distinguir básicamente 2 zonas acuíferas. La primera más superficial, hasta una profundidad de unos 40 m aproximadamente, y una segunda zona ubicada por debajo de la anterior. En ambas zonas aparece como característica la existencia de intercalaciones de material permeable (grava, arena gruesa y fina) en matrices semipermeables o francamente impermeables que originan napas de naturaleza confinada. Los estratos acuíferos abarcan espesores que van desde unos pocos metros hasta los 5 a 10 m, aunque ocasionalmente se observa estratos permeables con potencias algo mayores a los 15 m.

Hacia aguas arriba de María Pinto, al Sur-Oriente de la comuna de Los Rulos, siempre dentro del Puangue Medio, se puede establecer que la potencia del relleno disminuye paulatinamente hacia la cabecera de este valle, puesto que se observa que la roca alcanza a una profundidad de alrededor de 50 m en el pozo 3330-7050 A1. En este pozo se aprecia asimismo la existencia de sólo una zona acuífera constituida por capas de maicillo mezclado con arcilla en variadas proporciones, y la presencia de una napa libre.

Al avanzar hacia el Sur-Poniente, siguiendo la dirección del valle principal e internándose dentro del sector del Puangue inferior, se constata una paulatina disminución del relleno sedimentario alcanzando en el pozo 3330-7100 B1, ubicado frente al valle de Mallarauco (estero de La Higuera), una potencia de 60 m. También se observa una reducción en la extensión de las zonas acuíferas, lo mismo que una disminución en el rendimiento de los pozos. A partir de este punto el espesor del relleno aumenta hasta alcanzar 154 m en el pozo 3330-7110 C1 ubicado en Puangue, vecino al camino que une Melipilla con San Antonio.

En los valles laterales, particularmente en los más importantes, Mallarauco y la rinconada de Ibacache la situación no varía significativamente. En el primero de estos valles, los pozos del sector permiten visualizar un relleno sedimentario que sobrepasa los 80 m (pozo 3330-7100 D1) y la presencia de formaciones acuíferas constituidas por varios estratos de material arenoso, separados por capas de arcilla, ubicados a distintas profundidades con espesores frecuentemente de unos pocos metros. Hacia la cabecera de este valle la roca aparece a los 42 m de profundidad, lo cual pone de manifiesto una disminución gradual del espesor del relleno sedimentario en esa dirección. En la cabecera de la rinconada de Ibacache se ubica el sondaje 3320-7110 C1 el que muestra una estratigrafía compuesta de interestratificaciones de material arenoso con ripio y arcilla hasta los 50 m de profundidad, lo cual motiva un bajo rendimiento en dicho sondaje.

En la Figura IV.4.3.5-1 se presenta un perfil longitudinal de la estratigrafía de la zona alta del estero Puangue. En las Figuras IV.4.3.5-2 a IV.4.3.5-6 se presentan los perfiles transversales del valle. La ubicación de estos perfiles se presenta en la Figura IV.4.3.5-7.

#### IV.4.3.6 Transmisibilidad y Almacenamiento

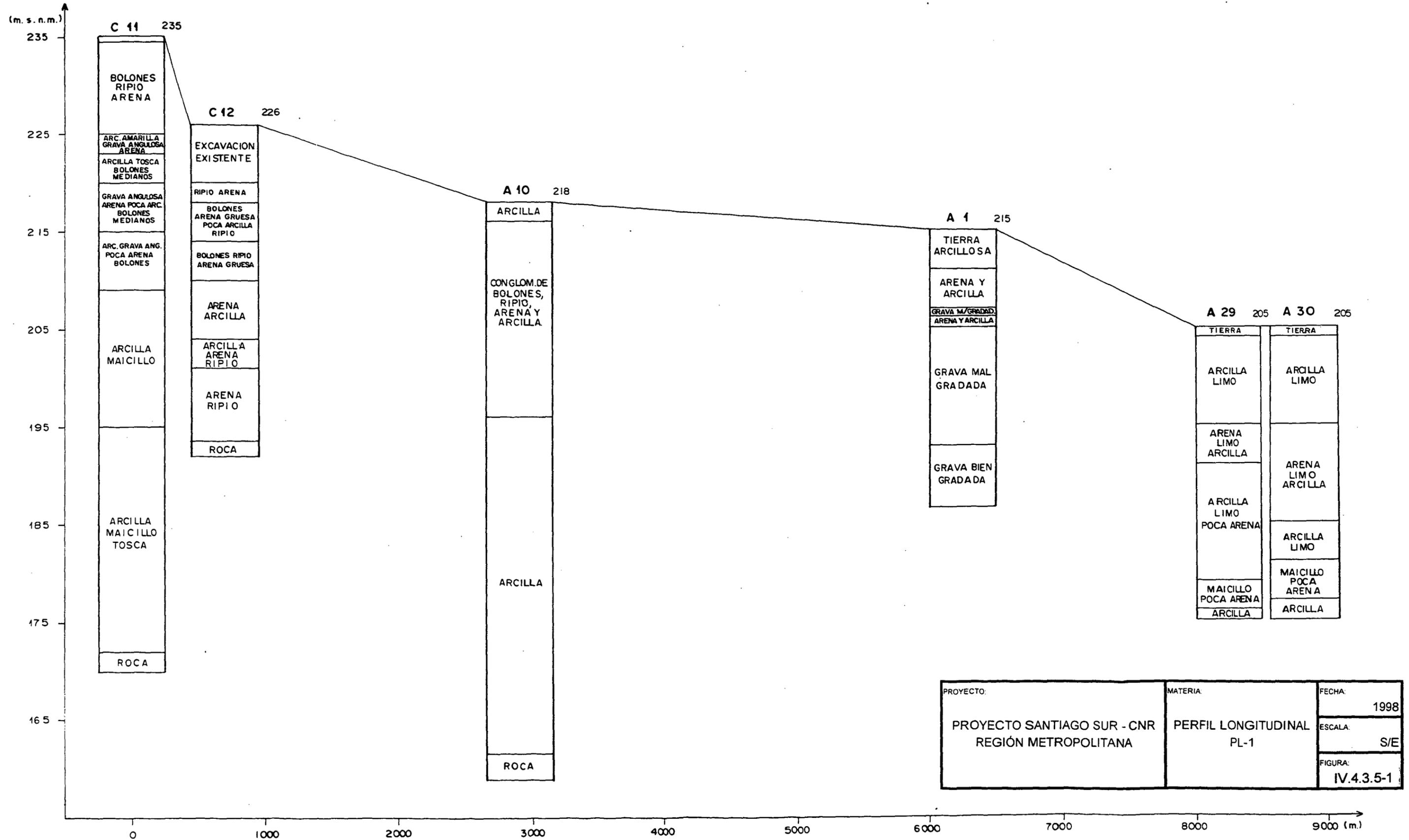
En esta cuenca se constata la existencia de dos zonas de alta transmisibilidad (mayor que  $800 \text{ m}^2/\text{día}$ ) y permeabilidades entre  $1 \times 10^{-2}$  y  $3 \times 10^{-3} \text{ m/s}$ , localizadas en el Puangue Medio, aguas arriba de María Pinto y en el Puangue Superior, al Norte de la ciudad de Curacaví.

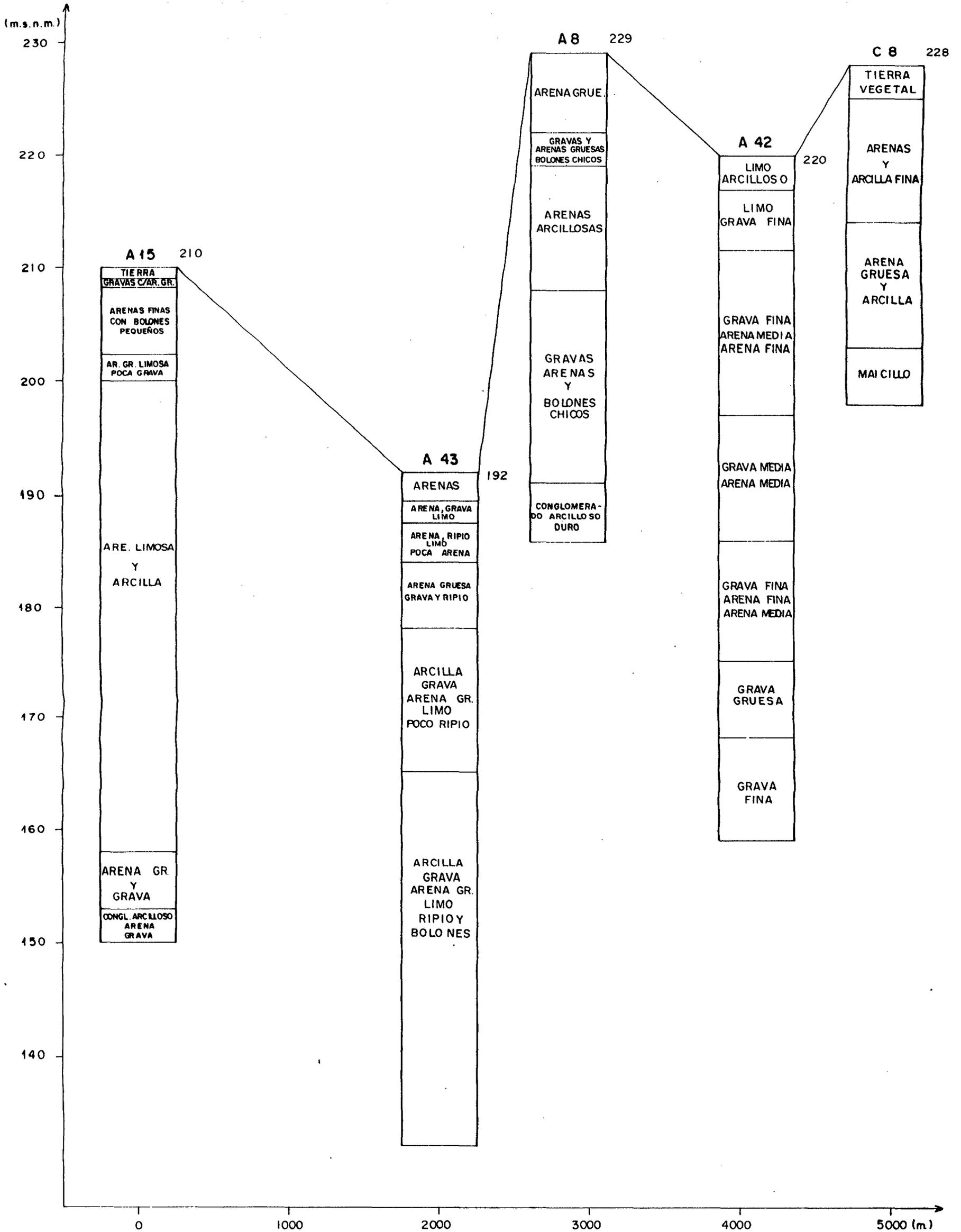
El segundo sector en importancia, correspondiente a transmisibilidades entre  $400$  y  $800 \text{ m}^2/\text{día}$ , se extiende a lo largo del valle principal, comenzando en el sector bajo del Puangue Superior a la altura del sector denominado Alhué, al Norte de Curacaví y terminando en un punto ubicado unos 4 km al Sur Poniente de María Pinto. Este sector encierra en sus dos extremos el área de altas transmisibilidades descrito en el párrafo precedente. En este segundo sector las formaciones acuíferas más importantes pueden caracterizarse a través de coeficientes de permeabilidad entre  $2 \times 10^{-4}$  y  $1 \times 10^{-3} \text{ m/s}$ , como máximo.

En el resto del Puangue Medio e Inferior, dominan ampliamente las áreas de isotransmisibilidad de  $0$  a  $100 \text{ m}^2/\text{día}$  y de  $100 - 400 \text{ m}^2/\text{día}$ , asociadas a acuíferos cuya permeabilidad varía entre  $10^{-5}$  y  $10^{-4} \text{ m/s}$ . La primera de estas áreas queda circunscrita a una franja relativamente estrecha, limitada exteriormente por la línea de contacto roca-relleno e interiormente por el contorno del área de isotransmisibilidad de  $100$  a  $400 \text{ m}^2/\text{día}$ .

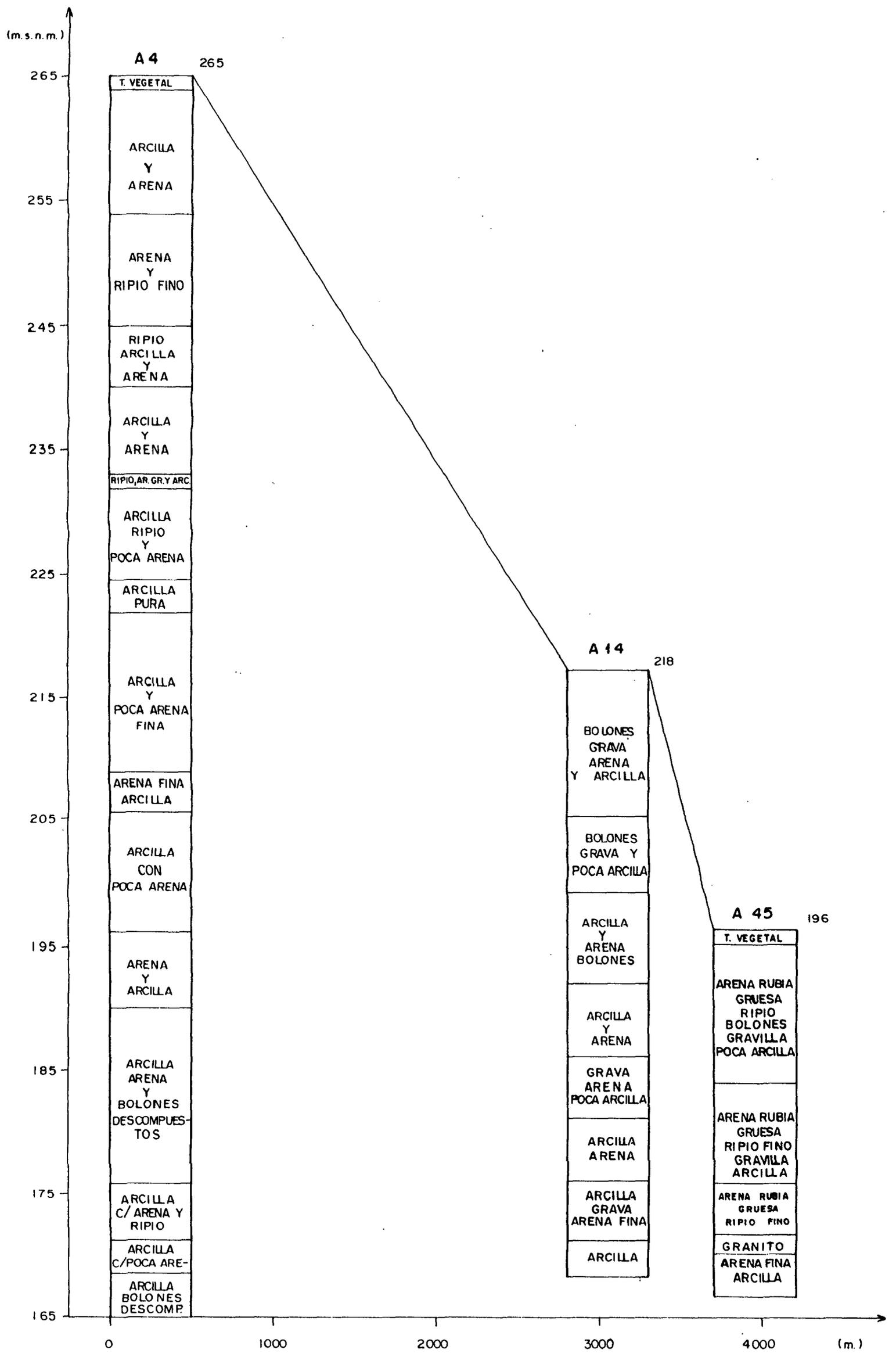
En el Puangue Superior, aguas arriba de Alhué no existe información que posibilite el cálculo de valores de la transmisibilidad asignables a este sector. Sin embargo, la naturaleza estrecha del valle y la tendencia a la disminución que muestra la potencia del relleno sedimentario aguas arriba de Curacaví permiten inferir que el rango de isotransmisibilidad corresponderá al inferior, vale decir, entre  $0$  y  $100 \text{ m}^2/\text{día}$ . En esta zona la permeabilidad de los acuíferos puede estimarse en  $0,5 \times 10^{-5}$  a  $5 \times 10^{-5} \text{ m/s}$ .

En las Figuras IV.4.3.6-1 y IV.4.3.6-2 se presentan los planos de las áreas de isotransmisibilidad y áreas de igual gasto específico, respectivamente.

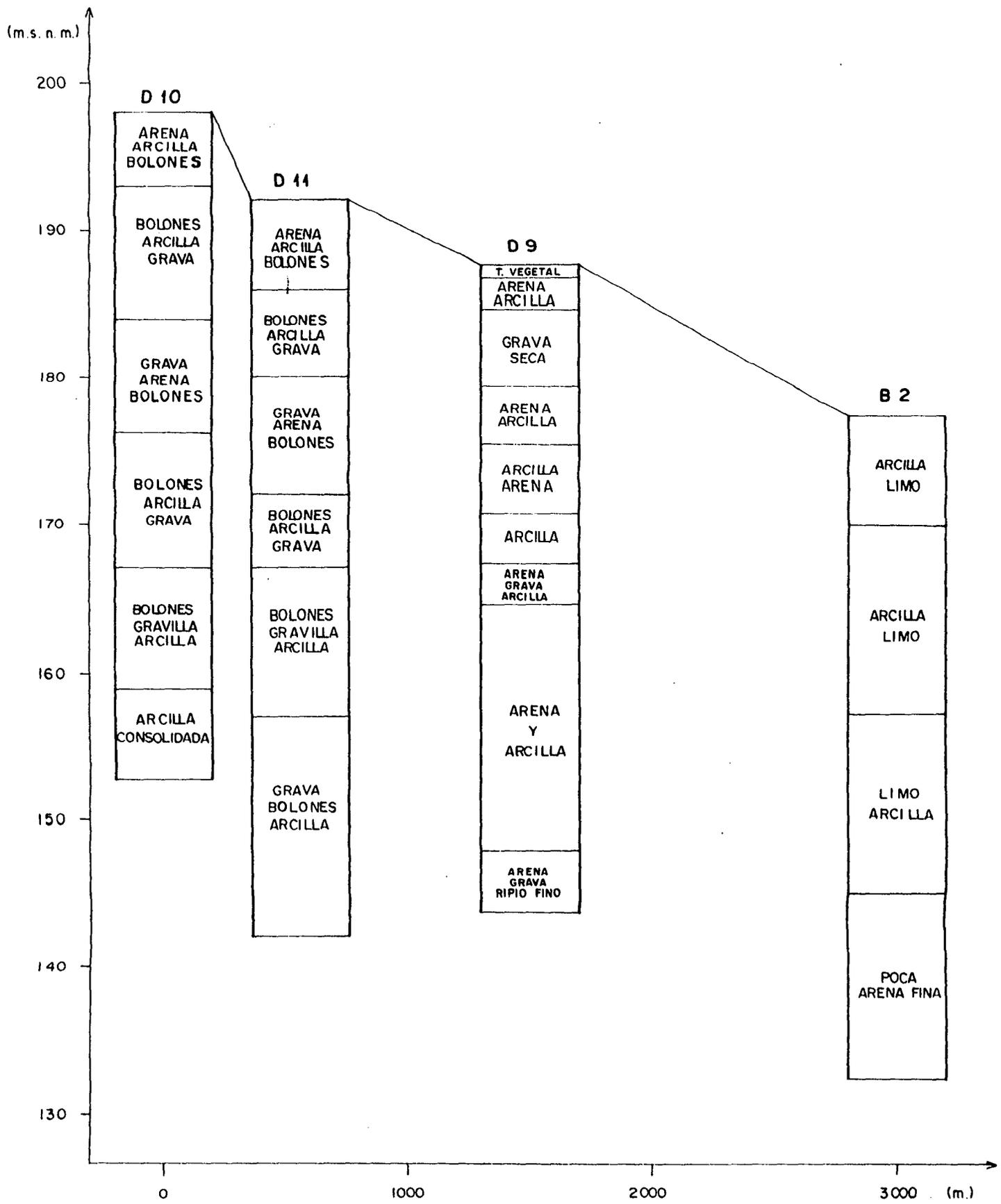




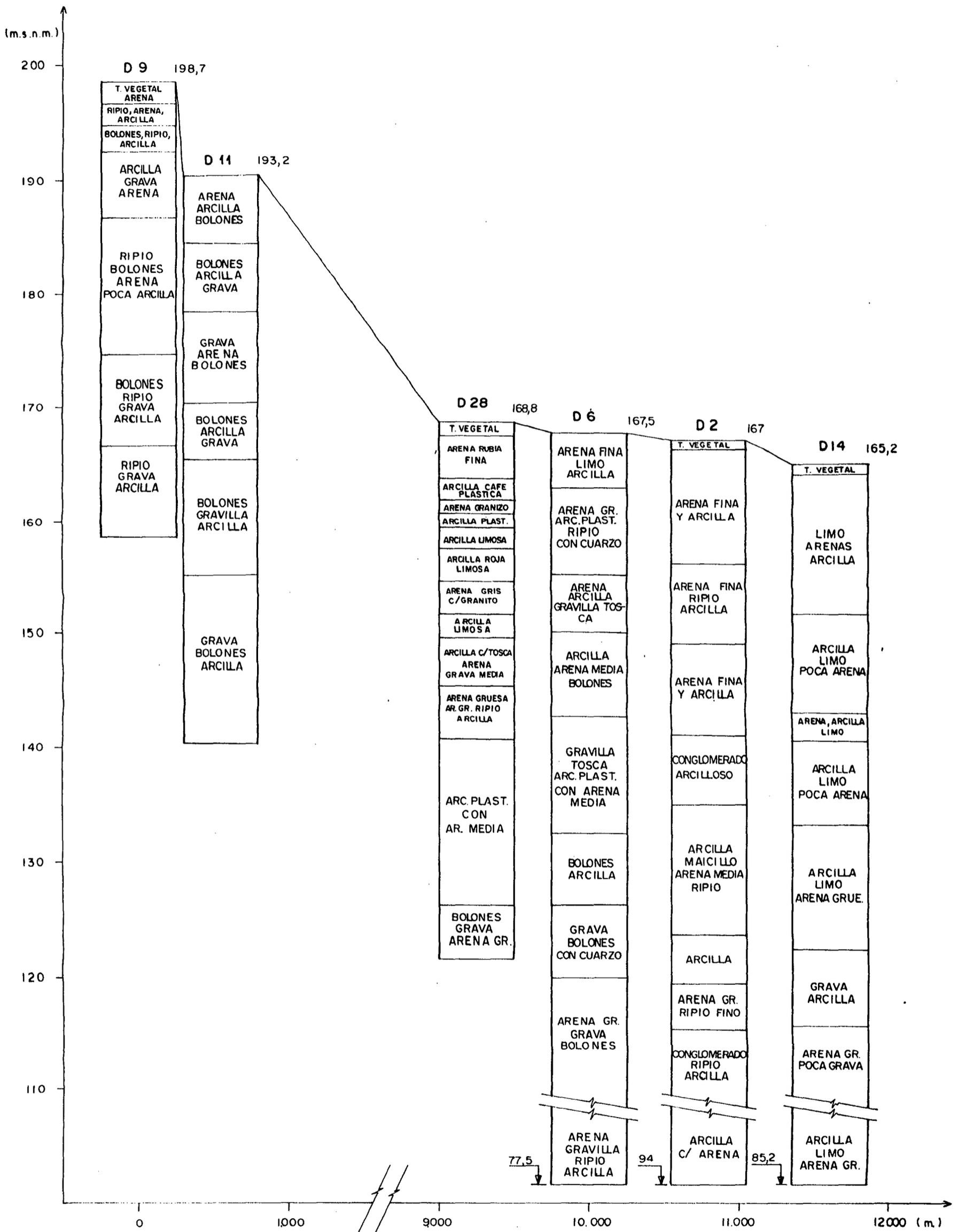
PROYECTO:	MATERIA:	FECHA:
PROYECTO SANTIAGO SUR - CNR REGIÓN METROPOLITANA	PERFIL TRANSVERSAL PT-1	1998
		ESCALA: S/E
		FIGURA: IV.4.3.5-2



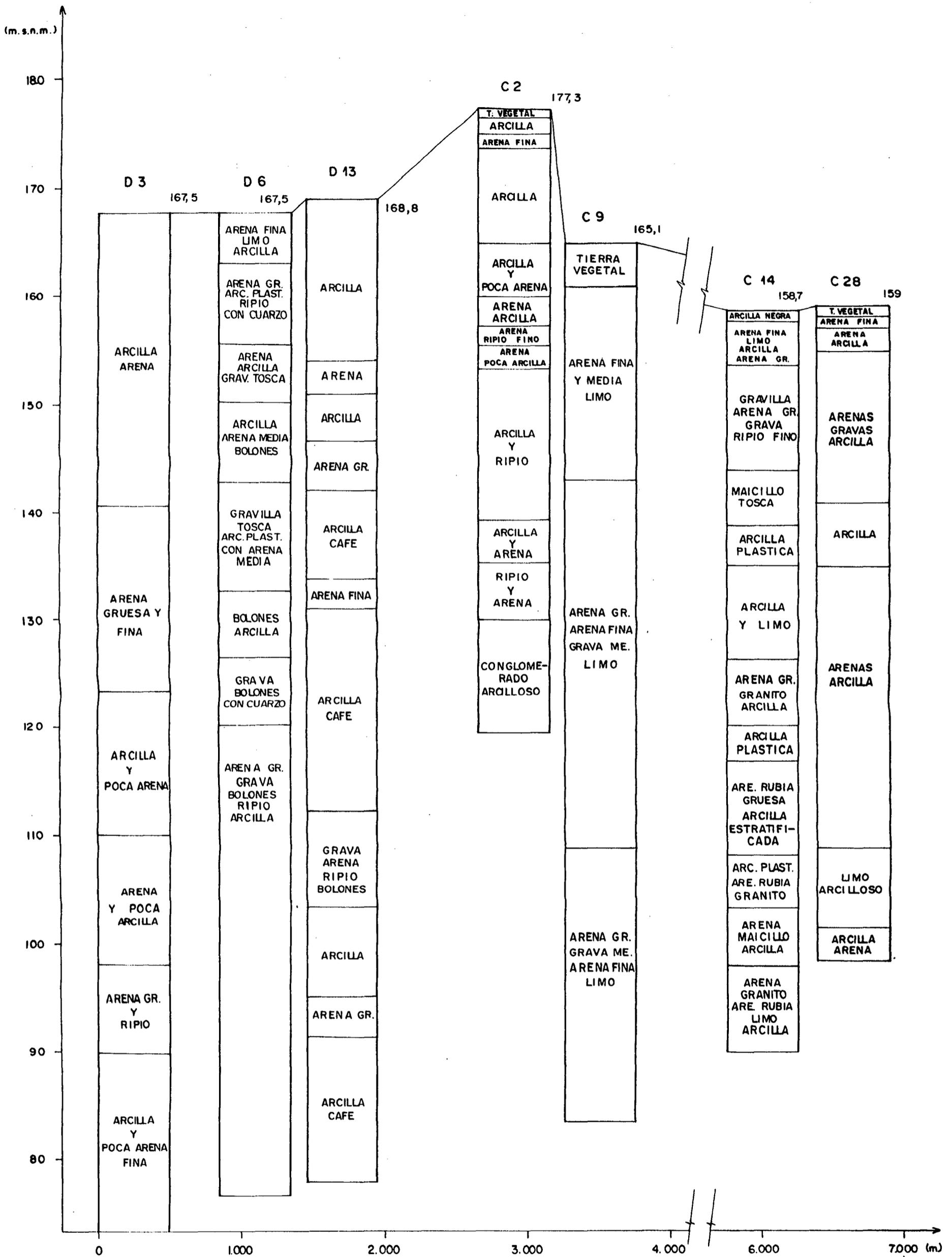
PROYECTO:	MATERIA:	FECHA:
PROYECTO SANTIAGO SUR - CNR	PERFIL TRANSVERSAL	1998
REGIÓN METROPOLITANA	PT-2	ESCALA:
		S/E
		FIGURA:
		IV.4.3.5-3



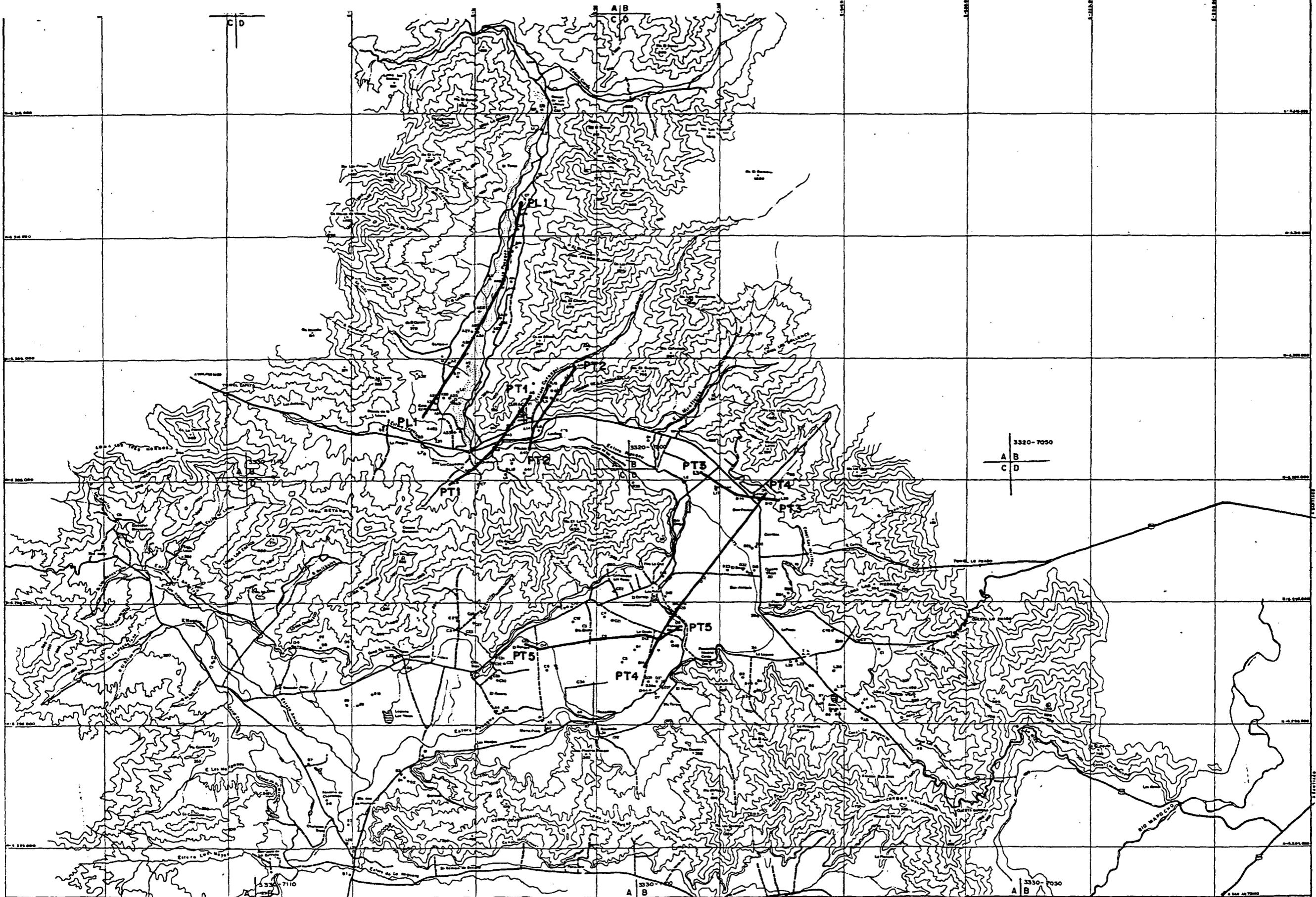
PROYECTO:	MATERIA:	FECHA:
PROYECTO SANTIAGO SUR - CNR REGIÓN METROPOLITANA	PERFIL TRANSVERSAL PT-3	1998
		ESCALA:
		S/E
		FIGURA:
		IV.4.3.5-4



PROYECTO:	MATERIA:	FECHA:
PROYECTO SANTIAGO SUR - CNR	PERFIL TRANSVERSAL	1998
REGIÓN METROPOLITANA	PT-4	ESCALA:
		S/E
		FIGURA:
		IV.4.3.5-5



PROYECTO:	MATERIA:	FECHA:
PROYECTO SANTIAGO SUR - CNR REGIÓN METROPOLITANA	PERFIL TRANSVERSAL PT-5	1998
		ESCALA: S/E
		FIGURA: IV.4.3.5-6



LEGENDA  
 ○ PUNTO  
 ○ BARRIO

REPÚBLICA DE CHILE  
 COMISION NACIONAL DE RIEGO  
 DEPARTAMENTO DE ESTUDIOS

ESTUDIO INTEGRAL DE RIEGO  
 PROYECTO DE APROVECHAMIENTO DE AGUAS  
 SERVIDAS PLANTA DE TRATAMIENTO SANTIAGO SUR  
 REGION METROPOLITANA

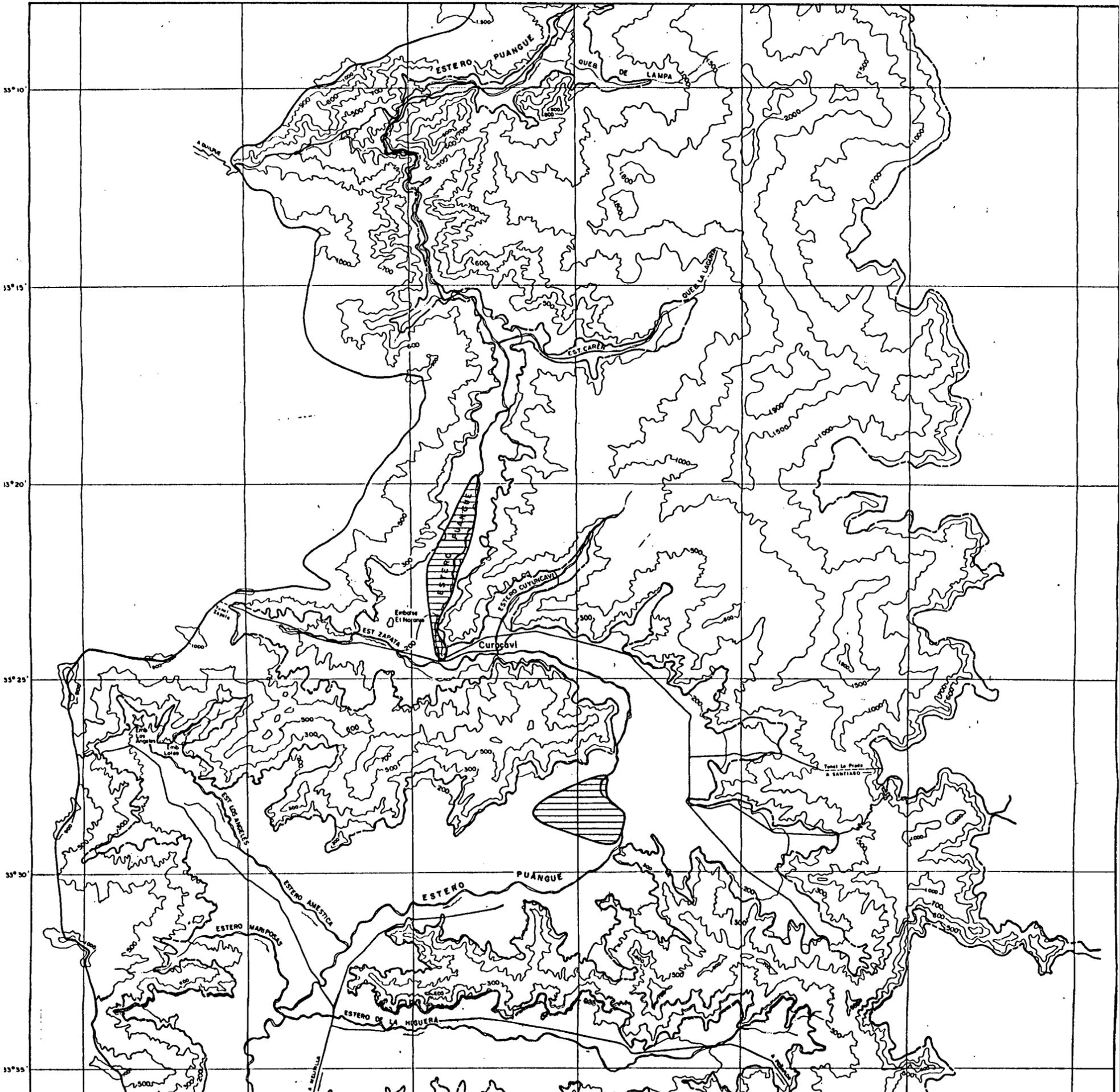
Asociación de  
 Profesionales  
 Proyecto  
 Santiago Sur

UBICACION  
 DE PERFILES  
 ESTRATIGRAFICOS

ESCALA  
 1:50.000  
 FIGURA  
 IV435-7



71° 20'      71° 15'      71° 10'      71° 05'      71° 00'      70° 55'      70° 50'



**SIMBOLOGIA**  
□ 0-2 l/a/a      ▨ 2-3 l/a/a

ASOCIACION DE PROFESIONALES SANTIAGO SUR	PROYECTO SANTIAGO SUR	FECHA: JULIO 1997
AREAS DE IGUAL GASTO ESPECIFICO	COMISION NACIONAL DE RIEGO	ESCALA: 1:100.000
		FIGURA: IV436-2

#### IV.4.3.7 Niveles de Aguas Subterráneas

En el valle del estero Puangue se dispone de mediciones aisladas de niveles a partir del año 1984 a la fecha (1997).

En las Figuras IV.4.3.7-1 a IV.4.3.7-5 se presentan los limnigramas de los pozos 3320-7100 A6, A40, D3 y D4 y el pozo 3330-7110 B1, respectivamente.

Un análisis global de los limnigramas, muestra que en general los niveles estáticos en los distintos puntos del valle se ubican a poca profundidad pues superan muy excepcionalmente los 10 m. Las variaciones que se aprecian entre los niveles en los distintos pozos son debidas principalmente a diferencias en condiciones topográficas.

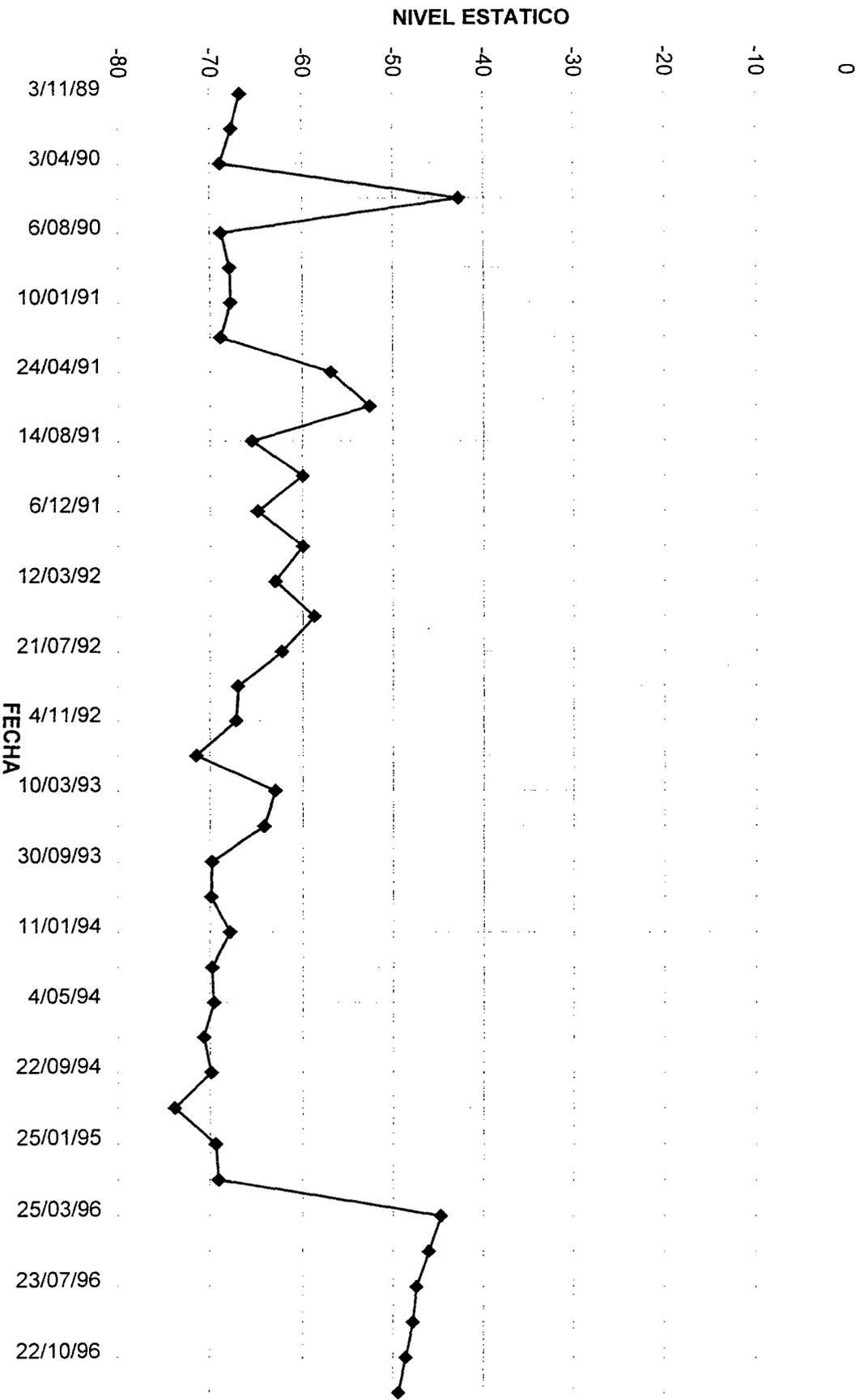
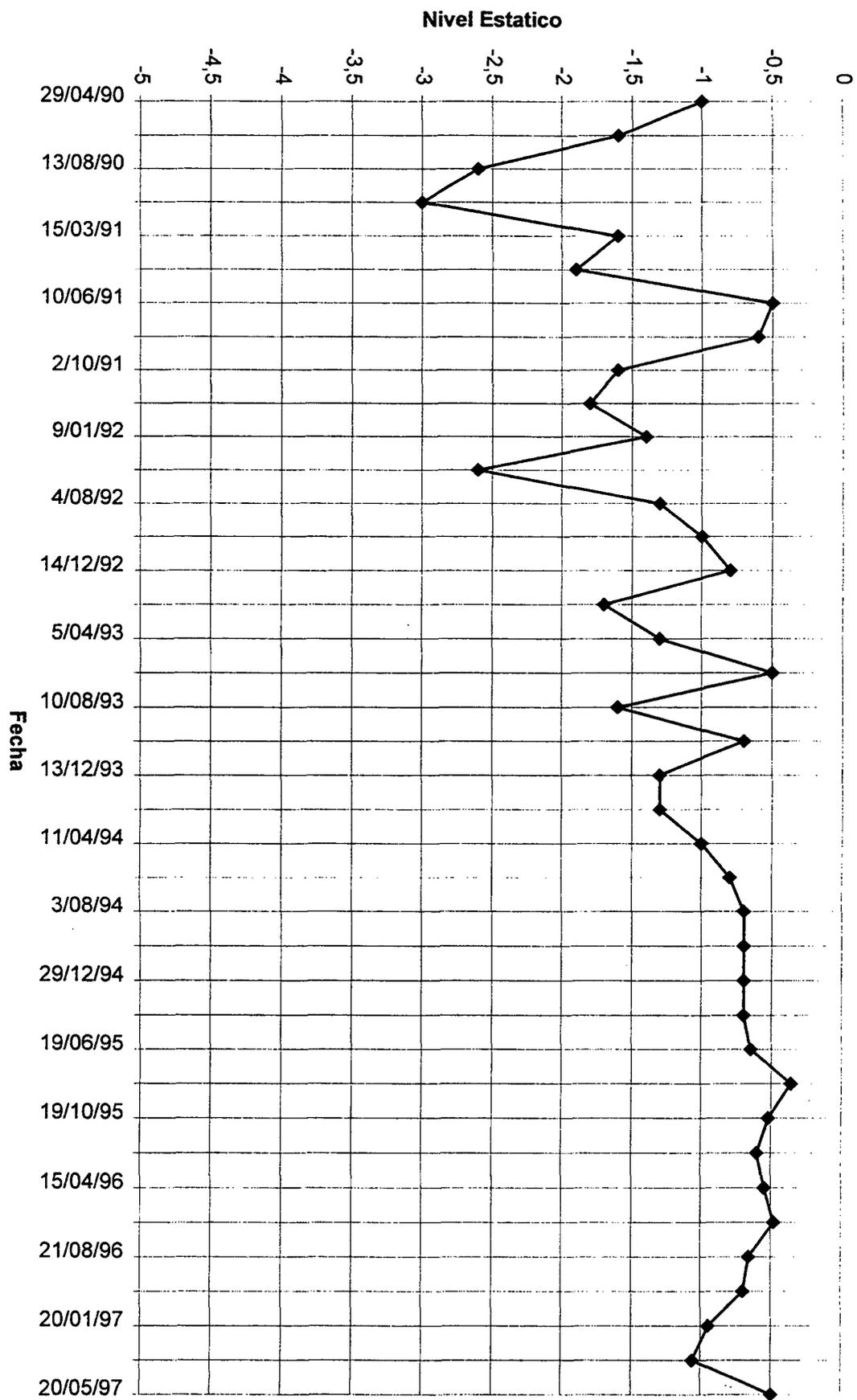
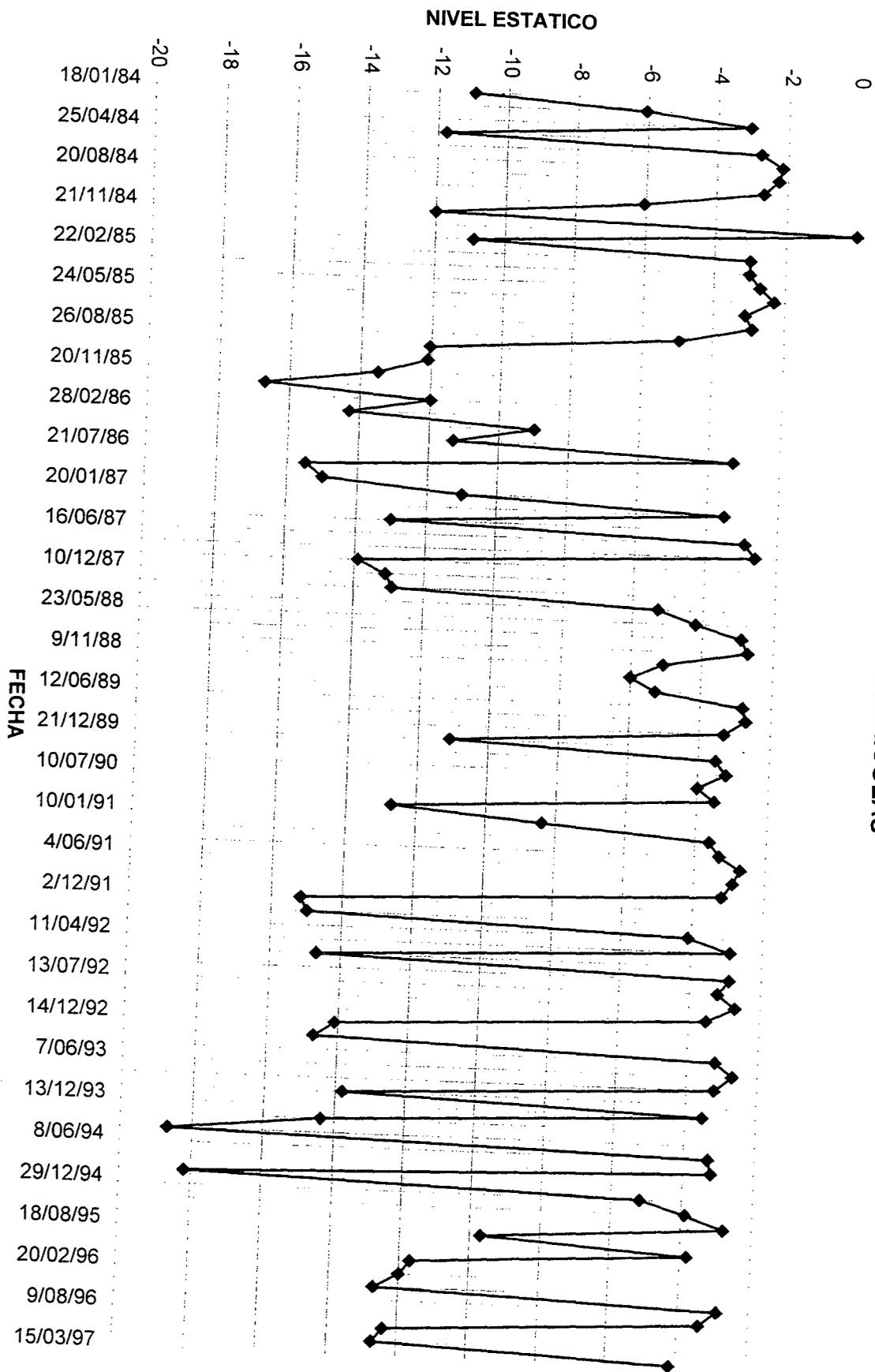


FIGURA IV.4.3.7-1  
 POZO 3320-7100 A6  
 FINCA SANTA ROSA

FIGURA IV.4.3.7-2

POZOS 3320-7100 A40  
Agrícola Pollos King - Criadero Curacavi





**FIGURA IV.4.3.7-3**  
**POZO 3320-7100 D3**  
**FUNDO SAN NICOLÁS**

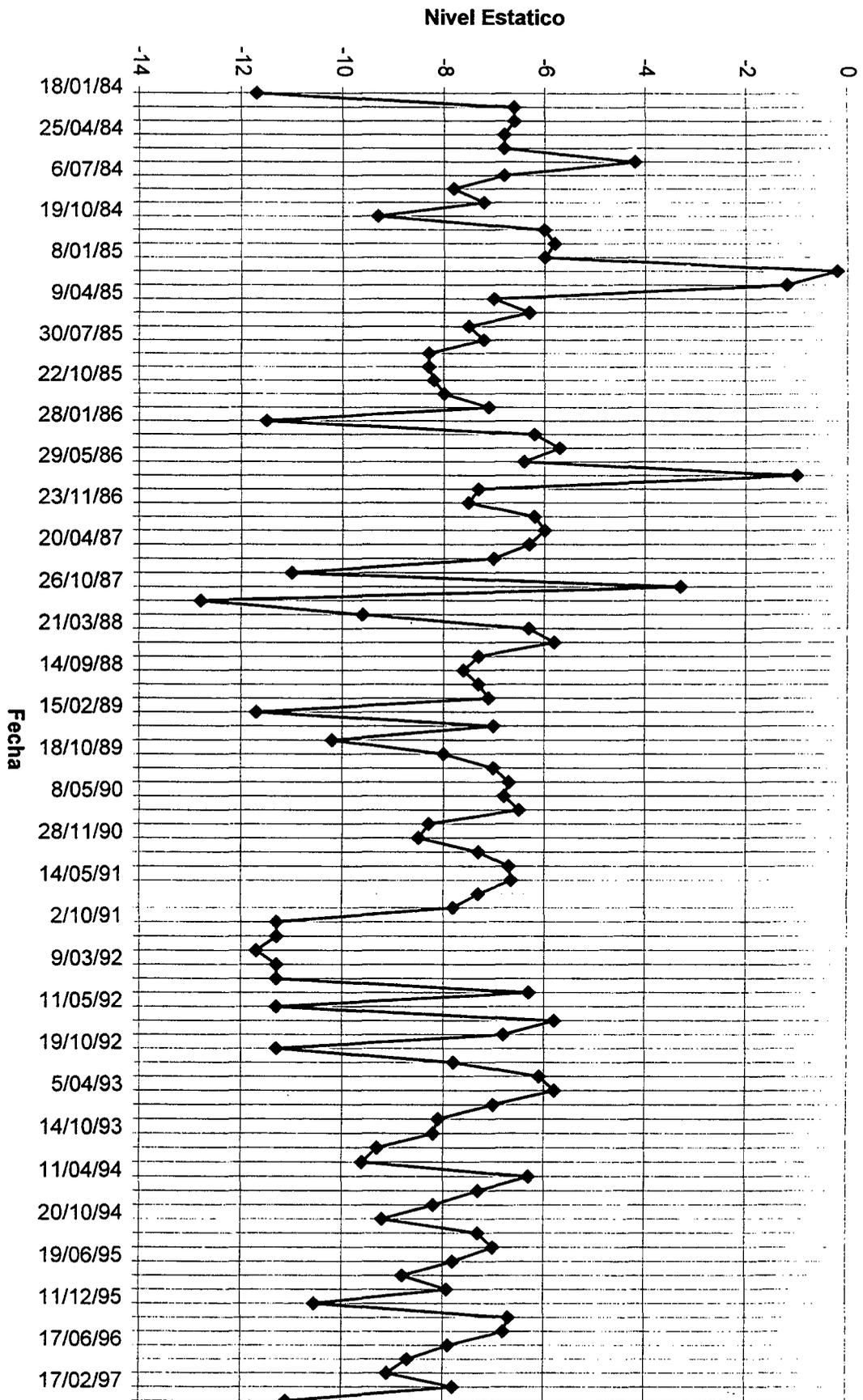


FIGURA IV.4.3.7-4

POZO 3320-7100 D4  
Fundo Lolenco

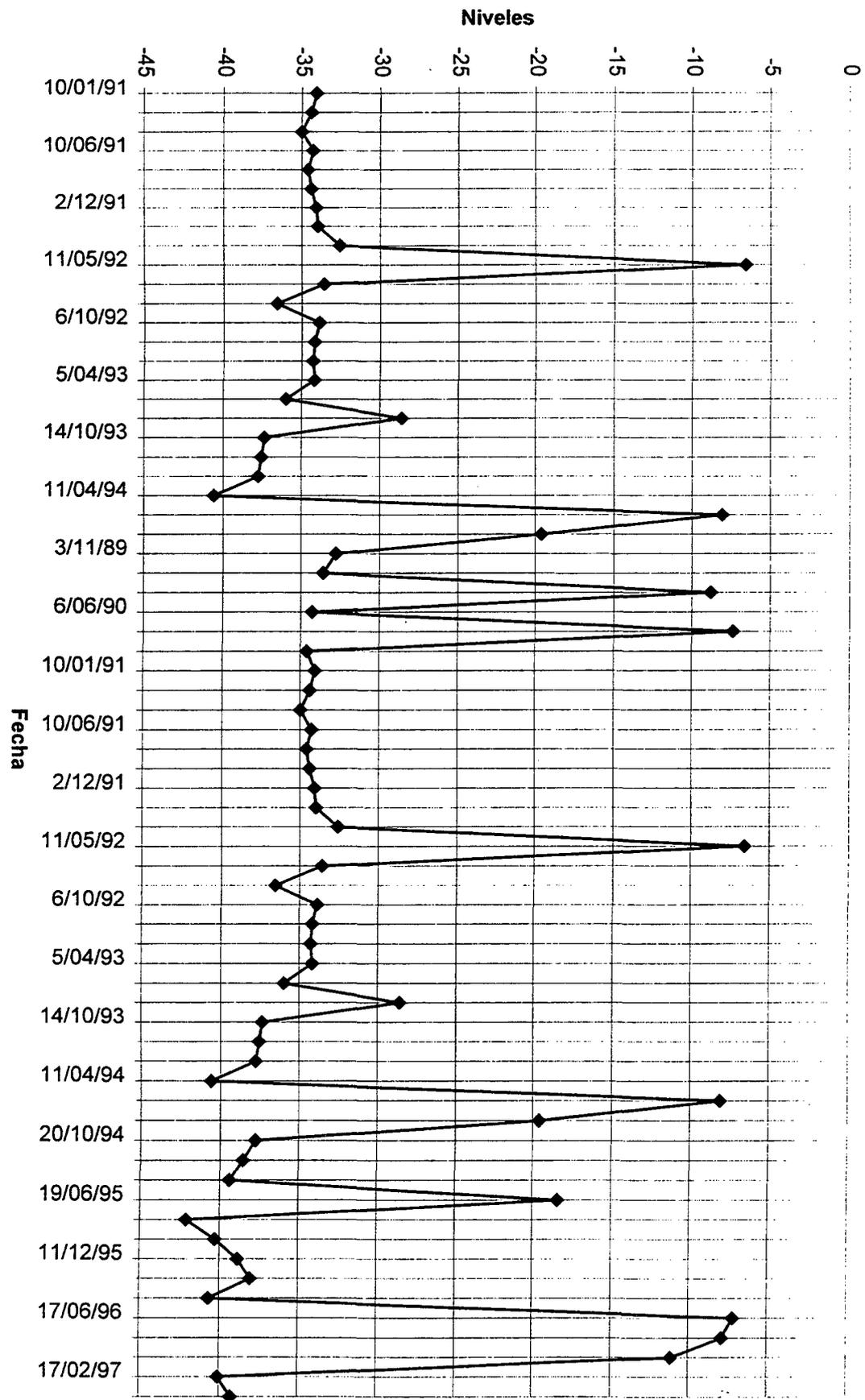


FIGURA IV.4.3.7-5  
 POZOS 3330-7110 B1  
 A.P.R Bollenal - EMOS

#### IV.4.4 SÍNTESIS DE CAUDALES EN CUENCAS NO CONTROLADAS

##### IV.4.4.1 Introducción

La evaluación de los recursos en el valle implica la necesidad de estimar los posibles aportes de las cuencas sin control fluviométrico, de modo que, para evaluar sus recursos hídricos resulta necesario recurrir a métodos sintéticos.

Considerando la ubicación y características hidrológicas de estas cuencas de interés, se decidió aplicar un modelo de simulación hidrológica mensual para cuencas de régimen pluvial, herramienta que permite contar con los posibles caudales medios mensuales para el período estadístico que se requiere.

Se aplicará el modelo de generación de caudales medios mensuales en cuencas pluviales (MPL) desarrollado por el Ingeniero Pablo Isensee M. Este modelo es conceptualmente equivalente al desarrollado por CICA en “Estudio Integral de Riego de los valles Aconcagua, Putaendo, Ligua y Petorca” encomendado por la CNR, modelo con el cual CICA generó los caudales de todas las cuencas laterales y de otras cuencas sin control, necesarias para el proceso de su modelo de operación del sistema.

El modelo pluvial MPL se procesará con los datos pluviométricos recopilados de la estación Curacaví, que es representativa de la pluviometría de las cuencas sin control, y con los parámetros resultantes de la calibración con los caudales de la cuenca del embalse Lliu - Lliu, ubicada en la parte alta del estero Limache del valle del río Aconcagua, vecina al valle del estero Puangue de Curacaví.

La cuenca de Lliu Lliu tiene un régimen pluvial, no posee influencia de riego y cuenta con la información mínima para el proceso de calibración, su cubierta vegetal corresponde a arbustos y matorrales y es la misma que presentan las cuencas sin control que son de interés en este caso.

La precipitación media sobre cada cuenca pluvial se obtendrá del plano de isoyetas medias anuales, mientras que los datos de evaporación serán los del estudio agroclimático.

##### IV.4.4.2 Modelo Pluvial MPL

Para la generación sintética de caudales se utilizó el modelo pluvial MPL ya mencionado, el cual se ha aplicado con resultados satisfactorios en varias cuencas del país, previa calibración con datos existentes. Entre ellas cabe mencionar, el río Cauquenes, el río Purapel, el estero Puyehue al norte de Loncoche, la cuenca del río Pulelfú, tributario del lago Rupanco, al oriente de Osorno, la cuenca del río Itata en Cholguán llevada a régimen natural, cuenca que se ubica al norte del río Laja, la cuenca del río Mulchén en Mulchén y, últimamente, la cuenca del río Oro, en la región de Magallanes.

El planteamiento conceptual del modelo MPL y sus características se incluyen en el Anexo IV.4.4.

Este modelo requiere como información de entrada los datos de las lluvias mensuales de una estación índice, datos de evaporación mensual, el área de la cuenca y los valores de 10 parámetros que deben ser calibrados.

El modelo resuelve, para intervalos de tiempo de un mes, la ecuación diferencial de continuidad para un volumen de control correspondiente a una superficie unitaria de suelo, ecuación diferencial en la cual todas las variables endógenas se han expresado en función del grado de saturación del suelo. La ecuación de continuidad se integra por el método de diferencias finitas considerando un intervalo de tiempo de un día y el mes subdividido en 30 días.

#### IV.4.4.3 Calibración del Modelo

El modelo se calibró con los caudales medios mensuales, lluvias mensuales y evaporaciones de bandeja mensuales promedio de la cuenca del embalse Lliu Lliu, datos obtenidos de la memoria del Ingeniero Ernesto Brown F. "Simulación Matemática del Régimen de Escorrentía en una Cuenca Pluvial". Universidad de Chile, diciembre de 1968.

La cuenca experimental de Lliu Lliu fue controlada hidrometeorológicamente por la División Hidrología de ENDESA, como parte de sus investigaciones de evaporación desde embalses, desde febrero de 1962 hasta diciembre de 1967 y, desde enero de 1968 en adelante, por la Sección Hidrología y Riego del Depto. de Obras Civiles de la Universidad de Chile.

La cuenca total hasta el embalse Lliu Lliu tiene una superficie de 48,4 km<sup>2</sup> y se divide en dos subcuencas que desaguan en forma separada en el embalse y que se denominan subcuenca O u oriente y subcuenca P o poniente, de 26,0 km<sup>2</sup> y 21,2 km<sup>2</sup>, respectivamente. La superficie restante de 1,2 km<sup>2</sup> corresponde al área del embalse y zona adyacente.

Para la medición de las variables hidrometeorológicas en la cuenca, ENDESA instaló 8 pluviómetros y 2 pluviógrafos, tres estaciones evaporimétricas y una estación meteorológica principal en el entorno del embalse y dos controles fluviométricos, uno en cada subcuenca.

Cinco pluviómetros y un pluviógrafo se distribuyeron por la cuenca a diferentes alturas. Los otros tres pluviómetros y el segundo pluviógrafo se instalaron en las estaciones evaporimétricas que rodean el embalse.

En la estación principal se instalaron evaporígrafos y evaporímetros de diferente tipo, además de termohigrógrafo, anemógrafo, actinógrafo y otros. En las demás estaciones se instalaron sólo evaporímetros. Cada estación contó con evaporímetro tipo Weather Bureau, clase A

Para la medición de los caudales se instalaron limnógrafos y limnímetros en cada una de las dos subcuencas O y P.

A continuación se resumen las conclusiones de E. Brown F. respecto a los datos recopilados.

El análisis de los datos obtenidos indicó que uno de los pluviógrafos no funcionó correctamente desde 1963 en adelante. Además, fue necesario tomar, como precipitación media en la cuenca, el promedio aritmético de todas las lecturas, ya que, por un problema del operador,

fue imposible identificar a qué instrumento correspondían las lecturas. Se contó con datos de precipitación desde febrero de 1962 hasta marzo de 1967.

Para los datos de evaporación se trabajó con las medidas de los evaporímetros de bandeja clase A porque había cuatro instrumentos y son los más difundidos. Se adoptó el promedio de las cuatro lecturas. Se contó con datos desde febrero de 1962 hasta marzo de 1967.

Para los datos de caudales fue necesario descartar las mediciones de la subcuenca P y usar solamente las de la subcuenca O. Ello se debió a que el vertedero P sufrió continuas fallas, se destruyó durante las crecidas de 1963 y 1965, y además, pudo detectarse que gran parte del agua escurría por debajo del canal de acceso al vertedero, situación que no se dio en la subcuenca O.

En la subcuenca O no existen mediciones en los meses de agosto, septiembre y octubre de 1965 ya que una crecida destruyó el vertedero. Durante las crecidas de 1963 el caudal sobrepasó los bordes de la canalización en varias ocasiones, de manera que los valores son estimativos y sujetos a mayores errores.

La Universidad de Chile continuó con las mediciones en la cuenca de Lliu Lliu, pero no se cuenta con datos concurrentes de caudales y lluvias. En el estudio de CICA 1982 se presentan los datos de caudales medios mensuales de la subcuenca O para el período mayo 1962 a abril 1972, pero no están los datos de la lluvia media sobre la cuenca.

En consecuencia, en el presente estudio se trabajó con el período estadístico de 5 años que comprende los años hidrológicos 1962-63 a 1966-67.

En el Cuadro IV.4.4.3-1 se incluyen los antecedentes de caudales, lluvias y evaporaciones tomados de la memoria de E. Brown F. que fueron utilizados en este estudio, se reproducen también los caudales del estudio de CICA.

Para el proceso de calibración, el modelo incluye el algoritmo de Rosenbrock como método de búsqueda sistemático del mínimo de la función objetivo planteada. Es decir, los parámetros se varían sistemáticamente en la forma prescrita por el algoritmo, dentro de sus rangos de validez propios, hasta que no sea posible disminuir más la función objetivo, la cual en este caso consiste en la suma de las desviaciones cuadráticas de los caudales medios mensuales simulados y medidos, dividida por el valor medio de los caudales medidos en el número de meses del período de calibración.

No obstante, como se trata de funciones complejas con mínimos locales, es necesario efectuar varias series de optimizaciones comenzando con diferentes valores de partida de los parámetros, con el fin de asegurar el carácter global del óptimo encontrado.

El grado de ajuste alcanzado con el proceso de calibración se ilustra mediante el diagrama XY de la Figura IV.4.4.3-1 y el gráfico de barras de la Figura IV.4.4.3-2. Numéricamente el grado de asociación queda medido por el coeficiente de determinación  $R^2=0,896$ .

**CUADRO IV.4.4.3-1**  
**ANTECEDENTES PARA LA CALIBRACIÓN DEL MODELO MPL**

**AC-06 Estación experimental Lliu-Lliu. Area=26.0 km<sup>2</sup>. ( Subcuenca Oriente )**  
**Caudal medio mensual medido ( m<sup>3</sup>/s ).**

Año	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic	ene	feb	mar	abr	prom
1962	0.008	0.292	0.273	0.084	0.048	0.039	0.021	0.011	0.005	0.004	0.003	0.003	0.066
1963	0.013	0.019	0.799	1.162	0.921	0.404	0.154	0.083	0.051	0.028	0.025	0.026	0.307
1964	0.023	0.034	0.066	0.192	0.162	0.052	0.026	0.018	0.008	0.005	0.006	0.02	0.051
1965	0.031	0.026	0.375	2.1	0.9	0.45	0.089	0.05	0.029	0.019	0.018	0.026	0.343
1966	0.026	0.401	1.521	0.355	0.24	0.142	0.094	0.054	0.029	0.022	0.018	0.018	0.243
1967	0.03	0.04	0.13	0.09	0.15	0.07	0.04	0.02	0.01	0.01	0.02	0.01	0.052
1968	0.01	0.01	0.01	0.02	0.01	0.01	0	0	0	0	0.01	0	0.007
1969	0.01	0.09	0.05	0.06	0.04	0.02	0.01	0	0	0	0	0	0.023
1970	0.02	0.03	0.57	0.29	0.1	0.06	0.03	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.097
1971	0.01	0.06	0.18	0.13	0.1	0.05	0.03	0.01	0.01	0	0	0.01	0.049
prom	0.018	0.1	0.397	0.448	0.267	0.13	0.049	0.027	0.015	0.01	0.011	0.012	0.124

Fuente : Memoria E. Brown F.1962 a 1966; Cica 1967 a 1971.

Obs: ago sep y oct 1965 , estimados por P.Isensee M.

**Cuenca Lliu Lliu.**

**Precipitación promedio mensual (mm). Estadística memoria E. Brown F.**

Año	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic	ene	feb	mar	abr	Suma
1962	6.8	307.1	25.0	21.9	21.7	27.5	0.0	0.0	0.0	0.0	2.9	0.7	413.6
1963	81.9	68.6	320.0	290.3	116.2	0.5	15.7	0.5	0.0	0.0	0.0	15.4	909.1
1964	0.0	91.5	96.8	152.4	0.8	3.7	0.0	8.3	0.0	0.0	0.0	39.6	393.1
1965	80.6	24.1	271.3	345.9	3.2	28.2	7.0	1.8	0.0	0.0	0.7	81.5	844.3
1966	10.5	314.4	190.1	50.8	7.9	4.8	10.7	23.6	0.0	0.0	0.0	5.8	618.6
prom	36.0	161.1	180.6	172.3	30.0	12.9	6.7	6.8	0.0	0.0	0.7	28.6	635.7

**Cuenca Lliu Lliu.**

**Evaporación promedio mensual (mm). Estadística memoria E. Brown F.**

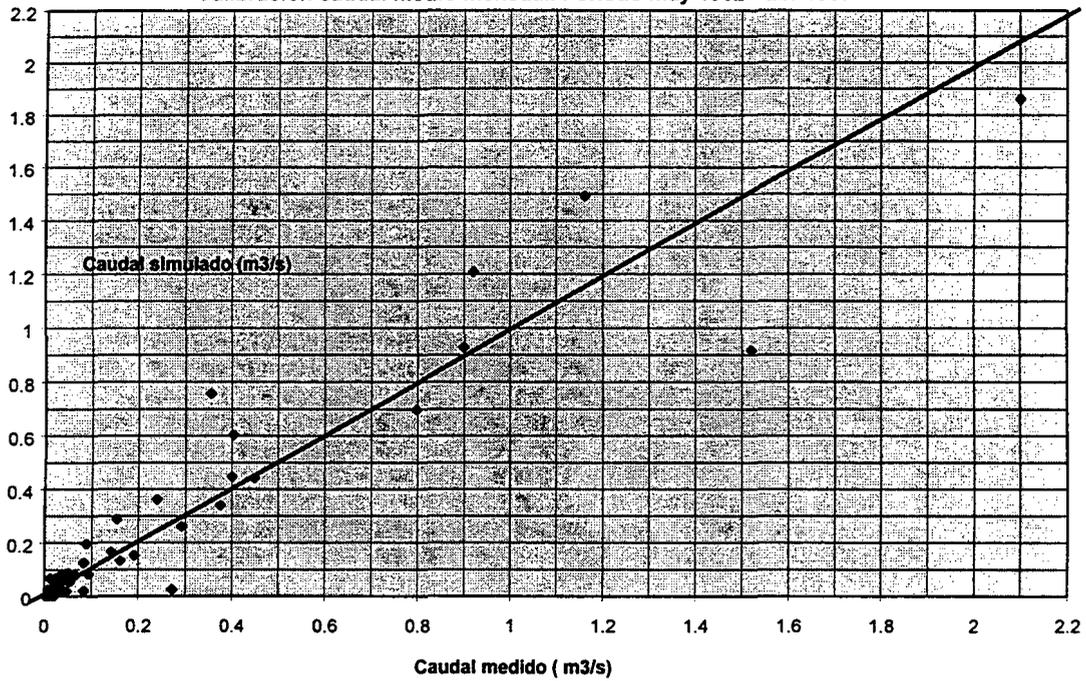
Año	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic	ene	feb	mar	abr	suma
1962	43.4	28.6	24.3	37.8	70.8	92.4	155.8	204.4	215.0	160.0	122.9	89.5	1244.9
1963	48.6	18.0	19.1	27.4	50.5	88.7	140.5	194.7	228.6	164.4	160.2	99.5	1240.2
1964	46.9	26.1	21.4	35.8	72.1	108.0	170.1	173.4	190.2	163.3	130.6	69.4	1207.3
1965	34.9	21.1	18.3	34.7	70.5	99.1	140.1	219.0	226.8	220.1	161.8	74.9	1321.3
1966	37.6	12.7	20.3	36.0	57.7	131.0	163.8	202.3	217.0	158.4	139.3	62.5	1238.6
prom	42.3	21.3	20.7	34.3	64.3	103.8	154.1	198.8	215.5	173.2	143.0	79.2	1250.5

**Estación Quillota DGA .**

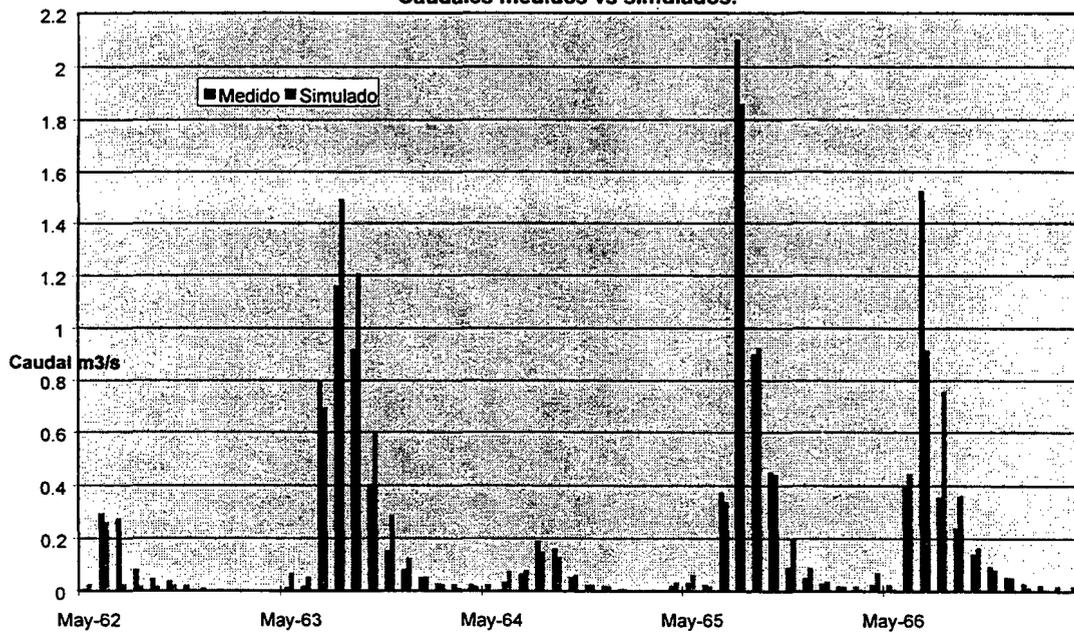
**Evaporación de bandeja. Promedios mensuales (mm). Balance Hidrologico Nacional DGA**

Año	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic	ene	feb	mar	abr	suma
prom	45.0	38.0	44.0	56.0	70.0	126.0	185.0	195.0	232.0	159.0	121.0	90.0	1361.0

**Figura IV.4.4.3-1**  
**Cuenca vertedero oriente embalse Lliu Lliu ( 26 km<sup>2</sup>)**  
**Calibración caudal medio mensual. Periodo may 1962 - abr 1967**



**Figura IV.4.4.3-2**  
**Cuenca vertedero oriente embalse Lliu Lliu ( 26 km<sup>2</sup>)**  
**Caudales medidos vs simulados.**



Puede apreciarse que el modelo muestra un comportamiento razonablemente satisfactorio, habida consideración de lo señalado anteriormente, relativo a los errores de los caudales del año 1963 y la ausencia de datos en el año 1965, para el cual los caudales de agosto, septiembre y octubre son estimaciones propias. El año 1964 es el que mejor se reproduce, mientras que en el año 1966 el modelo subestima el caudal del mes de julio y sobre estima el caudal de agosto y septiembre. Estas diferencias son las propias de un modelo mensual, en el cual la lluvia puede ocurrir a finales del mes reflejándose en los caudales del mes siguiente y no en el mes en que ocurre.

Con el proceso de calibración se obtuvo el siguiente conjunto óptimo de valores de los parámetros:

A	= 0,911
B	= 0,850
FC	= 6,000
ALFA	= 62,000
SCC	= 0,974
S MIN	= 0,230
SCRIT	= 0,805
HMAX	= 295,0
K	= 38,0
PMIN	= 0,09

Los valores anteriores se obtuvieron para las condiciones iniciales de grado de humedad del suelo  $S_{ini} = 0,01$  y flujo subterráneo  $EZ_{ini} = 0,001 \text{ m}^3/$ .

El significado de estos parámetros es el siguiente:

A	:	Coeficiente que multiplica el dato de lluvia con el fin de obtener la lluvia media sobre la cuenca.
B	:	Coeficiente que multiplica el dato de evaporación de bandeja con el fin de obtener la evapotranspiración potencial media sobre la cuenca.
FC	:	Tasa de infiltración correspondiente a suelo saturado ( $S=1$ ), en (mm/día).
ALFA	:	Variación de la tasa de infiltración por unidad de variación del grado de humedad, es decir, $ALFA = -df/ds$ .
Smin	:	Grado de humedad correspondiente al punto de marchitez permanente
Scrit	:	Grado de humedad crítico bajo el cual la tasa de evapotranspiración real decrece linealmente
Sc	:	Grado de humedad correspondiente a capacidad de campo
Hmax	:	Máxima lámina de agua contenida en el suelo saturado, en (mm)
K	:	Constante de tiempo del embalse subterráneo, en (días)
Pmin	:	Porcentaje de la lluvia que se manifiesta como escorrentía superficial inmediata.

Inicialmente se trabajó con un coeficiente  $A = 1,0$  o sea, el mismo valor de la memoria de E. Brown F. , pero posteriormente se le hizo variar con el fin de lograr una mejor aproximación a la lluvia promedio en la cuenca. El ajuste mejoró obteniéndose  $A=0,911$ . Según los datos pluviométricos, el promedio anual de lluvias en la cuenca Lliu Lliu es de 635,7 mm en el período 1962-63 a 1966-67, de modo que aplicando el coeficiente  $A = 0,911$ , la lluvia promedio en dicho período es de 579 mm.

Para el coeficiente B se mantuvo la cifra de 0,85 de la memoria de E. Brown F. por cuanto conduce a una evapotranspiración potencial de  $0,85 \cdot 1250,5 = 1063$  mm, cifra coincidente con la obtenida por CICA para esta misma cuenca en su estudio de Evapotranspiración potencial.

Como se indicó anteriormente, existe más información de caudales de la subcuenca O de Lliu Lliu pero no de lluvias. Para aprovechar esta información de caudales y comparar los valores simulados con los medidos en un período distinto al de la calibración, fue necesario estimar datos de lluvia. Para ello se efectuó una regresión lineal simple entre la lluvia mensual promedio en la cuenca de Lliu Lliu y la de la estación Limache, obteniéndose la relación  $PLiu\ Lliu = 1,4184\ PLimache$  con un coeficiente de determinación  $R^2=0,984$ . Esta regresión se presenta en la Figura IV.4.4.3-3.

En consecuencia se puede procesar el modelo con las lluvias de la estación Limache pero con un coeficiente  $A = 0,911 \cdot 1,4184 = 1,292$ , o bien,  $A = 1,3$ , en términos redondos.

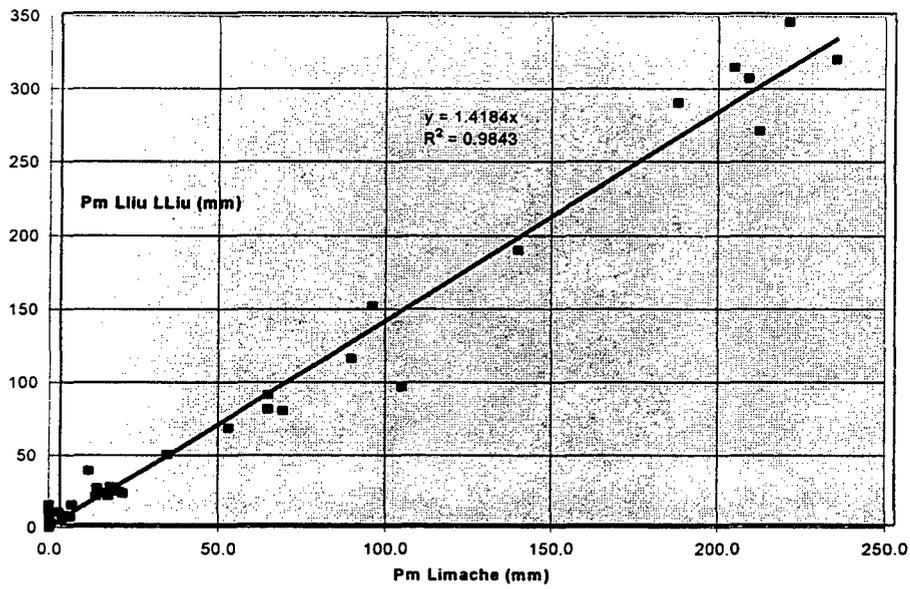
El modelo se procesó para todo el período 1962-63 a 1971-72 con las lluvias de Limache y el conjunto de parámetros obtenidos en la calibración, con la salvedad indicada para el coeficiente A.

En las Figuras IV.4.4.3-4 y IV.4.4.3-5 se presenta la comparación de valores en la forma de diagrama XY y de barras. Se advierte que los caudales simulados en el período 1962-63 a 1966-67 usado en la calibración son algo diferentes a los obtenidos en la calibración, lo cual se debe a que la regresión entre las lluvias de Limache y las de la cuenca de Lliu Lliu no reproduce exactamente éstas últimas. En la Figura IV.4.4.3-6 se muestra la comparación de los caudales medios anuales en la forma de diagrama XY.

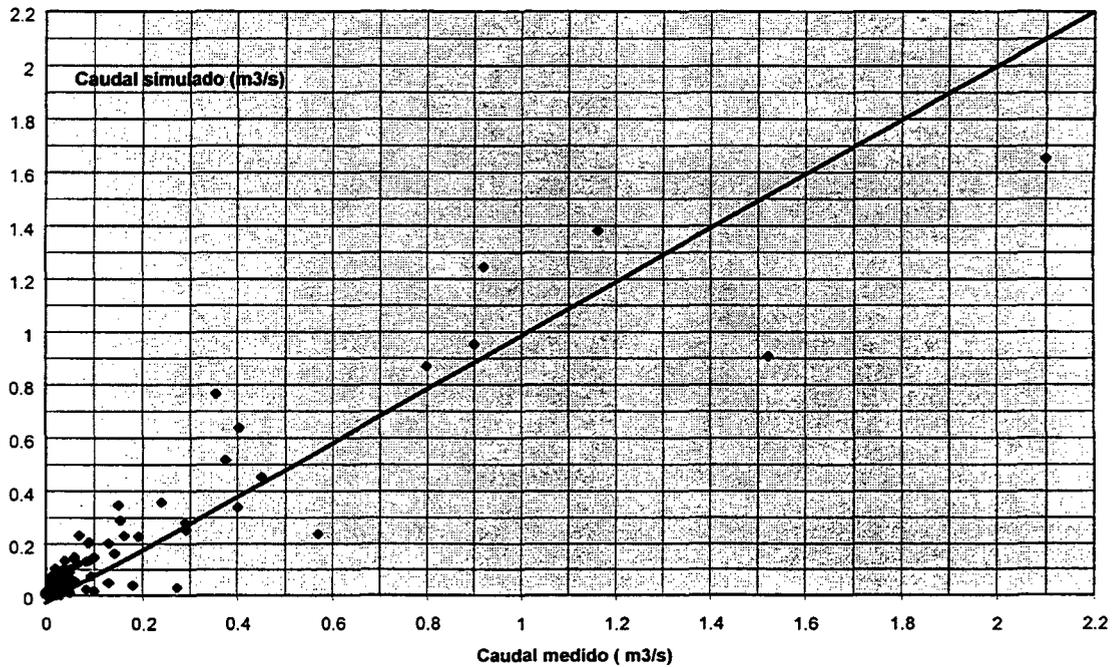
En los años siguientes, los caudales simulados están por encima y por debajo de los datos disponibles presentándose caudales simulados por exceso en varios meses de invierno de los años 1967 y 1969. En el año 1970 nuevamente el modelo subestima el caudal de julio, igual que en el año 1966, hecho que se debe, como se dijo, a la distribución de la lluvia mensual.

Dado que para el período 1967-68 a 1971-72 sólo se dispone de los datos de caudales medios mensuales del informe de CICA y que no existe información que permita juzgar la calidad de los mismos, se considera que el modelo permite representar adecuadamente los caudales de la subcuenca O del embalse Lliu Lliu y que es una herramienta válida para estimar los caudales en cuencas de similares características a las de Lliu Lliu, como es el caso de las cuencas sin control del valle Aconcagua.

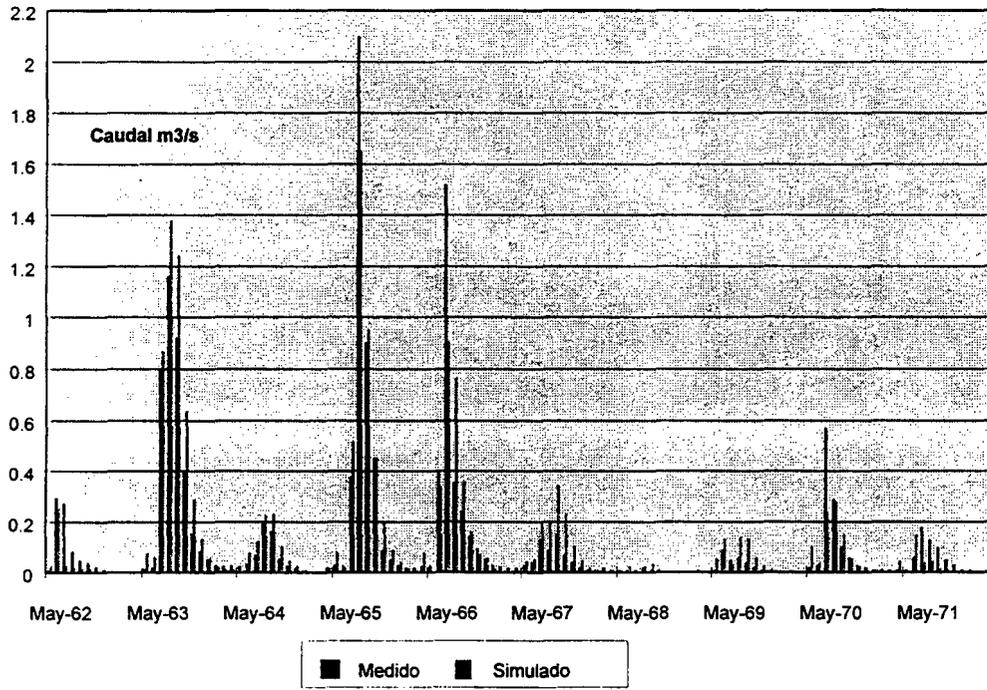
**Figura IV.4.4.3-3**  
**Relación Precipitación mensual**  
**Lliu Lliu vs Limache**



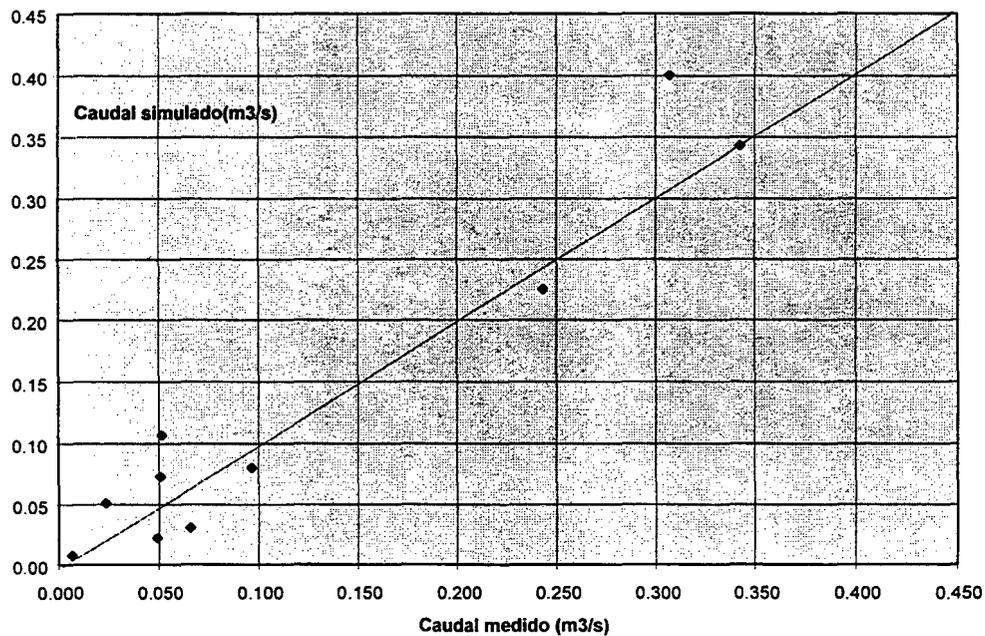
**Figura IV.4.4.3-4**  
**Cuenca vertedero oriente embalse Lliu Lliu ( 26 km²)**  
**Caudal medio mensual. Período may 1962 - abr 1972**



**Figura IV.4.4.3-5**  
**Cuenca vertedero oriente embalse Lliu Lliu ( 26 km<sup>2</sup> )**  
**Caudales medidos vs simulados.**



**Figura IV.4.4.3-6**  
**Cuenca vertedero oriente embalse Lliu Lliu ( 26 km<sup>2</sup> )**  
**Caudal medio anual. Periodo 1962-63 a 1971-72**



#### IV.4.4.4 Aplicación del Modelo

Utilizando la combinación de parámetros obtenida del proceso de calibración, se generaron los caudales de las cuencas sin control de Los Mayos, Las Mariposas, Améstica, Curacaví y Miraflores, cuencas que se identifican en el Plano de la Figura IV.4.4.4-1.

Empleando las isoyetas de precipitación media anual del estudio pluviométrico de la zona se determinó la precipitación media anual en cada cuenca. El cociente entre la lluvia media anual sobre la cuenca y la de la estación pluviométrica define el coeficiente **A** de cada cuenca.

En el Cuadro IV.4.4.4-1 se presenta la estadística de lluvias de la estación Curacaví, obtenida del estudio pluviométrico.

Los demás valores de los parámetros son los resultantes del proceso de calibración indicados más arriba.

En todas las cuencas generadas se usaron las condiciones iniciales de grado de humedad del suelo  $Sini = 0.01$  y flujo subterráneo  $Ezini = 0,001 \text{ m}^3/\text{seg}$ .

Para la evapotranspiración potencial se usaron los valores del estudio agroclimático, que son los siguientes:

#### **Evapotranspiración potencial valle de Curacaví (mm)**

<b>ABR</b>	<b>MAY</b>	<b>JUN</b>	<b>JUL</b>	<b>AGO</b>	<b>SEP</b>	<b>OCT</b>	<b>NOV</b>	<b>DIC</b>	<b>ENE</b>	<b>FEB</b>	<b>MAR</b>	<b>ANUAL</b>
102,0	62,0	34,0	23,0	30,0	58,0	98,0	138,0	169,0	181,0	170,0	141,0	1206,0

Para el coeficiente **B** se adoptó un valor igual a 1,0, pues se considera que la evapotranspiración potencial del estudio agroclimático es válida para las cuencas de interés.





En el Cuadro IV.4.4.4-2 se presentan los datos de área, lluvia anual, evapotranspiración potencial anual y coeficientes A y B de las cuencas de interés del valle. Además, se ha incluido el caudal medio anual, la escorrentía y la evapotranspiración real medias anuales obtenidos con el modelo MPL.

Las escorrentías obtenidas son muy parecidas variando entre los 257 y los 287 mm al año.

**CUADRO IV.4.4.4-2  
CARACTERÍSTICAS DE LAS CUENCAS  
DEL VALLE DE CURACAVÍ**

Cuenca	Area km <sup>2</sup>	Lluvia anual mm	Etp anual mm	Estación pluvio- métrica	Coficiente A	Coficiente B	Q medio anual m <sup>3</sup> /s	Escorrentía anual mm	Ereal anual mm
Los Mayos	24.8	340	1206	Curacaví	1.049	1.000	0.049	62	278
Las Mariposas	16.5	340	1206	Curacaví	1.049	1.000	0.032	61	279
Améstica	87.5	360	1206	Curacaví	1.111	1.000	0.199	72	288
Curacaví	42.3	320	1206	Curacaví	0.988	1.000	0.071	53	267
Miraflores	44.8	305	1206	Curacaví	0.941	1.000	0.067	47	258

Finalmente, las estadísticas de caudales generados en cada sector se presentan en los Cuadros IV.4.4.4-3 a IV.4.4.4-7 que siguen.











#### IV.4.5 CALIDAD DE AGUAS

##### IV.4.5.1 Generalidades

La calidad requerida para el agua depende de los fines para lo cual se la destine. Así, se tiene una gran variación de requerimientos en agua, ya sea bebida, uso industrial o riego. Como criterio de calidad, deben especificarse medidas de constituyentes químicos, físicos y bacteriológicos. Límites recomendados para la calidad del agua (Normas) pueden ser utilizados como guía para una adecuada protección y desarrollo de los embalses de agua subterránea.

El agua subterránea contiene sales transportadas en solución cuyo tipos y concentraciones dependen del lugar, movimiento y fuente de origen. Generalmente se encuentran proporciones más altas de constituyentes disueltos en el agua subterránea que en la superficial, debido al mayor contacto que tiene las primeras con los materiales solubles de los estratos geológicos. Las sales que se encuentran en el agua subterránea provienen principalmente de la disolución de materiales rocosos. En las zonas en que se recargan grandes volúmenes de agua a la napa subterránea tales como; río aluviales, la calidad del agua superficial infiltrante puede tener efecto sobre la del agua subterránea.

Las sales se agregan al agua subterránea que atraviesa suelos con productos solubles provenientes de la meteorización atmosférica y de la erosión producida por lluvias y corrientes de agua. El agua de exceso de riego que pasa a través de la zona de raíces de áreas cultivadas puede producir un incremento en la concentración de sales debido a la evapotranspiración. Entre los principales factores que influyen en el aumento de la concentración salina del agua percolada se tienen, entre otros; la estructura y tipo de suelo, facilidad del drenaje, cantidad de agua aplicada, tipo de cultivo y clima. Así, se encuentra alta salinidad en el suelo y el agua subterránea de climas áridos en los que el lavado, debido a lluvias, es inefectivo en la disolución de sales. Por otro lado, zonas de drenaje deficiente, en particular cuencas con drenaje interno, contiene altas concentraciones salinas.

El agua subterránea que atraviesa rocas ígneas disuelven sólo pequeñas cantidades de minerales debido a la composición relativamente insoluble de esas rocas, siendo los silicatos(sílice) el constituyente predominante.

Las rocas sedimentarias son más solubles que las ígneas y, debido a su alta solubilidad, combinada con su abundancia en la corteza terrestre, ellas aportan al agua subterránea constituyentes solubles en forma importante. Entre éstos se tiene a los cationes de sodio y calcio; a los aniones de bicarbonato, carbonato y sulfato. Los cloruros se encuentran en forma limitada bajo condiciones normales, sin embargo, el agua servida, o con intrusión salina son fuentes importantes de cloruros. Este elemento es un buen trazador natural debido a su baja interacción con el medio para la mayoría de las situaciones. Los nitratos normalmente no son constituyentes naturales importantes. Las concentraciones altas pueden indicar fuentes de contaminación pasada o presente.

##### IV.4.5.2 Calidad para Regadío de los Recursos de Agua en Cuenca del Puangue

Las aguas presentes en la hoya del Puangue, corresponden tanto a recursos propios de la cuenca como a los importados desde la hoya del río Mapocho a través del canal Las Mercedes, las cuales también presentan fracciones de aguas provenientes de la cuenca del Maipo alto debido los trasvases vía Canal San Carlos - Zanjón de la Aguada , aguas servidas de

Santiago - Interceptor Zanjón de la Aguada, ante lo cual su calidad físico-química está condicionada por la calidad de sus fuentes. En el presente capítulo se analizan y caracterizan las aguas considerando los aspectos mencionados.

En Chile, para evaluar la calidad físico-química del agua para uso en riego, se aplica la Norma Oficial Chilena N° 1333 Of. 78 modificada en 1987 "Requisitos de Calidad de Agua para Diferentes Usos" y la Norma NCh 1333/2. "Requisitos de Calidad del Agua para Diferentes Usos, Parte 2 Riego".

Para el presente análisis se contó con información generada por la Dirección General de Aguas, la Dirección de Obras Hidráulicas (ex Dirección de Riego) del MOP, y la correspondiente al presente estudio. La información de la Dirección General de Aguas se refiere a muestreos de aguas del río Mapocho en Pudahuel, Rinconada de Maipú, estero Puangue en Boquerón, estero Puangue en María Pinto y estero Puangue en Ruta 78 abarcando el período entre 1966 y 1988. En el segundo caso, se dispuso de resultados de muestreos realizados por la Dirección de Obras Hidráulicas (ex Riego) en el canal Las Mercedes para los meses de Mayo y Junio de 1997. Por último, durante el presente trabajo se colectaron y analizaron aguas en distintos puntos del estero Puangue, en B.T. canal Las Mercedes y en varios pozos del valle del estero Puangue, para los meses de Agosto y Septiembre de 1997.

Toda la información mencionada se presenta en el Anexo IV.4.5, ordenada por estación (punto de muestreo) y por fecha (Cuadro N°1 del anexo) y por punto de muestreo aquella correspondiente al año 1997 (Cuadro N°2 del anexo). La ubicación de los puntos de muestreo se muestra en el Plano IV.4.5-1.

#### a) Total de Sólidos Disueltos y Conductividad Eléctrica

El total de sólidos disueltos en el agua representa a todo el material en solución, esté ionizado o no. No incluye a los sedimentos en suspensión, ni coloides o gases disueltos. La conductividad eléctrica (C.E.), recíproco de la resistividad, se mide en mho (recíproco del ohm) o Siemens (S). Con fines de comparación, los resultados se expresan en mho/cm o S/cm. Debido a la magnitud de las condiciones en la práctica se utiliza como unidad el micromho/cm ( $\mu\text{mho/cm}$ ) o  $\mu\text{S/cm}$ . Existe una relación aproximada entre la conductividad eléctrica y la concentración salina del agua, comprendida entre 100 y 5.000 micromhos/cm a 25 °C, que lleva a las siguientes conversiones, siempre que sus composiciones químicas sean similares.

$$\begin{array}{lcl} 1 \text{ meq/l de cationes} & = & 100 \text{ C.E.} \times 10^6 \\ 1 \text{ p.p.m.} & = & 1,56 \text{ C.E.} \times 10^6 \end{array}$$

en que :

meq/l: miliequivalente por litro (milésima del peso equivalente de un gramo de ion por litro de solución).  
 p.p.m: partes por millón (una parte de ion en peso a un millón de partes de agua en peso).  
 C.E. : conductividad eléctrica.

Además se tiene que :

$$1 \text{ p.p.m.} \approx 1 \text{ mg/l (miligramo por litro)}$$

Si se mantienen las condiciones iniciales y no hay aportes de fuentes con calidad de agua distinta a la de origen, la concentración de los sólidos disueltos tenderá a aumentar en forma natural a medida que el agua atraviesa los suelos o escurre superficialmente, ya se trate de agua subterránea o superficial. La misma tendencia se produce para la conductividad eléctrica, la cual usualmente se utiliza con los mismos fines de análisis que el total de sólidos disueltos.

A continuación, se efectúa la caracterización de la calidad físico-química del agua en la zona de estudio principalmente sobre la base de la conductividad eléctrica y del total de sólidos disueltos.

Antiguas mediciones realizadas en Noviembre y Diciembre de 1970, respecto de la C.E. del agua superficial del Puangue indican un aumento paulatino de su concentración, teniendo un mínimo de 150  $\mu\text{mho/cm}$  unos 5 km. al Norte del cruce del Puangue en camino del Fdo. Lepe al Fdo. Crucero. Avanzando hacia el Sur, (sentido de escurrimiento del Puangue) la concentración va aumentando gradualmente siendo de 225  $\mu\text{mho/cm}$  en el cruce Lepe-Crucero, 280  $\mu\text{mho/cm}$  bajo el puente de carretera Santiago-Valparaíso, para llegar a 300  $\mu\text{mho/cm}$  en el cruce del camino de Las Rosas que queda ubicado aguas arriba de la canoa del Canal de Las Mercedes que cruza el Puangue. Toda la zona anteriormente descrita no tiene aportes superficiales de esteros afluentes al Puangue en la época en que se hicieron las mediciones.

La calidad del agua representativa de las características basales del estero Puangue puede apreciarse a partir de la información tomada por la DGA en el sector alto del estero (Puangue en Boquerón), como se muestra en el Cuadro IV.4.5.2-1. La C.E. es del orden de entre 160  $\mu\text{mho/cm}$  y 380  $\mu\text{mho/cm}$ .

CUADRO IV.4.5.2-1  
CALIDAD DEL AGUA DEL ESTERO PUANGUE EN BOQUERÓN  
VALORES ESTADÍSTICOS DEL PERÍODO 1969 A 1984

Parámetro	Unidad	NCh 1333	PROMEDIO(X)	DESVESTD	X-DSTD	X+DSTD
pH		5,5 - 9,0	7.6	0.4	7.3	8.0
Temperatura	[°C]	(1)	16.8	3.7	13.1	20.6
Calcio	[mg/L Ca]	(1)	30.7	9.4	21.3	40.1
Cloruros	[mg/L Cl]	200	11.1	9.1	2.0	20.2
Conductividad	$\mu\text{S/cm}$ a 25°C	(2)	267.5	111.0	156.4	378.5
Hierro	[mg/L Fe]	5	0.1	0.0	0.0	0.1
Magnesio	[mg/L Mg]	(1)	11.5	6.3	5.2	17.8
Sulfato	[mg/L SO <sub>4</sub> ]	250	27.6	27.0	0.7	54.6
Carbonatos	[mg/L CaCO <sub>3</sub> ]		1.4	3.4	0.0	6.8
Bicarbonatos	[mg/L HCO <sub>3</sub> ]		120.0	32.3	87.7	152.3
Sodio	[mg/L Na]		10.1	4.3	5.8	14.4
Potasio	[mg/L K]		0.8	0.6	0.2	1.4

FUENTE: Dirección General de Aguas

Las mediciones existentes respecto a la cantidad de sólidos disueltos del agua superficial del Puangue permiten visualizar un aumento paulatino de su concentración, variando entre cerca de 200 mg/l en el cruce del Puangue con la ruta Stgo.-Valparaíso, del orden de entre 370 mg/l y 440 mg/l en el sector del valle donde se ubica María Pinto y de más de 560 mg/l poco antes de la confluencia con el estero La Higuera. Lo anterior sobre la base de la información tomada en los meses de Agosto y Septiembre de 1997.

Aguas abajo del cruce de la canoa, el agua del canal de Las Mercedes empiezan a regar los terrenos bajo canal. Esta agua, proveniente del río Mapocho, venía con una concentración de alrededor de 800  $\mu\text{mho/cm}$  durante el muestreo de 1970. Valores medios de 2000  $\mu\text{mho/cm}$  se registraron en gran parte del canal en los análisis de calidad de las aguas del canal Las Mercedes del mes de Mayo de 1997, bajando a valores menores de 1700  $\mu\text{mho/cm}$  para el mes de Junio del mismo año, producto del efecto de dilución ocasionado por la esorrentía superficial generada por las abundantes precipitaciones registradas en el año mencionado. De esta forma, los derrames provenientes de regadío van a incrementar el agua del Puangue, haciendo subir bruscamente su conductividad. Lo anterior, unido a la constante descarga de la napa subterránea durante la temporada de riego, y al agregado de nuevos materiales a lo largo de su escurrimiento superficial hace que el contenido de sólidos disueltos siga aumentando. No obstante lo anterior, en general se estima que una conductividad inferior a 1.000  $\mu\text{mho/cm}$ , el caso del estero Puangue, es apta para todo uso, por lo cual en este escenario el agua superficial del Puangue no presenta restricciones por contenidos de sólidos disueltos o C.E. para su uso en riego.

En el Cuadro IV.4.5.2-2 se entregan indicadores estadísticos para las características de las aguas del río Mapocho en Rinconada de Maipú, según los controles de la DGA, cuya información completa se entrega en el Anexo IV.4.5.

## CUADRO IV.4.5.2-2

CALIDAD DEL AGUA DEL RÍO MAPOCHO EN RINCONADA DE MAIPÚ  
VALORES ESTADÍSTICOS DEL PERÍODO 1966 A 1989

Parámetro	Unidad	NCh 1333	PROMEDIO(X)	DESVSTD	X-DSTD	X+DSTD
pH		5,5 - 9,0	7.4	0.3	7.0	7.7
Temperatura	[°C]	(1)	14.7	3.1	11.5	17.8
Arsénico	[mg/L As]	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0
Boro	[mg/L B]	0.75	0.8	0.7	0.1	1.5
Calcio	[mg/L Ca]	(1)	123.1	31.1	92.0	154.2
Cloruros	[mg/L Cl]	200	144.6	57.3	87.3	202.0
Cobre	[mg/L Cu]	0.2	0.6	1.0	0.0	1.6
Conductividad	uS/cm a 25°C	(2)	1132.1	367.5	764.6	1499.6
Hierro	[mg/L Fe]	5	5.5	7.1	0.0	12.6
Magnesio	[mg/L Mg]	(1)	22.7	9.8	12.9	32.4
Sulfato	[mg/L SO <sub>4</sub> ]	250	244.8	72.4	172.4	317.2
Carbonatos	[mg/L CaCO <sub>3</sub> ]		0.5	2.7	0.0	3.1
Bicarbonatos	[mg/L HCO <sub>3</sub> ]		159.8	48.9	110.9	208.7
Sodio	[mg/L Na]		90.6	37.7	52.9	128.3
Potasio	[mg/L K]		6.8	3.6	3.1	10.4
Oxígeno dis.	[mg/L O <sub>2</sub> ]		5.6	2.6	2.9	8.2
Nitrato	[mg/l N/NO <sub>3</sub> ]		3.1	3.7	0.0	6.8

FUENTE: Dirección General de Aguas

Cabe destacar además, que las aguas del canal Las Mercedes experimentan un paulatino aumento de la salinidad (aumento de la C.E.), como se puede apreciar en la Figura V.4.5.2-1. Lo anterior debido a las recuperaciones de riego, evaporación etc. Este efecto es notorio cuando las aguas captadas en el río Mapocho vienen en cierta forma diluídas, lo que comenzó a ocurrir a partir de Junio de 1997. En este caso, la variación experimentada por las aguas del canal es de entre 380  $\mu\text{mho/cm}$  y 1700  $\mu\text{mho/cm}$ , entre la B.T. y el sector de María Pinto.

En mediciones efectuadas durante 1997 para determinar la calidad del agua de pozos profundos, se observa que varían en general, dentro de un rango parecido a las aguas superficiales. Así, en la zona del Puangue Superior se tienen medidas que van desde 225  $\mu\text{mho/cm}$  en el Pozo 3310-7100 C3, en la región norte de la zona, hasta 360  $\mu\text{mho/cm}$  en el Pozo 3320-7100 A12 y 370  $\mu\text{mho/cm}$  en el pozo A39 (Shell Ruta 78), frente a la localidad de Curacaví. Unos 5 km aguas abajo de Curacaví se registran 600  $\mu\text{mho/cm}$  (pozo B1). Siguiendo unos 7 km aguas abajo se registran unos 1600  $\mu\text{mho/cm}$  (pozo D15, Fundo El Sauce) y de 1700  $\mu\text{mho/cm}$  (pozo C2, al noreste de María Pinto), valores que se mantienen altos a lo largo del valle hasta su desembocadura en el Maipo.

De acuerdo a los resultados de la conductividad específica del agua subterránea medida, se manifiesta un sostenido incremento de la salinidad a los largo del flujo subterráneo superpuesto el efecto atribuible a la recarga con aguas riego provenientes del transvase del canal Las Mercedes, el cual se comienza a apreciar unos 6 a 7 km aguas arriba de María Pinto. Aún cuando, no es el alcance de este capítulo dar límites precisos de las concentraciones de salinidad tolerables ya que estas varían ampliamente según las diferentes plantas, la conductividad de las aguas estudiadas por sobre los 1.000  $\mu\text{mho/cm}$ , indican que se tendría alguna limitación para su uso en riego desde el punto de vista de la salinidad tolerable por los cultivos.

El tipo de drenaje también es importante en la relación existente entre el cultivo y la calidad del agua. De esta manera, en un suelo con buen drenaje y manejo del recurso se puede regar con agua de gran salinidad en forma satisfactoria. A la inversa, con agua de buena calidad y drenaje deficiente habrá una posibilidad de una concentración de sales que puede inutilizar el suelo.

La concentración del sodio es importante en la clasificación de un agua para su uso agrícola pues los iones de sodio en exceso desplazan a los de calcio produciendo una desfloculación del suelo con la consiguiente disminución de su permeabilidad.

Un criterio usado en la clasificación del agua, para regadío lo constituye el RAS, Razón de Adsorción de Sodio, función de las concentraciones de los iones sodio, calcio y magnesio expresados en miliequivalentes por litro, de acuerdo con la expresión siguiente :

$$RAS = \frac{Na}{\sqrt{\frac{Ca + Mg}{2}}}$$

Una clasificación del agua según el RAS está dada por el Diagrama de Wilcox, que es la siguiente:

RAS	Clase de Agua
< 10	Baja peligrosidad del Sodio
10 - 18	Media peligrosidad del Sodio
18 - 26	Alta peligrosidad del Sodio
> 26	Muy alta peligrosidad del Sodio

Todas las aguas subterráneas de la zona de estudio no presentarían mayores problemas de salinización de los suelos (relacionada con la reducción de su permeabilidad) ya que el  $RAS \leq 4$  en todos los casos.

Para el caso de las aguas del estero Puangue y canal Las Mercedes se tiene la misma situación, es decir, algunos riesgos de salinidad para los cultivos sensibles (alta C.E.), pero sin problema respecto del riesgo por sodio en el suelo.

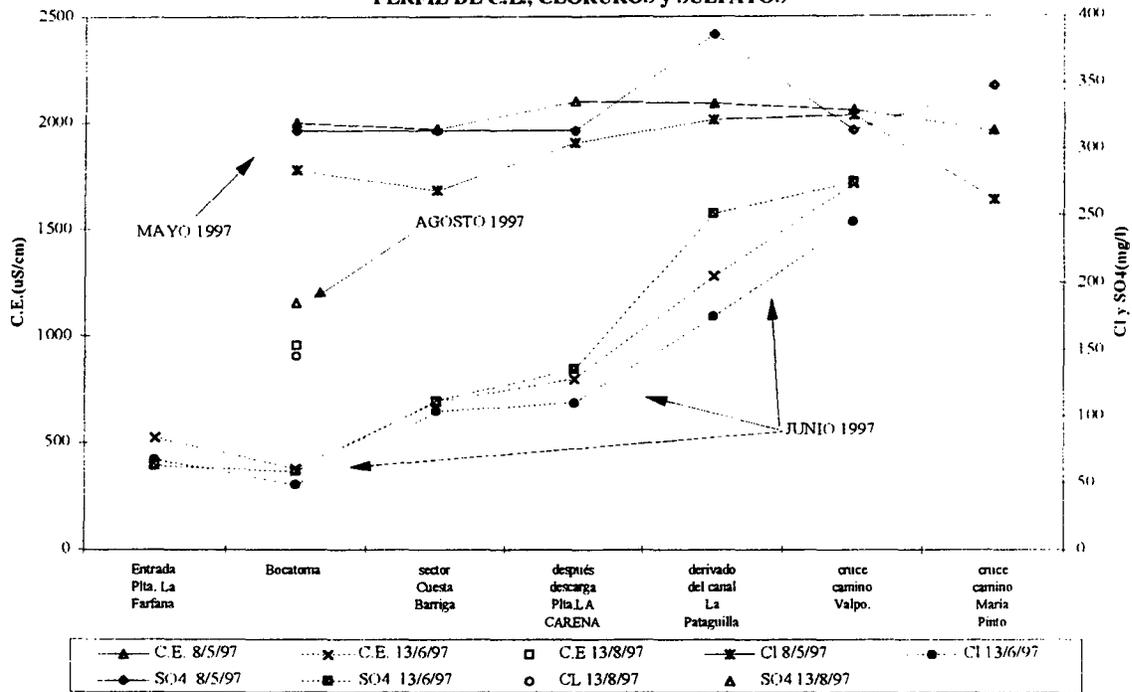
#### b) Constituyentes Físico-Químicos Principales

Para graficar mejor las tendencias espaciales y temporales de los parámetros más abundantes en las aguas del estero Puangue y canal Las Mercedes, se han preparado perfiles hidroquímicos a través de los mencionados cauces.

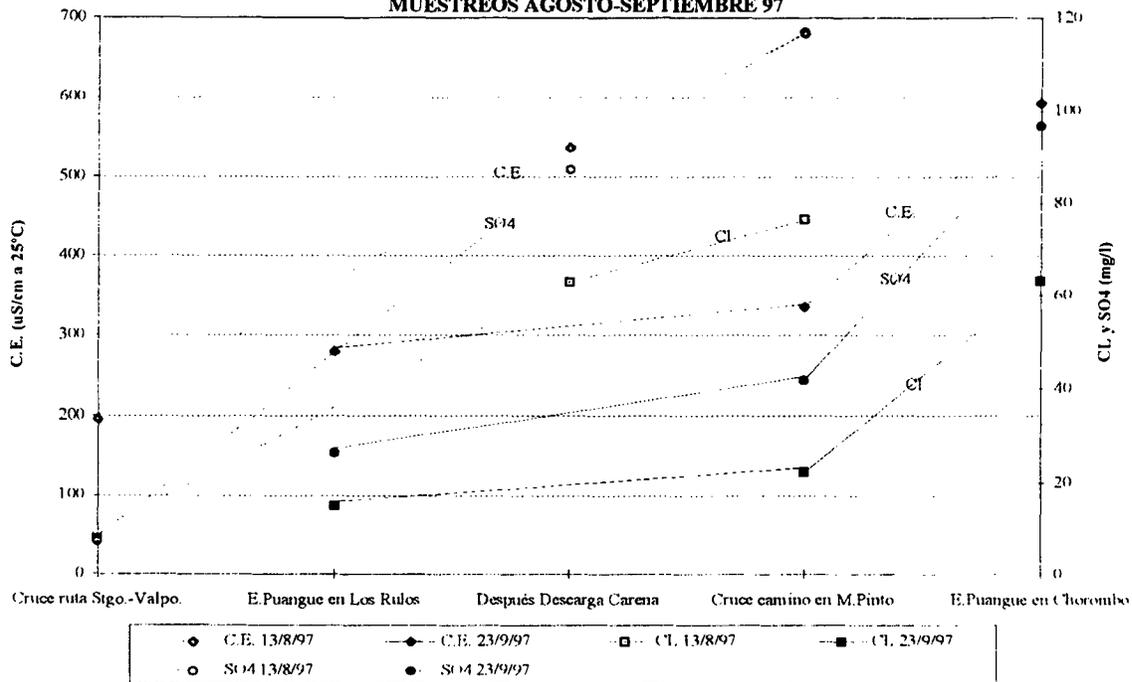
La Figura IV.4.5.2-1 muestra un perfil para el canal Las Mercedes entre la B.T. y María Pinto para los elementos C.E., Cl, y SO<sub>4</sub>. En la Figura IV.4.5.2-2 se muestra un perfil de Cl, SO<sub>4</sub> y C.E. para el estero Puangue entre la Ruta 78 y la localidad de Chorombo, antes de la confluencia con el estero La Higuera.

En la Figuras V.4.5.2-3 y V.4.5.2-4 se muestran las tendencias temporales de los contenidos de C.E., Cl y SO<sub>4</sub> en las aguas del río Mapocho en Pudahuel y Rinconada de Maipú, respectivamente.

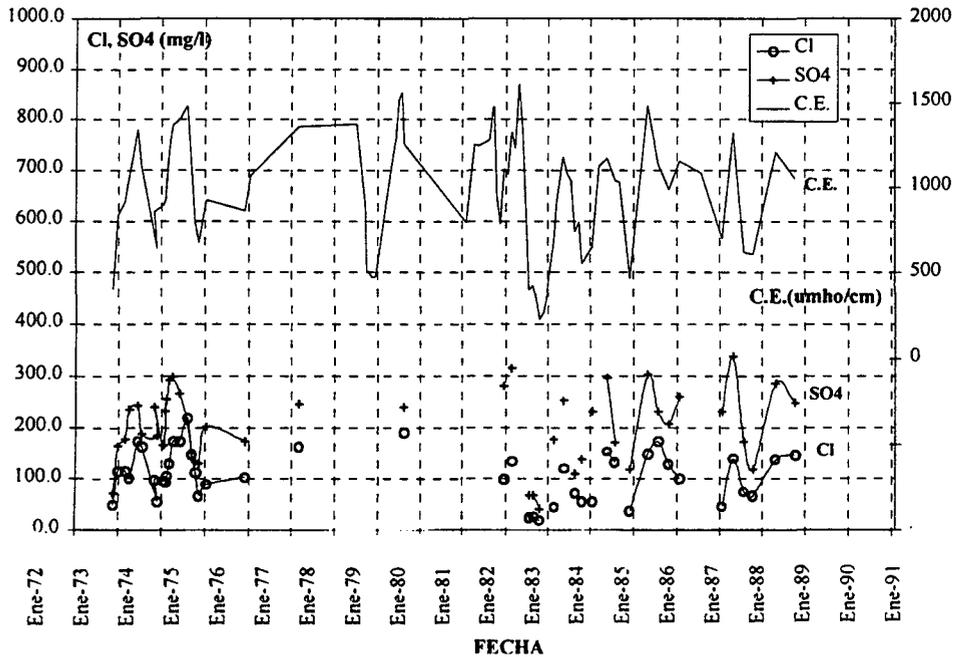
**FIGURA IV.4.5.2-1**  
**CANAL LAS MERCEDES**  
**PERFIL DE C.E., CLORUROS y SULFATOS**



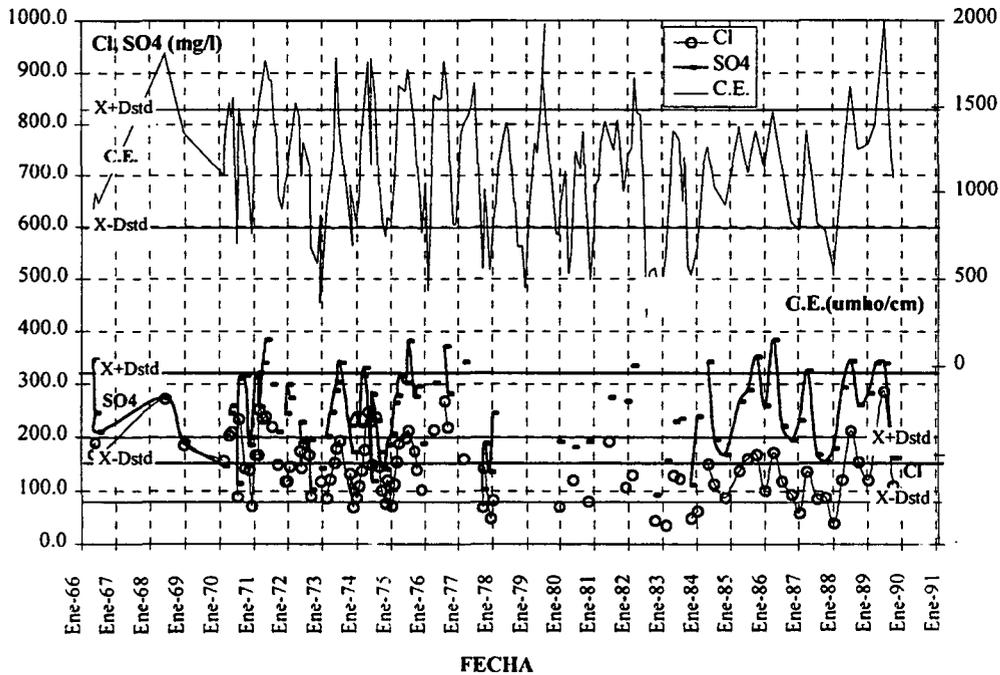
**FIGURA IV.4.5.2-2**  
**ESTERO PUANGUE**  
**C.E., CLORUROS Y SULFATOS**  
**MUESTREOS AGOSTO-SEPTIEMBRE 97**



**FIGURA IV.4.5.2-3**  
**TENDENCIA TEMPORAL C.E., CLORUROS Y SULFATOS**  
**RÍO MAPOCHO EN PTE. PUDAHUEL**



**FIGURA IV.4.5.2-4**  
**TENDENCIA TEMPORAL C.E., CLORUROS Y SULFATOS**  
**RÍO MAPOCHO EN RINCONADA DE MAIPU**



De acuerdo con lo anterior y, sobre el análisis de los constituyentes físicos y químicos que tienen injerencia en el agua para su uso agrícola, se observan los siguientes hechos generales:

- Las aguas del río Mapocho en las cercanías de la captación del canal Las Mercedes presentan contenidos que sobrepasan los límites máximos según la norma de riego para los elementos: **C.E.** entre 760  $\mu\text{mho/cm}$  y 1.500  $\mu\text{mho/cm}$ , los **Cloruros**, con máximos cerca del límite máximo de 200 mg/l, los **Sulfatos**, con valores sobre 250 mg/l hasta máximos del orden de 320 mg/l, y el Boro con valores superiores a 0,75 mg/l y hasta del orden de 1,5 mg/l. Todo lo anterior, según los registros históricos de la DGA entre 1966 y 1989.
- Las del canal Las Mercedes presentan valores excedidos para los mismos elementos antes mencionados, además del **Hierro** y **Manganeso**.
- Las aguas del estero Puangue antes de la influencia del canal Las Mercedes, cumplen con la norma de riego. Aguas abajo de Curacaví se observa que sólo se excede el **Molibdeno**. Cabe consignar que lo anterior se basa en los muestreos de Agosto y septiembre de 1997, año bastante lluvioso y, por ende, con una componente de dilución muy importante.
- Las aguas subterráneas del valle del Puangue exceden los límites para los **Cloruros** (leve), el **Manganeso**, el **Hierro** y el **Molibdeno**.

Respecto del alto contenido de **Boro** en el canal Las Mercedes asociado al río Mapocho, cabe mencionar que aún cuando es fundamental para el crecimiento de las plantas su exceso puede ser nocivo ya que produce efectos fitotóxicos en algunos cultivos. Los cultivos más sensibles al Boro son las manzanas, uvas, cerezas, damascos, alcachofas y los cítricos.

El **Cloruro**, elemento común en las aguas naturales es un buen indicador de la salinidad y está asociado al ión Sodio. Debido a esta relación es que su abundancia puede limitar el uso del agua en riego. Es un elemento estable que no se altera por efectos de intercambio iónico, adsorción o actividad biológica.

El **Sulfato** aún cuando es limitado por la norma de riego a un máximo de 250 mg/l, actualmente se le considera dañino para el riego por su aporte a la salinidad general. Combinado con el Magnesio puede producir efectos laxantes en las personas.

El **Hierro** es esencial para el hombre en bajas concentraciones. En exceso produce problemas de olor, color y sabor en el agua. Puede contribuir a la acidez del suelo, reducir la disponibilidad del Fósforo y del Molibdeno para las plantas y cuando se aplica por aspersión puede producir depósitos en las hojas. Normalmente se encuentra en las aguas subterráneas con pH entre 6 y 8 y cuando la concentración del Bicarbonato es baja.

El **Manganeso** presenta una geoquímica muy similar a la del Hierro. En aguas naturales la concentración del Mn suele ser menos de la mitad de la del Fe. Aunque el Mn es esencial para el desarrollo de las plantas, puede ser tóxico en suelos ácidos a niveles sobre varias décimas de mg/l hasta unidades de mg/l. En condiciones normales la fuente principal de este elemento es el suelo mismo por procesos de descomposición meteórica.

Por último, el **Molibdeno** que se encuentra en pequeñas cantidades en las aguas naturales (generalmente  $< 0,1$  mg/l), es esencial para el crecimiento de las plantas cuando se presenta en baja cantidad. Su exceso reduce el crecimiento y provoca acumulaciones indeseables en los tejidos. También se ha comprobado que se fija y acumula irreversiblemente en el suelo. No siendo tóxico para las plantas sí lo puede ser para el ganado alimentado con pastos cultivados en suelos con alto contenido de Mo.

c) Calidad Bacteriológica

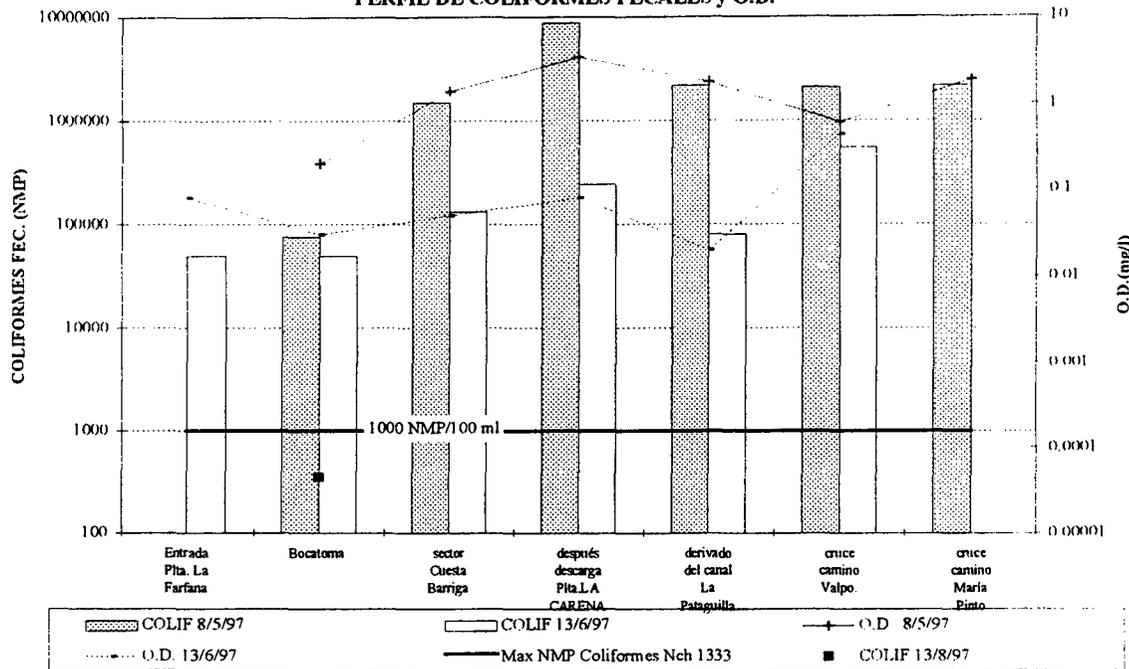
En las Figuras IV.4.5.2-5 y IV.4.5.2-6 se muestran perfiles de Coliformes y oxígeno disuelto para el canal Las Mercedes, según muestreos realizados en 1997 y de Coliformes para el estero Puangue, según muestras de Agosto y Septiembre de 1997, respectivamente.

La calidad bacteriológica de las agua subterráneas es buena al menos en las captaciones de napas profundas, no así en las captaciones de napas más superficiales, las que se encuentran fuertemente influenciadas por fuentes de contaminación biológica.

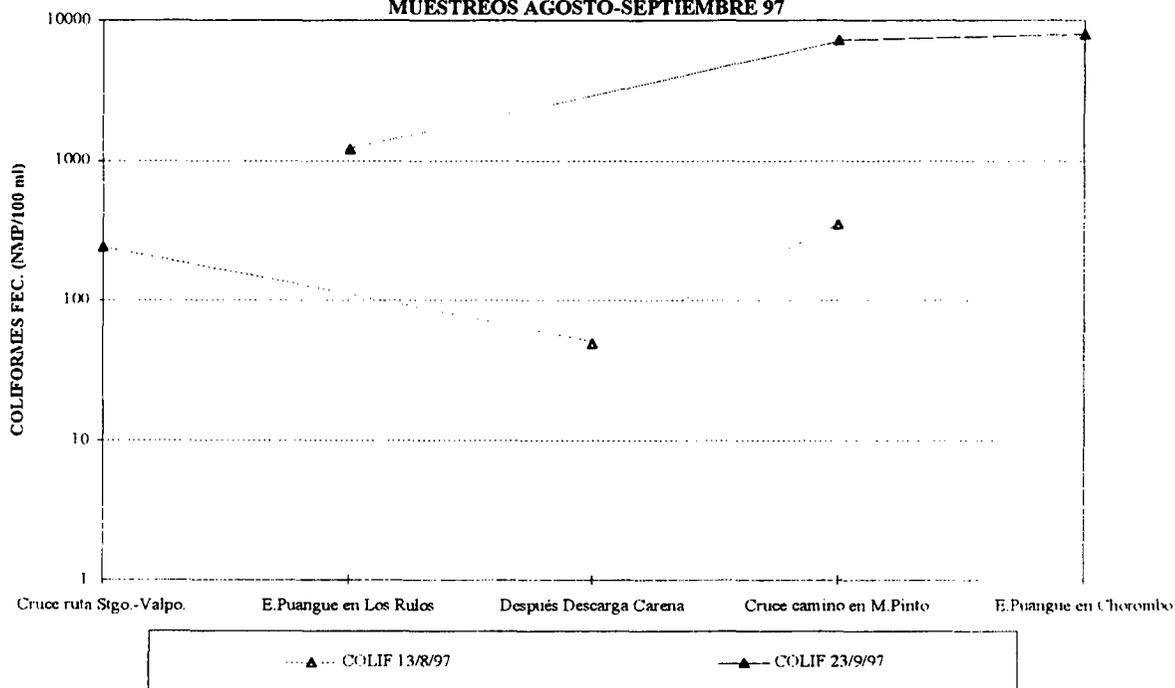
Las aguas del canal Las Mercedes contienen muy altos contenidos de Coliformes (>100.000 NMP) debido a las aguas servidas que colecta el río Mapocho, situación que se irá revirtiendo a medida que se construyan las plantas de tratamiento previstas. Para el estero Puangue se detectaron valores altos (de entre 1.000 y 10.000 NMP) pero mucho menores que el canal en el mes de agosto, bajando a cifras inferiores a 1.000 NMP en Septiembre.

Sin duda que la deficiente calidad bacteriológica de las aguas del valle del Puangue se debe al trasvase de aguas contaminadas del río Mapocho, situación que se revertirá una vez en marcha los programas de tratamiento contemplados para el Gran Santiago.

**FIGURA IV.4.5.2-5**  
**CANAL LAS MERCEDES**  
**PERFIL DE COLIFORMES FECALES y O.D.**



**FIGURA IV.4.5.2-6**  
**ESTERO PUANGUE**  
**COLIFORMES FECALES**  
**MUESTREOS AGOSTO-SEPTIEMBRE 97**



## IV.4.6 DERECHOS DE AGUA

IV.4.6.1 Situación Jurídica de las Aguas Depuradas

A continuación se desarrolla un análisis jurídico relacionado con el uso que se pretende dar a las aguas depuradas que se obtendrán en la Planta de Tratamiento Santiago Sur, respecto de lo cual interesa precisar si la entidad que produciría esos recursos - EMOS S.A. - puede disponer de ellas y en qué condiciones.

En primer término, cabe hacer presente que la Ley N° 18.777 en su Artículo 3°, autorizó al Estado para desarrollar actividades empresariales en materia de agua potable y alcantarillado y dispone, en lo que interesa, la constitución de la Empresa Metropolitana de Obras Sanitarias S.A. (empresa del tipo Sociedad Anónima en que el estado tiene participación por medio de CORFO), continuadora legal de la Empresa Metropolitana de Obras Sanitarias (empresa netamente estatal y del mismo nombre de la actual), cuyo objeto, según su artículo 2°, "será producir y distribuir agua potable; recolectar, tratar y evacuar las aguas servidas y realizar las demás prestaciones relacionadas con dichas actividades, en la forma y condiciones que establezcan esta ley y las demás normas que les sean aplicables".

De esta forma, corresponde a EMOS S.A., por disposición legal, la concesión del tratamiento de las aguas servidas dentro de su área territorial, de lo cual emana su obligación de cumplir con dicho tratamiento.

A este respecto, cabe agregar que en la parte final del artículo 3° del D.F.L. N° 382, de 1989, del Ministerio de Obras Públicas, que contiene la Ley General de Servicios Sanitarios, se dispone que: "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".

En estas condiciones, por constituir el tratamiento de las aguas servidas uno de los aspectos que comprende la concesión sanitaria, EMOS S.A. se encuentra facultada para cobrar en sus tarifas un valor por dicho concepto.

Por tal razón, en el Decreto N° 64, de 1995, del Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción que, actualmente, aprueba las fórmulas tarifarias para obtener los precios unitarios y cargos fijos aplicables al suministro de agua potable y al servicio de alcantarillado entregados por EMOS S.A., en su punto 2.6, se establece la normativa que regula el incremento de la variable CV8 (carga variable por disposición de aguas servidas) por tratamiento de aguas servidas para la cuenca.

EMOS S.A. es titular de diversos derechos de aprovechamiento, tanto de aguas superficiales como subterráneas, con los cuales sirve la función de producir agua potable, que luego distribuye a los usuarios y que una vez usadas por éstos son conducidas por los colectores hasta los lugares en que se realiza la entrega para los efectos de su disposición y, en todas esas fases, las aguas se encuentran bajo la potestad jurídica de la Empresa, 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, de 1982, del Ministerio de Obras Públicas, ya referido, norma esta situación, estableciendo 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 EMOS 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.

Si bien, en la actualidad, ocurre que tales aguas servidas - que constituyen jurídicamente derrames - son evacuadas hacia algunos cauces naturales incrementando su caudal, esto debe entenderse como una mera liberalidad de EMOS S.A., que no otorga derecho alguno a los terceros que podrían beneficiarse con la existencia de dichos recursos, aún cuando esta situación se haya mantenido por largo tiempo, aplicando al respecto las normas de los artículos 54 y 55 del Código de Aguas. Por lo demás, no cabe dudas que dicha situación, se irá modificando en el tiempo, con la construcción de plantas de tratamiento.

Por este motivo, y, en lo particular, como a EMOS S.A. le asiste la obligación legal de tratar las aguas servidas, no existe inconveniente alguno para que una vez producido ello, - etapa en la cual aun es dueña de las aguas -, la Empresa 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 EMOS S.A. decida ofrecerlas a terceros, para su empleo en regadío o en otros usos distintos del consumo humano, la Empresa podrá fijar un precio de venta o entrar en negociaciones con interesados titulares de derechos de aprovechamiento, para lograr objetivos tales como una venta o la permuta de esos derechos por determinados volúmenes de aguas tratadas, solución ésta última que resultará conveniente para los usuarios considerando que la producción de aguas depuradas constituye un caudal permanente y constante.

Respecto del precio que pudiera cobrar EMOS S.A. por las aguas tratadas, no cabe dudas, que como éste no lo fijará la Autoridad, su determinación tendrá que observar las variantes existentes en el mercado de las aguas, debiendo tenerse en consideración que los posibles interesados en la utilización de dichas aguas se verán enfrentados a decisiones relacionadas con una adecuada asignación de los recursos de que disponen; de manera que será el mercado el que en definitiva condicionará u orientará la determinación del precio del agua tratada, al interactuar libremente en él los distintos agentes económicos interesados en tal recurso.

Con todo, si en las tarifas que cobre EMOS S.A., en la fecha en que decidiera comercializar las aguas tratadas, existiera un valor de recargo representativo de ese tratamiento en la cuenca a que se refiere este Estudio, correspondería que ese factor sea eliminado o rebajado proporcionalmente, según el caso, respecto de los usuarios a quienes les afectare cobro por dicho concepto.

#### IV.4.6.2 Algunas Consideraciones del Sistema de Mercado de Aguas en Chile.

Por tener directa relación con la materia que comprende este Informe, en cuanto se prevé el intercambio y/o transferencia de derechos de aguas que se producirá entre EMOS S.A. y titulares de los mismos en el sector a que se refiere el Estudio, ya que éstos constituyen los potenciales usuarios de las aguas tratadas, se ha estimado necesario efectuar algunos comentarios

respecto del sistema del mercado de aguas en Chile, especialmente, en lo que se refiere a las facilidades y obstáculos que presenta este sistema en nuestro país, a la luz de la normativa legal que lo rige.

La normativa legal que, en el tiempo, ha regulado la concesión u asignación del recurso agua, ha sido cambiante, partiendo desde un sistema relativamente descentralizado, como lo es el Código de Aguas de 1951 (Ley 9.909), a otro centralizado ( D.F.L. 162, de 1969, que fijó el texto sistematizado del Código de Aguas modificado por la Ley 16.640, de 1967, sobre Reforma Agraria), hasta culminar en el actual Código de Aguas (D.F.L. N° 1.122, de 1981, del Ministerio de Justicia), que entró en vigencia con fecha 29 de Octubre de 1981, que contiene una marcada inspiración dirigida a establecer una libre transacción de los derechos de aprovechamiento, posibilitando así la creación de un mercado de aguas, buscando un objetivo central, cual es, lograr una adecuada reasignación de los derechos.

A mayor abundamiento, el artículo 19 N° 24, inciso final, de la Constitución Política, le ha dado rango constitucional a los derechos de aprovechamiento al establecer que: "Los derechos de los particulares sobre las aguas, reconocidos o constituidos en conformidad a la ley, otorgarán a sus titulares la propiedad sobre ellos".

La norma constitucional concuerda con la nueva institucionalidad que plantea que los derechos de propiedad deben ser claramente definidos como privados, exclusivos y enajenables, para que sus dueños puedan intercambiarlos libremente a través de mecanismos de mercado.

Por ello, en cuanto a los derechos que concede el Estado en materia de aguas, debe recordarse que si bien el artículo 5° del Código de Aguas considera que las aguas son bienes nacionales de uso público, aquél crea un derecho de aprovechamiento sobre las aguas, derecho éste que tiene las mismas garantías constitucionales de la propiedad. En virtud de este derecho los particulares pueden usar, gozar y disponer de él a su entera libertad.

Incluso, y éste es un aspecto relevante en las nuevas políticas de liberalización introducidas a la legislación de aguas, el titular del derecho de aprovechamiento puede separar el agua del terreno en que estaba siendo usada primitivamente, esto es, puede transferir libremente su derechos de aguas, en forma separada de la tierra, para que el nuevo titular pueda utilizar las aguas en cualquier otro lugar de la cuenca o incluso en una diferente, sin perjuicio de las autorizaciones que deberán obtenerse previamente.

Ello se traduce en la norma del artículo 317 del Código de Aguas, que establece: "En los actos y contratos que importen la transferencia del dominio de un bien raíz o de un establecimiento para cuya explotación se requiera utilizar derechos de aprovechamiento de aguas, deberá señalarse expresamente si incluyen o no tales derechos. Si así no se hiciere, se presumirá que el acto o contrato no los comprende".

La actual legislación de aguas consagra una total libertad para el uso del agua a que se tiene derecho, pudiendo los particulares destinar las aguas a las finalidades o tipos de usos que deseen. Y esta libertad es permanente. No es necesario que al solicitar los derechos los interesados justifiquen uso futuro alguno. Tampoco es necesario que en las transferencias de derechos de aguas se respeten los usos anteriores, y libremente las aguas pueden cambiar su destino, por ejemplo, de riego a consumo humano, como resulta frecuente en el último tiempo a raíz del proceso de urbanización o de cambio del destino de los suelos, de agrícolas a habitacionales.

La única limitación dice relación con la cantidad de agua que se puede extraer desde la fuente natural, exigiéndose el respeto de la condición del derecho; así, si el derecho es consuntivo es posible el consumo total del agua captada; o sólo es posible su mero uso si es un derecho no consuntivo.

En fin, en cuanto al uso de las aguas, la legislación vigente, en virtud de su deseo de dar libertad de acción a los particulares en materia económica, no obliga a los titulares de derechos de aguas a utilizar efectivamente los caudales a que tienen derecho, sin que exista, por tanto, riesgo de caducidad alguno.

Así, los titulares de derechos libremente usarán o no las aguas, y esperarán también libremente, de acuerdo a las condiciones de mercado, el momento apropiado para usarlas, o para enajenarlas a quien desee usarlas.

Todo esto apunta al principio general de la autonomía privada en el manejo y planificación del recurso.

En suma, los derechos se adquieren del Estado gratuitamente, sin pagar tarifas ni impuestos. Si hay existe disponibilidad del recurso, la Dirección General de Aguas conforme al artículo 141, inciso final del Código de Aguas, debe otorgar el derecho, terminando así con el procedimiento contenido en la legislación anterior, de otorgar derechos provisionales y hacerlos definitivos sólo después de construidas las obras necesarias para su uso.

Con todo, y no obstante el deseo del legislador y que los usuarios valoran la posibilidad de comprar y vender derechos de aguas libremente, y de cambiar sus destinos y modos de usos, existen algunos obstáculos o vacíos de orden legal, cultural y económicos que perturban o dificultan el funcionamiento de un mercado de aguas, lo que explica la razón por la cual, en la práctica, las transacciones efectuadas han sido bastante limitadas.

Al efecto, como inconveniente se ha observado que existen en Chile no sólo derechos de aguas inscritos en el Registro especial de Propiedad de Aguas, a cargo de los Conservadores de Bienes Raíces, al que se refieren los artículos 112 y siguientes del Código de Aguas, sino que también existen una gran cantidad de usos consuetudinarios y efectivos de aguas, cuyos títulos no están inscritos.

Ello, genera problemas de certeza en cuanto a los títulos, pues el sistema de inscripciones y de archivos no es completo, de lo que se sigue, que la existencia de muchos derechos de aguas no inscritos, que son consuetudinarios, que no están regularizados, y que no es obligatorio para sus titulares o usuarios registrar, cuyo valor y eficacia resulta difícil de constatar, impiden un funcionamiento efectivo de un mercado, precisamente, por falta de esa certeza jurídica.

Por otra parte, el Catastro Público de Aguas que debe llevar la Dirección General de Aguas por mandato del artículo 122 del Código del ramo, como es obvio, sólo registra los derechos de aprovechamiento que en el tiempo ha otorgado la Autoridad, pero no contiene datos respecto de los adquiridos por otras vías - por ejemplo de aquéllos que se regularizan o determinan conforme a los artículos 1º, 2º y 5º transitorios del Código de Aguas - y tampoco sobre la transferencia que de los mismos pudieran haberse producido una vez constituidos.

Del mismo modo, las organizaciones de usuarios suelen tener registros de sus propios miembros y sus derechos, los que en la práctica son a menudo los más adecuados y

actualizados de todos, pero, tal como los Registros de la Dirección General de Aguas, no sirven como títulos legales.

Por otra parte, se han apreciado obstáculos administrativos que dificultan el ejercicio de los derechos de aguas una vez transferidos, como quiera que el traspaso de ellos usualmente requerirá la utilización de una infraestructura física distinta en su lugar de aprovechamiento, tales como: diferentes canales, obras de captación, o alteración, en su caso, de marcos partidores y otras obras de ingeniería, cuyos costos deben ser asumidos por el adquirente del derecho.

Ello implicará que el adquirente de los derechos, antes de poder utilizar las aguas, deberá realizar gestiones administrativas, primero ante la Dirección General de Aguas, y en su caso, ante la organización de usuarios respectiva, para obtener autorizaciones, que posibiliten su empleo en el punto en que se desean utilizar, lo que afectará la oportunidad y flexibilidad necesarias que debieran tener esas transacciones, generando un costo de tiempo u oportunidad de uso para el comprador.

Al efecto, el artículo 163 del Código de Aguas establece que todo traslado del ejercicio de los derechos de aprovechamiento en cauces naturales deberá efectuarse mediante una autorización del Director General de Aguas, la que debe tramitarse como cualquier solicitud de derechos de aprovechamiento, esto es, mediante presentación ante el órgano administrativo competente, con las formalidades legales, y efectuándose las publicaciones legales correspondientes (Arts. 130 y siguientes del Código de Aguas); petición que puede originar oposición de terceros que sientan afectados sus derechos y significar todo ello una larga tramitación en la Dirección General de Aguas, Contraloría General de la República y aún, los Tribunales de Justicia que, eventualmente, pudieran llegar a conocer del asunto por la vía del recurso de reclamación contemplado en el artículo 137 del Código de Aguas.

Luego de obtenerse tal autorización, en ocasiones, deberá efectuarse ante la misma Dirección General de Aguas y siguiendo el mismo procedimiento (Solicitud, publicaciones, etc), un trámite posterior que contemplan los artículos 151 y siguientes del Código de Aguas, referente a la construcción, modificación, cambio y unificación de bocatomas, al que deberán acompañarse planos, memorias y otros antecedentes técnicos justificativos.

En conclusión, para que pueda operar con mayor fluidez un mercado de aguas, incentivando la realización de transacciones que tiendan a una mejor asignación del recurso, desde el punto de vista jurídico, se hace necesario, como se ha expresado, remediar mediante su regulación legislativa, algunas deficiencias que afectan, por una parte, la certeza de los derechos, que se logrará mediante la inscripción en los Registros pertinentes de los títulos no inscritos y por otra, modificar las rigideces administrativas que demoran el ejercicio efectivo de los derechos transados.

Aparte de los impedimentos al mercado de aguas ya descritos, se aprecia una cierta resistencia cultural a la plena comercialización del agua, debido a tradiciones y mentalidades bien arraigadas en Chile. Pese al intento claro del Código de Aguas, son muchos los agricultores que aún no piensan que el agua debiera ser tratada como cualquier bien comerciable, ni tampoco conciben que debiera ser separada de la tierra.

Por último, existen factores netamente económicos que afectan al mercado de aguas, los que también influyen en la cuestión de la eficiencia del uso del agua de riego, haciendo que la relación entre valor y precio del agua sea poco clara y hasta un tanto contradictoria. Al respecto, existe una idea bastante generalizada en cuanto a que el valor del agua es mucho mayor que su

precio, significando ello que el agua vale más para sus dueños actuales que la compensación monetaria ofrecida por los potenciales compradores.

Y lo anterior, ya que para los agricultores, en general, incluso con las nuevas tecnologías que mejoran la eficiencia del uso del agua, no resulta atractivo vender la parte sobrante de que pudieran disponer, ya que esos recursos funcionan como un seguro para enfrentar épocas de sequía y tal reserva no tiene para ellos costo alguno.

#### IV.4.6.3 Derechos de Agua Subterránea Constituidos

El análisis de la situación de los derechos de aguas subterráneas en el área de estudio se ha basado en el censo de captaciones efectuado en toda el área de interés y en la información disponible en los registros existentes en la Dirección General de Aguas del Ministerio de Obras Públicas.

La revisión se efectuó hasta Diciembre de 1996, procurando identificar aquellos derechos constituidos a la fecha.

En el Cuadro IV.4.6.3-1 se presentan los derechos de agua subterránea constituidos, con su correspondiente número y fecha de resolución, código del expediente, coordenadas U.T.M., caudal asociado y coordenadas B.N:A que relacionan los derechos constituidos con el catastro realizado. La ubicación de los Derechos Constituidos se muestra en el Plano IV.4.6-1 a escala 1:50.000.

Según los antecedentes recopilados en la Dirección General de Aguas, en el área existen 27 derechos de agua subterránea constituidos que tienen asociados un caudal total de 1167 l/s.

Cabe señalar que entre ellos se encuentran 7 derechos constituidos por un año; con un caudal involucrado de 472 l/s, los cuales no estarían vigentes a la fecha. En esta situación se encuentran los derechos constituidos a través de las resoluciones N° 824 del año 1959, N° 2425 del año 1961 y N° 870 del año 1964, en favor de los señores: Enrique Budge Zañartu, Víctor Braun Page y Guillermo Barros Hurtado, respectivamente.

A través del Cuadro IV.4.6.3-2, que resume la información contenida en el Cuadro IV.4.6.3-1, se puede notar la distribución de derechos constituidos a nivel comunal en el área de estudio. Es así como se observa que la comuna de María Pinto presenta 14 captaciones que involucran un 67% del caudal total, y los 13 derechos restantes, pertenecen a la comuna de Curacaví, cuyo caudal asociado corresponde al 29% del caudal total.

También este cuadro indica el porcentaje de identificación logrado a través del catastro realizado en el área sobre los derechos constituidos registrados en la Dirección General de Aguas. En este sentido se obtuvo que de un total de 27 derechos constituidos en el área de estudio, se identificaron 27 a través de la campaña de terreno, es decir, un 100% del total.

**CUADRO IV.4.6.3-1  
DERECHOS DE AGUA SUBTERRANEA CONSTITUIDOS**

Nº	TITULAR DEL DERECHO	EXPEDIENTE	RESOLUCIÓN	COORDENADA			CORDENADAS U.T.M		PROVINCIA	COMUNA	TIPO DERECHO	EJERCICIO DERECHO	CAUDAL l/s	TIPO DE USO	PROF.	AREA PROT.
				B.N.A.	NORTE	ESTÉ										
1	INMOBILIARIA E INVERSIONES PATRIMONIO LTDA	ND-1305-212	304 (26/4/96)	3320	7100	A 30*	6.303.226	298.400	MELIPILLA	CURACAVÍ	(2)	(3)	13,3	P	30	200
2	AGRÍCOLA NACIONAL S.A.C.e.I.	ND-1305-179	127 (2/2/96)	3320	7100	C 5	6.292.541	306.004	MELIPILLA	MARIA PINTO	(2)	(3)	75,0	R	90	200
3	AGRÍCOLA NACIONAL S.A.C.e.I.	ND-1305-179	127 (2/2/96)	3320	7100	D 6	6.293.477	307.566	MELIPILLA	MARIA PINTO	(2)	(3)	63,0	R	90	200
4	AGRÍC. STA. ISABEL DE PUANGUE LTDA.	ND-1305-181	76 (25/1/96)	3320	7100	C 34	6.291.550	304.160	MELIPILLA	MARIA PINTO	(2)	(3)	100,0	R	80	200
5	INMOBILIARIA CAMPO LINDO DE CURACAVÍ LTDA.	ND-RM-5-164	376 (28/7/95)	3320	7100	A 31	6.302.985	298.428	MELIPILLA	CURACAVÍ	(2)	(3)	31,0	P	30	200
6	WELLS MUÑOZ JAMES CYRIL	ND-RM-5-163	570 (30/11/94)	3320	7100	B 3	6.300.276	312.635	MELIPILLA	CURACAVÍ	(2)	(3)	1,5	P	53	200
7	KASSIS SABAG ALBERTO BENITO	ND-RM-5-142	507 (31/10/94)	3320	7100	C 25	6.294.140	299.240	MELIPILLA	MARIA PINTO	(2)	(3)	43,0	R	80	200
8	SOCIEDAD AGRICOLA KING LTDA.	ND-RM-5-134	488 (25/10/94)	3320	7100	A 41	6.309.531	301.668	MELIPILLA	CURACAVÍ	(2)	(3)	9,0	I	35	
9	SOCIEDAD AGRICOLA KING LTDA.	ND-RM-5-134	488 (25/10/94)	3310	7100	C 7	6.311.515	302.020	MELIPILLA	CURACAVÍ	(2)	(3)	12,9	I	35	
10	LABARCA SALAS OSVALDO	ND-RM-5-127	167 (4/5/94)	3330	7100	B 5	6.291.310	311.420	MELIPILLA	CURACAVÍ	(2)	(3)	14,0	P-R	41	200
11	VOLKENBORN DUESTERLOH FRIEDERIKE	ND-RM-5-107	501 (23/11/93)	3320	7100	C 27	6.294.152	299.894	MELIPILLA	MARIA PINTO	(2)	(3)	5,5	R	60	200
12	VOLKENBORN DUESTERLOH FRIEDERIKE	ND-RM-5-106	114 (7/4/93)	3320	7100	C 26	6.294.387	299.894	MELIPILLA	MARIA PINTO	(2)	(3)	1,0	R	45	200
13	VOLKENBORN DUESTERLOH FRIEDERIKE	ND-RM-5-107A	538 (17/12/93)	3320	7100	C 28*	6.293.300	302.080	MELIPILLA	MARIA PINTO	(2)	(3)	50,0	R	60	200
14	SOCIEDAD AGRÍCOLA KING	ND-RM-5-138	33 (13/01/94)	3320	7100	C 7	6.299.893	300.109	MELIPILLA	CURACAVÍ	(2)	(3)	20,0	I	35	200
15	VALENZUELA DE COSTA MARÍA ISABEL		210 (17/10/75)	3320	7100	D 4*	6.299.388	310.625	MELIPILLA	MARIA PINTO			8,8	R	45	
16	BUDGE ZAÑARTU ENRIQUE	(1)	824 (22/4/59)	3320	7100	C 2	6.293.584	305.630	MELIPILLA	MARIA PINTO			0,0	R	57	
17	BUDGE ZAÑARTU ENRIQUE	(1)	824 (22/4/59)	3320	7100	C 4	6.294.412	305.337	MELIPILLA	MARIA PINTO			0,0	R	78	
18	BUDGE ZAÑARTU ENRIQUE	(1)	824 (22/4/59)			ENTERRADO	6.294.435	304.788	MELIPILLA	MARIA PINTO			230,00*	SU		
19	E.M.O.S	M-7-1018	218 (8/7/83)	3320	7100	A 7*	6.302.150	300.650	MELIPILLA	CURACAVÍ	(2)	(3)	27,0	P	38	
20	E.M.O.S	M-7-1018	218 (8/7/83)	3320	7100	A 45*	6.301.660	302.290	MELIPILLA	CURACAVÍ	(2)	(3)	10,0	P	30	
21	E.M.O.S	M-7-1018	218 (8/7/83)	3320	7100	A 16	6.301.850	303.532	MELIPILLA	CURACAVÍ	(2)	(3)	50,0	P	75	
22	AGRÍCOLA ARIZTÍA LTDA.	D-7-115	284 (10/8/83)	3320	7100	D 8	6.291.450	307.630	MELIPILLA	MARIA PINTO	(2)	(3)	90,0	R	103	
23	AGRÍCOLA ARIZTÍA LTDA.	D-7-115	284 (10/8/83)	3320	7100	D 7	6.291.300	307.350	MELIPILLA	MARIA PINTO	(2)	(3)	70,0	R	108	
24	BRAUN PAGE VICTOR	(1)	2425 (25/10/61)	3330	7100	A 1	6.290.220	302.790	MELIPILLA	MARIA PINTO			42,0	R	42	
25	BARROS HURTADO GUILLERMO	(1)	870 (14/4/64)	3320	7100	A 1	6.305.098	299.402	MELIPILLA	CURACAVÍ			0,0	R	62	
26	BARROS HURTADO GUILLERMO	(1)	870 (14/4/64)	3320	7100	A 2	6.304.846	298.899	MELIPILLA	CURACAVÍ			0,0	R		
27	BARROS HURTADO GUILLERMO	(1)	870 (14/4/64)	3320	7100	A 3	6.304.702	299.631	MELIPILLA	CURACAVÍ			200,00*	R	66	

(1) DERECHO CONSTITUIDO POR UN AÑO.

(2) CONSUNTIVO

(3) PERMANENTE Y CONTINUO

\*: CAUDAL TOTAL ASIGNADO A UN GRUPO DE CAPTACIONES, ASOCIADAS A UN ÚNICO EXPEDIENTE. EN LA CORRESPONDIENTE RESOLUCIÓN, NO SE ESPECIFICA LA PROPORCIÓN DE EXTRACCIÓN DE CADA CAPTACIÓN POR SEPARADO.

EL GRUPO DE CAPTACIONES SON TODAS AQUELLAS CON VALOR CERO (0) QUE ESTÁN SOBRE EL VALOR CON ASTERISCO, INCLUYENDO ESTE ÚLTIMO

CUADRO IV.4.6.3-2  
RESUMEN DE DERECHOS DE AGUA SUBTERRANEA CONSTITUIDOS

PROVINCIA	COMUNA	CONSTITUIDOS		EXP. ENCONTRADOS		CAUDAL TOTAL CONSTITUIDO	
		Nº	(%)	Nº	(%)	(l)	(%)
MELIPILLA	CURACAVÍ	13	48,1	13	100,0	388,7*	33,3
	MARIA PINTO	14	51,9	14	100,0	778,3*	66,7
TOTAL PROVINCIA		27	100,0	27		1167,0*	100,0

\* ESTAS CIFRAS CONSIDERAN LOS DERECHOS CONSTITUIDOS POR 1 AÑO, QUE A LA FECHA ESTARÍAN BSOLETOS..

Cabe hacer notar, que el Cuadro IV.4.6.3-2 considera los derechos constituidos por 1 año, los cuales no se encuentran vigentes a la fecha, motivo por el cual se construyó el Cuadro IV.4.6.3-3 donde se señalan los derechos constituidos de aguas subterráneas vigentes a la fecha de realización del estudio.

CUADRO IV.4.6.3-3  
RESUMEN DE DERECHOS DE AGUA SUBTERRANEA CONSTITUIDOS VIGENTES

PROVINCIA	COMUNA	CONSTITUIDOS		EXP. ENCONTRADOS		CAUDAL TOTAL CONSTITUIDO	
		Nº	(%)	Nº	(%)	(l)	(%)
MELIPILLA	CURACAVÍ	10	50,0	10	100,0	188,7	27,2
	MARIA PINTO	10	50,0	10	100,0	506,3	72,8
TOTAL PROVINCIA		20	100,0	20		695,0	100,0

Finalmente, en el cuadro IV.4.6.3-4 se resume la situación de los derechos constituidos en el área de estudio, según tipo de uso. A través de su análisis, se puede advertir que la comuna de Curacaví presenta derechos constituidos con un uso predominantemente potable, en cambio en la comuna de María Pinto el uso de los derechos constituidos a la fecha son únicamente para su uso en riego.

**CUADRO IV.4.6.3-4**  
**RESUMEN DE DERECHOS DE AGUA SUBTERRANEA CONSTITUIDOS, SEGÚN TIPO DE USO**

TIPO DE USO	CURACAVÍ		MARIA PINTO	
	CANT. DERECHOS	Q ASOCIADO (l/s)	CANT. DERECHOS	Q ASOCIADO (l/s)
POTABLE P	6	132,8	0	0
RIEGO R	0 (3*)	200,0*	10 (13*)	506,3 (778,3*)
INDUSTRIAL I	3	41,9	0	0
POT.-RIEGO P-R	1	14	0	0
SIN USO SU			1*	0**
TOTAL PROVINCIA	10 (13*)	188,7 (388,7*)	10 (14*)	506,3 (778,3*)

\* CIFRAS QUE CONSIDERAN LOS DERECHOS CONSTITUIDOS POR 1 AÑO, QUE A LA FECHA ESTARÍAN OBSOLETOS

\*\* NO SE ESPECIFICA EL CAUDAL A EXTRAER A TRAVÉS DE ESTA CAPTACIÓN, YA QUE EL DERECHO FUE CONSTITUIDO FORMANDO PARTE DE UN GRUPO DE CAPTACIONES CON UN CAUDAL DE EXTRACCIÓN GLOBAL

Cabe observar en este último cuadro, la importancia de los derechos constituidos obsoletos, cuya presencia en la comuna de Curacaví representa un 51% del total y un 100% del uso en riego y, en el caso de la comuna María Pinto, representa un 35% del total y el mismo porcentaje en el tipo de uso en riego.

A continuación se indican algunas consideraciones y aclaraciones que hay que tener en cuenta al analizar la información que entregan los distintos cuadros indicados anteriormente y el plano de Catastro de Derechos de Aguas (Plano IV.4.6-1).

Existen casos en que no fue posible encontrar el expediente del derecho constituido, razón por la cual se indica el número de resolución asociada, ya que con este antecedente es posible acceder a información resumida en el CPA (Catastro Público de Aguas), el cual pertenece al Centro de Información de Recursos Hídricos de la Dirección General de Aguas del M.O.P.. Adicionalmente, permite acceder a una copia de la resolución y los antecedentes que la generaron en archivos empastados en las bodegas de la D.G.A.

Se debe considerar al interpretar la información del Cuadro IV.4.6.3-1, lo siguiente: en aquellos casos en que aparece un derecho constituido con un caudal igual a cero, significa que dicho derecho ha sido concedido junto a otros a través de una misma resolución, en la cual no se especifica la distribución de caudales a ser extraídos por las captaciones involucradas. Así se ha adoptado en asignar el caudal total a la última captación, y las anteriores con un caudal igual a cero.

No siempre fue posible conocer los radios de protección atribuidos a cada derecho de aprovechamiento de agua subterránea. Como todos los radios de protección conocidos en el sector corresponden a 200 m, y todas las captaciones cuyos radios de protección es desconocido presentan profundidades mayores a los 30 m. Se ha supuesto que todos los derechos presentan radios de protección de 200 m, motivo por el cual se dibujaron todos con un radio uniforme igual a 200 m.

Por último, se indica que se dibujaron en el Plano IV.4.6-1, todos los derechos contenidos en el Cuadro IV.4.6.3-1, pero se hizo una diferencia simbólica entre los derechos constituidos vigentes y obsoletos a la fecha.

En el Anexo IV.4.6 se entrega una mayor información relativa a las resoluciones de derechos de aguas subterráneas que la Dirección General de Aguas a otorgado en la zona de estudio.

#### IV.4.6.4 Derechos de Aguas Superficiales del Canal las Mercedes

El canal Las Mercedes constituye una de las fuentes principales de recursos de aguas superficiales en la zona de estudio. Este canal se origina en la ribera derecha del río Mapocho, a unos 800 m aguas abajo del puente sobre este río del camino que llega a Rinconada de Maipú.

La obra de captación consiste en una barrera de concreto de unos 50 m de longitud que encauza las aguas hacia el canal. En la entrada del canal se ubica la compuerta de admisión de marco metálico y hoja de madera con mecanismo de tornillo.

Aguas abajo de la compuerta se ubica la sección de control que consiste en un limnómetro, en sección regular, adosado a la pared derecha del canal.

La distribución de los recursos del canal Las Mercedes se realiza mediante entregas directas a través de sus derivados, los cuáles poseen marcos y compuertas.

El canal Las Mercedes está organizado legalmente por medio de la Asociación Canal de Las Mercedes.

Los derechos de aguas en el cauce o fuente natural están constituidos por:

- 400 regadores de 15 l/s cada uno. Según merced concedida en 1854 por la gobernación del Departamento de la Victoria a don Domingo Matte y otros, concesión confirmada el 31 de Julio de 1856.
- 200 regadores que la Sucesión Domingo Matte transfirió a la Comunidad Canal Las Mercedes, según escritura de 6 de Julio de 1883 ante el Notario Alvarez.

Los derechos están inscritos a Fs. 11 N° 12 de 1922 en el registro de Aguas del Conservador de Bienes Raíces de Santiago.

La fecha de escritura de constitución de la Asociación es el 22 de Julio de 1899 ante el Notario Reyes Lacalle.

La Asociación Canal Las Mercedes tiene sus estatutos aprobados por resolución del Juez del 4° Juzgado de Letras de Santiago el 9 de Marzo de 1922. La personalidad jurídica se concedió por Decreto N° 443 del Ministerio de Industrias y Obras Públicas del 26 de Abril de 1922.

Los derechos del canal se dividen en 400 acciones.

El canal Las Mercedes tiene 19 derivados, cuyas características principales se consignan en el Cuadro IV.4.6.4-1.

CUADRO IV.4.6.4-1  
CARACTERÍSTICAS CANAL LAS MERCEDES Y SUS DERIVADOS

	NOMBRE	SUPERFICIE REGADA (há)	NÚMERO DE REGANTES
CANAL	LAS MERCEDES	3806.77	539
DERIVADO	EL PARRÓN	518.33	73
SUB-DERIVADO	TRANQUE	80.70	26
DERIVADO	PATAGUILLA	156.72	37
DERIVADO	SAN JUAN	112.55	47
DERIVADO	UNIÓN CHILENA	181.10	37
DERIVADO	MIRAFLORES	333.73	51
DERIVADO	SAN JOAQUÍN	424.95	44
DERIVADO	UNIÓN MIRAFLORES	210.60	47
DERIVADO	ESCUDO CHILENO	111.40	22
DERIVADO	EL REDIL	133.00	40
DERIVADO	EL ROSARIO	235.05	61
SUB-DERIVADO	EL BOSQUE	119.80	19
DERIVADO	HARAS MARÍA PINTO	140.60	21
DERIVADO	EL LUCHADOR	257.80	48
DERIVADO	EL QUILLAY	154.70	19
DERIVADO	SOCIEDAD AGRÍCOLA	168.78	59
DERIVADO	ESPERANZA LOLEO	134.44	47
DERIVADO	RESERVA CASONA	169.05	45
DERIVADO	LOS QUILLAYES	282.10	32

#### IV.4.6.5 Derechos de Agua Central Carena

Los recursos que alimentan la planta generadora de energía eléctrica de la Central Carena son transportados por el Canal de Las Mercedes.

En efecto, la Asociación de Canalistas de Las Mercedes es dueña de los derechos de agua del canal. Un acuerdo firmado entre CMPC S.A. y los Canalistas, que data de 1937, otorgó a CMPC S.A. un derecho no-consuntivo para usar 9 metros de columna de agua. En las consiguientes transferencias de activos, 50% de los derechos fueron cedidos a Polpaico, los que hoy son propiedad de la empresa Electro. A cambio por estos derechos de agua CMPC y Electro pagan a los Canalistas un monto proporcional a la capacidad promedio anual de la central.

Los derechos de agua están vigentes hasta el año 2027. Esto se debe al hecho de que CMPC y Electro son dueños de un segundo tipo de derechos de agua; este es el derecho a usar el desnivel existente en Carena para generación de electricidad. Este derecho, que proviene de la ley N°2068 de 1907, fue adquirido en 1937 a la Sociedad Electro Química e Industrial Carena. Es importante señalar que la propiedad de CMPC y Electro de estos derechos impide

que otros tengan la posibilidad de construir una segunda planta que use el mismo desnivel con las aguas del canal.

A continuación se indica el caudal promedio mensual de aguas que alimenta la planta, expresado en metros cúbicos por segundo.

CUADRO IV.4.6.5-1  
CAUDALES MEDIOS MENSUALES PLANTA CARENA (m<sup>3</sup>/s)

AÑO	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Prom.
1975	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2
1976	10,2	10,2	10,2	8,8	9,7	10,2	10,2	10,2	8,3	10,2	10,2	10,2	9,9
1977	10,2	10,2	8,8	7,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	9,8
1978	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2
1979	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2
1980	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2
1981	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2
1982	10,2	10,2	10,2	9,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,1
1983	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2
1984	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2
1985	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2
1986	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2
1987	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2
1988	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2
1989	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2
1990	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2
1991	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2
1992	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2
1993	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2
1994	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2
1995	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2
1996	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2
Promedio	10,2	10,2	10,14	9,955	10,18	10,2	10,2	10,2	10,11	10,2	10,2	10,2	10,16

## V. MODELO DE SIMULACIÓN CANAL SANTIAGO - CURACAVÍ

### V.1 INTRODUCCIÓN

Con el fin de poder efectuar un balance entre los recursos de aguas que producirá la futura Planta de Tratamiento de Aguas Servidas de EMOS S.A. y las necesidades de las potenciales áreas de riego ubicadas sobre cota del canal de Las Mercedes y bajo cota del nuevo canal, que se ha denominado canal Santiago - Curacaví, el cual aprovecharía los recursos de la planta de tratamiento, se ha construido un modelo matemático de operación de este sistema de recursos hídricos.

El modelo se ha planteado en términos suficientemente generales como para permitir el análisis de diferentes alternativas de aprovechamiento de los caudales disponibles y determinar también la mayor superficie que se puede abastecer con 85 % de seguridad en los diferentes sectores de riego que integran este sistema. Además, el modelo incluye las dos posibles centrales hidroeléctricas que utilizarían los caudales y alturas de caída disponibles en el nuevo canal matriz y en el primer derivado, 100 m de caída la primera y 50 m de caída la segunda.

En la Figura V.1-1, que se adjunta, se puede tener una visión global de los elementos de este sistema, en él se indica la planta de tratamiento, el trazado del canal matriz, las dos plantas hidroeléctricas y los cuatro sectores identificados, junto con sus potenciales áreas de riego, es decir, en el primer derivado y hacia el sur, el área de Patagüilla - María Pinto, designado como sector S04, luego el sector S01 área de Lo Prado - Miraflores, el sector S02, área de Alhué de Curacaví y, finalmente, el sector S03 con el área de Los Rulos - Las Mercedes e Ibacache - Chorombo, en el poniente.

En la Figura V.1-2 se presenta un esquema del sistema con los elementos necesarios para el planteamiento matemático del modelo.

Los elementos son la planta de tratamiento, el canal matriz Santiago - Curacaví, con su bocatoma, sus cuatro tramos y cuatro entregas, los cuatro sectores de riego con sus cuatro derivados y las dos centrales hidroeléctricas.

En cada tramo del canal matriz se considera una eficiencia de conducción con el objeto de representar las pérdidas por conducción y permitir así cuantificar el efecto de revestir o no el canal matriz.

Para cada sector se ha considerado la existencia de un canal derivado, también con su propia eficiencia de conducción, que distribuirá el recurso a las áreas de riego del sector.

El modelo calcula las demandas de los sectores de riego a nivel predial y luego en bocatoma del derivado, a partir de los datos de necesidades netas prediales del sector, la eficiencia de aplicación media equivalente y la eficiencia de conducción en el derivado.

Conocido el caudal demandado mes a mes por cada derivado, el modelo calcula el caudal requerido en cada entrega del canal matriz, caudal que se compone de la demanda del derivado en esa entrega, más el caudal que debe dejarse pasar hacia aguas abajo, para satisfacer el caudal requerido por las demás entregas, habida consideración de las pérdidas por conducción del canal matriz.

Los caudales requeridos en las entregas del canal matriz se utilizan para calcular mes a mes los porcentajes de distribución en cada entrega. Naturalmente, esto también permite conocer la demanda del canal matriz en bocatoma y, por lo tanto, lo que pide a la planta de tratamiento.

Los antecedentes de las áreas potenciales de riego, las superficies cubiertas por cada tipo de cultivo, los coeficientes de cultivos, la evapotranspiración del cultivo de referencia, y precipitación en la zona son los determinados en los estudios agronómicos y con ellos se calcularon las necesidades netas de los cultivos, y luego las tasas de riego por cultivo considerando las eficiencias de riego recomendadas para los diferentes métodos de riego sugeridos para los cultivos propuestos.

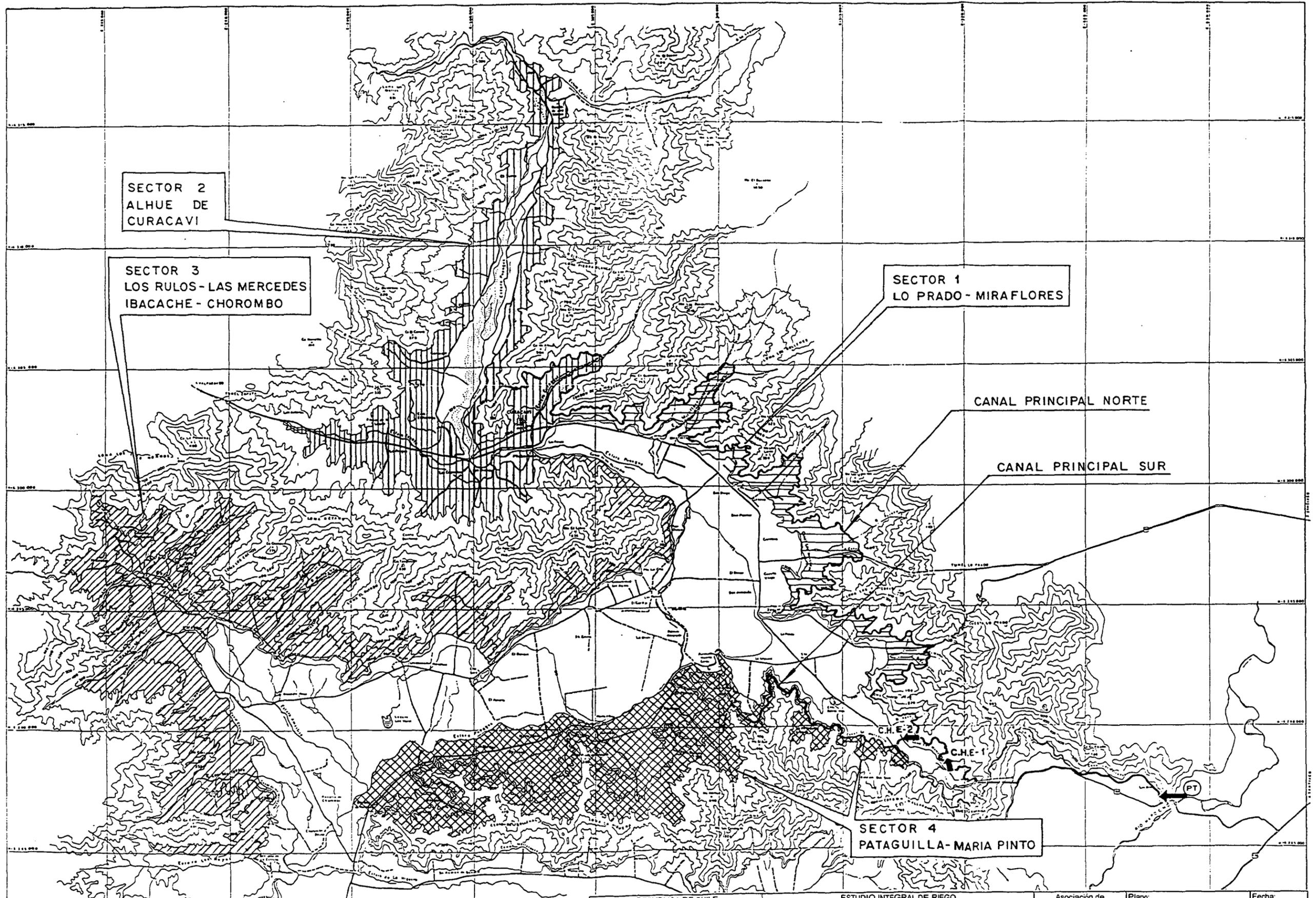
Las eficiencias de conducción en los tramos del canal matriz y en los derivados se calculan en el modelo aplicando la fórmula de Moritz con los coeficientes C recomendados en la bibliografía de la FAO y una velocidad de escurrimiento normal tipo 0,5 m/s, valor adecuado para este tipo de canal.

Con los antecedentes elaborados, que se detallan en lo que sigue, se procesó el modelo llegando a determinar que los recursos disponibles permitirían regar 5.288 há con 85 % de seguridad, superficie que comprende las áreas sobre y bajo cota del canal Santiago - Curacaví, formada por el 100% del área potencial en los sectores S04 y S01, es decir, 2.985 há y 924 há, respectivamente y 1.380 há o 51 % de su potencial en el sector S02.

## V.2 CARACTERÍSTICAS DEL MODELO

El Modelo se escribió utilizando el software Excel, versión 7.0, bajo ambiente Windows 95, diseñándolo como un libro Excel compuesto por diferentes hojas de cálculo vinculadas o ligadas entre sí, forma de desarrollo que permitió dotar al modelo de un manejo muy flexible y amigable, ya que mediante la modificación de unos pocos datos es posible obtener los efectos del cambio muy rápidamente generándose todas las hojas de resultados tras grabar los cambios realizados y con la inmediata posibilidad de visualizar cualquiera de ellas con sólo seleccionarla.

El modelo incluye una primera hoja de cálculo, denominada "Dat", donde se deben ingresar los datos del caso a analizar.



SECTOR 2  
ALHUE DE  
CURACAVI

SECTOR 3  
LOS RULOS - LAS MERCEDES  
IBACACHE - CHOROMBO

SECTOR 1  
LO PRADO - MIRAFLORES

CANAL PRINCIPAL NORTE

CANAL PRINCIPAL SUR

SECTOR 4  
PATAGUILLA - MARIA PINTO

REPUBLICA DE CHILE  
COMISION NACIONAL DE RIEGO  
DEPARTAMENTO DE ESTUDIOS

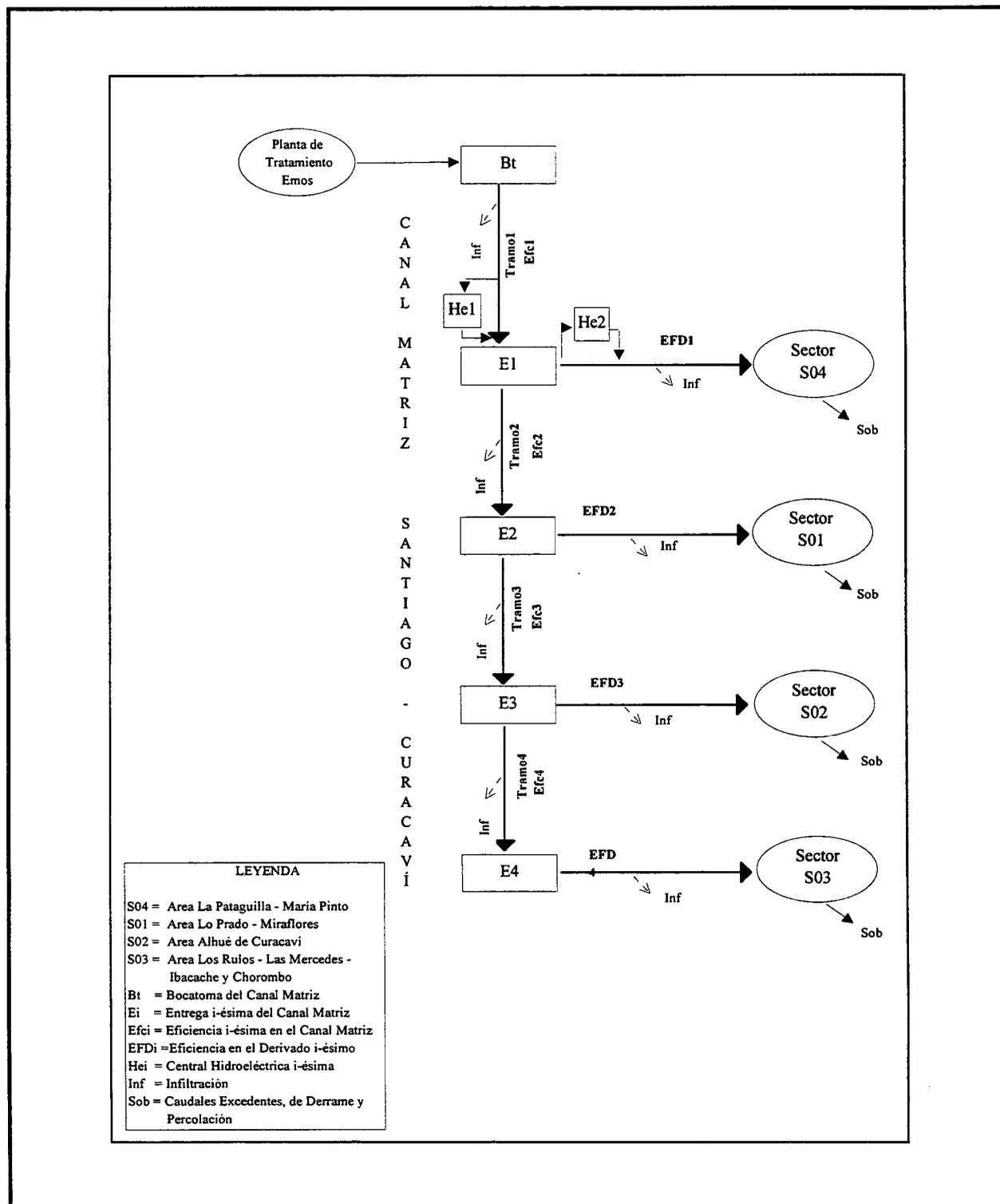
ESTUDIO INTEGRAL DE RIEGO  
PROYECTO DE APROVECHAMIENTO DE AGUAS  
SERVIDAS PLANTA DE TRATAMIENTO SANTIAGO SUR  
REGION METROPOLITANA

Asociación de  
Profesionales  
Proyecto  
Santiago Sur

Plano:  
UBICACIÓN SECTORES  
DE RIEGO Y TRAZADO  
DE CANALES

Fecha: 1998  
Escala: 1:150.000  
Plano: V.1-1

**FIGURA V.1-2**  
**CANAL SANTIAGO - CURACAVÍ**  
**ESQUEMA DEL SISTEMA**



La segunda hoja contiene la matriz con los caudales medios mensuales que produciría la Planta de Tratamiento de aguas servidas en el período 2004 a 2038.

Las demás hojas de cálculo se obtienen, para el período indicado y para cada sector de riego:

- Los caudales entregados a cada uno
- Los caudales netos
- Los porcentajes de satisfacción de la demanda
- Los caudales excedentes
- Los caudales de derrame y percolación
- Los caudales de retorno

Además se generan las hojas de resultados con:

- El caudal no utilizado o sobrante en la bocatoma del canal matriz
- El caudal en la bocatoma y cada una de las entregas del canal matriz
- El caudal generado por cada planta hidroeléctrica
- El caudal entregado al derivado del sector S04
- El caudal sobrante de la planta Hidroeléctrica N° 2

### V.3 SIMULACIÓN DE LA OPERACIÓN DEL SISTEMA

La operación del sistema consiste en determinar los caudales disponibles en cada punto de interés del sistema, es decir, la bocatoma y entregas del canal matriz, las bocatomas de los derivados y las cabeceras de los sectores de riego y sus sobrantes.

El caudal en bocatoma,  $M\_Qbt$ , se define como el menor valor entre la oferta de aguas de la planta y el caudal requerido por el canal matriz en su bocatoma, calculado como se indica más adelante.

El caudal sobrante en bocatoma,  $Q\_SobBt$ , es el caudal que resulta de restar al Caudal generado por la Planta, el Caudal en Bocatoma del canal matriz.

El caudal que llega a la primera entrega,  $Qe1$ , es el caudal en bocatoma multiplicado por la eficiencia de conducción del primer tramo.

El caudal que genera la planta hidroeléctrica N° 1 es el menor valor entre el caudal del matriz en entrega 1 y la demanda de la central.

El caudal para el derivado N° 1,  $Q\_DerS04$ , que lleva el agua al sector S04, es el caudal  $Qe1$  multiplicado por el factor de distribución de la entrega N° 1.

El Caudal Pasante en la Entrega 1,  $Q\_PasE1$ , es el menor valor entre (el resultado de la diferencia entre el caudal en la Entrega 1 del Matriz y el caudal derivado al sector S04 y el caudal requerido en la entrega 2 dividido por la eficiencia de conducción del tramo N° 2).

El caudal sobrante en la Entrega 1,  $Q\_SobE1$ , es el valor obtenido tras restar al caudal en la entrega 1 del matriz el caudal derivado al sector S04 y el caudal pasante en la Entrega 1.

El caudal que genera la planta hidroeléctrica N° 2,  $Q_{HE2}$ , es el menor valor entre el caudal para el derivado N° 1,  $Q_{DerS04}$ , y la demanda de esta central.

El Caudal Entregado al sector S04,  $Q_{S04}$ , corresponde al menor valor entre el caudal derivado al sector S04 y la razón entre la demanda predial del sector S04 y la eficiencia del derivado.

En general, puede ocurrir que el caudal derivado al sector S04 sea mayor que el entregado al sector S04, motivo por el cual se calcula el eventual sobrante en la Hidroeléctrica HE2,  $Q_{SobHE2}$ , donde este caudal corresponde a el máximo valor entre 0 y la diferencia entre el caudal derivado al S04 y el caudal entregado a S04.

El caudal que llega a la entrega N° 2 del canal matriz,  $M_{Qe2}$ , resulta de multiplicar el caudal pasante en la Entrega N° 1 por la eficiencia de conducción del tramo N°2.

El caudal del derivado del sector S01,  $Q_{S01}$ , es  $Qe2$  multiplicado por el factor de distribución de la entrega N° 2.

Al caudal  $Qe2$  se le descuenta la entrega para el sector S01 y este saldo multiplicado por la eficiencia del tramo N° 3 es el caudal afluente a la entrega N°3,  $M_{Qe3}$ .

El caudal del derivado del sector S02,  $Q-S02$ , es  $Qe3$  multiplicado por el factor de distribución de la entrega N° 3.

Al caudal  $Qe3$  se le descuenta la entrega para el sector S02 y este saldo multiplicado por la eficiencia del tramo N° 4 es el caudal afluente a la entrega N°4,  $M-Qe4$ .

El caudal del derivado del sector S03 es todo el caudal  $Qe4$ .

Los caudales que ingresan a los derivados se multiplican por las respectivas eficiencias de conducción para definir el caudal neto de entrada a cada sector. Este caudal neto se compara con la demanda del sector para definir un eventual exceso por sobre la demanda y el caudal disponible para satisfacer las necesidades del sector a nivel de puerta de predio. Esta última magnitud se emplea para calcular el porcentaje de satisfacción de la demanda y también los derrames y percolaciones del sector, aplicando los coeficientes respectivos de derrame y percolación. Los derrames y percolaciones se suman con el eventual exceso por sobre la demanda para obtener el llamado sobrante total del sector.

Conocido el caudal demandado mes a mes por cada derivado, se calcula el caudal requerido en cada entrega del canal matriz, caudal que se compone de la demanda del derivado en esa entrega más el caudal que debe dejarse pasar hacia aguas abajo, para satisfacer el caudal requerido por las demás entregas, habida consideración de las pérdidas por conducción del canal matriz.

Este cálculo debe efectuarse desde aguas abajo hacia aguas arriba empezando por la entrega N° 4 del canal matriz y llegando hasta la bocatoma.

Así, el caudal en bocatoma del derivado del sector S03 es el requerido en la entrega N°4.

Este caudal se divide por la eficiencia del tramo N° 4 con lo que resulta el caudal que debe dejarse pasar en la entrega N° 3. A este caudal se le suma la demanda en bocatoma del derivado del sector S02 para definir el caudal requerido en la entrega N° 3.

Este caudal requerido en la entrega N° 3 se divide por la eficiencia de conducción del tramo N° 3, con lo cual queda definido el caudal que debe dejarse pasar en la entrega N° 2.

Al caudal pasante de la entrega N° 2 se le suma la demanda en bocatoma del derivado del sector S01 para definir el caudal requerido en esta entrega.

Este último, se divide por la eficiencia del tramo N° 2 para definir el caudal que debe dejarse pasar en la entrega N° 1.

A este caudal pasante se le suma el caudal derivado al sector S04, lo que define el caudal requerido en la entrega N° 1.

Para calcular el caudal requerido en bocatoma se considera el caudal requerido en la entrega N° 1 dividido por la eficiencia del tramo 1.

#### V.4 ANTECEDENTES

A continuación se presentan los antecedentes utilizados en el modelo.

##### V.4.1 ANTECEDENTES HIDROLÓGICOS

La Empresa Metropolitana de Obras Sanitarias encomendó un estudio preliminar para la determinación de los caudales de producción de la planta de tratamiento de aguas servidas, para el período 1999 - 2038 a un asesor externo. Estando EMOS conforme al estudio realizado, facilitó los resultados de los caudales anuales y los factores de distribución mensual del efluente tratado. En el Cuadro V.4.1-1 adjunto, se encuentran los caudales de producción suministrados por EMOS.

##### V.4.2 ANTECEDENTES AGRONÓMICOS.

Según se señala en el punto VII.2.1.2 “Rubros Productivos Considerados” incluidos posteriormente en el capítulo de situación futura, el esquema de cultivos seleccionados es el indicado en el Cuadro VIII.4.2-1.

El uso de suelo en situación con proyecto o futura, de cada uno de los sectores, se indica en el numeral VII.2.2 “Uso del Suelo por Grupos de Predios y Sector”. En el Cuadro V.4.2-2 se resumen las áreas potenciales involucradas en el proyecto y las superficies asociadas a cada sector y cultivo, se muestran en el Cuadro V.4.2-3. Cabe observar, que las magnitudes del Cuadro V.4.2-2, corresponden a las áreas bajo y sobre cota canal, para cada sector y excluir aquellas áreas denominadas sin asignación.

CUADRO V.4.1-1  
 PROYECTO CANAL SANTIAGO - CURACAVÍ  
 CAUDAL MEDIO MENSUAL GENERADO POR PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS  
 SERVIDAS SANTIAGO SUR (m<sup>3</sup>/s)

AÑO	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	Prom
1999	3.485	3.413	3.334	3.334	3.173	3.505	3.485	3.478	3.499	3.481	3.502	3.471	3.43
2000	3.586	3.512	3.431	3.431	3.265	3.608	3.586	3.579	3.601	3.583	3.604	3.572	3.53
2001	3.739	3.662	3.577	3.577	3.404	3.761	3.739	3.732	3.754	3.735	3.757	3.724	3.68
2002	3.891	3.811	3.723	3.723	3.543	3.914	3.891	3.884	3.907	3.887	3.910	3.876	3.83
2003	4.054	3.970	3.878	3.878	3.691	4.078	4.054	4.046	4.070	4.050	4.074	4.038	3.99
2004	4.196	4.109	4.014	4.014	3.820	4.221	4.196	4.188	4.213	4.192	4.217	4.180	4.13
2005	4.359	4.269	4.170	4.170	3.968	4.384	4.359	4.350	4.376	4.354	4.380	4.341	4.29
2006	4.511	4.418	4.316	4.316	4.107	4.538	4.511	4.502	4.529	4.507	4.533	4.493	4.44
2007	4.663	4.567	4.461	4.461	4.246	4.691	4.663	4.654	4.682	4.659	4.686	4.645	4.59
2008	4.816	4.716	4.607	4.607	4.385	4.844	4.816	4.806	4.835	4.811	4.840	4.797	4.74
2009	4.968	4.866	4.753	4.753	4.523	4.998	4.968	4.958	4.988	4.963	4.993	4.949	4.89
2010	5.121	5.015	4.899	4.899	4.662	5.151	5.121	5.111	5.141	5.116	5.146	5.100	5.04
2011	5.222	5.114	4.996	4.996	4.755	5.253	5.222	5.212	5.243	5.217	5.248	5.202	5.14
2012	5.334	5.224	5.103	5.103	4.856	5.366	5.334	5.324	5.355	5.329	5.360	5.313	5.25
2013	5.436	5.323	5.200	5.200	4.949	5.468	5.436	5.425	5.457	5.430	5.462	5.414	5.35
2014	5.537	5.423	5.297	5.297	5.041	5.570	5.537	5.526	5.559	5.532	5.564	5.515	5.45
2015	5.649	5.532	5.404	5.404	5.143	5.682	5.649	5.638	5.671	5.643	5.677	5.627	5.56
2016	5.751	5.632	5.502	5.502	5.236	5.785	5.751	5.739	5.773	5.745	5.779	5.728	5.66
2017	5.862	5.741	5.608	5.608	5.337	5.897	5.862	5.851	5.885	5.857	5.891	5.839	5.77
2018	5.964	5.841	5.706	5.706	5.430	5.999	5.964	5.952	5.987	5.958	5.993	5.940	5.87
2019	6.066	5.940	5.803	5.803	5.522	6.101	6.066	6.054	6.089	6.060	6.095	6.042	5.97
2020	6.177	6.050	5.910	5.910	5.624	6.214	6.177	6.165	6.202	6.171	6.208	6.153	6.08
2021	6.279	6.149	6.007	6.007	5.717	6.316	6.279	6.267	6.304	6.273	6.310	6.254	6.18
2022	6.391	6.259	6.114	6.114	5.818	6.428	6.391	6.378	6.416	6.384	6.422	6.365	6.29
2023	6.492	6.358	6.211	6.211	5.911	6.531	6.492	6.479	6.518	6.486	6.524	6.467	6.39
2024	6.594	6.458	6.308	6.308	6.003	6.633	6.594	6.581	6.620	6.587	6.626	6.568	6.49
2025	6.594	6.458	6.308	6.308	6.003	6.633	6.594	6.581	6.620	6.587	6.626	6.568	6.49
2026	6.594	6.458	6.308	6.308	6.003	6.633	6.594	6.581	6.620	6.587	6.626	6.568	6.49
2027	6.594	6.458	6.308	6.308	6.003	6.633	6.594	6.581	6.620	6.587	6.626	6.568	6.49
2028	6.594	6.458	6.308	6.308	6.003	6.633	6.594	6.581	6.620	6.587	6.626	6.568	6.49
2029	6.594	6.458	6.308	6.308	6.003	6.633	6.594	6.581	6.620	6.587	6.626	6.568	6.49
2030	6.594	6.458	6.308	6.308	6.003	6.633	6.594	6.581	6.620	6.587	6.626	6.568	6.49
2031	6.594	6.458	6.308	6.308	6.003	6.633	6.594	6.581	6.620	6.587	6.626	6.568	6.49
2032	6.594	6.458	6.308	6.308	6.003	6.633	6.594	6.581	6.620	6.587	6.626	6.568	6.49
2033	6.594	6.458	6.308	6.308	6.003	6.633	6.594	6.581	6.620	6.587	6.626	6.568	6.49
2034	6.594	6.458	6.308	6.308	6.003	6.633	6.594	6.581	6.620	6.587	6.626	6.568	6.49
2035	6.594	6.458	6.308	6.308	6.003	6.633	6.594	6.581	6.620	6.587	6.626	6.568	6.49
2036	6.594	6.458	6.308	6.308	6.003	6.633	6.594	6.581	6.620	6.587	6.626	6.568	6.49
2037	6.594	6.458	6.308	6.308	6.003	6.633	6.594	6.581	6.620	6.587	6.626	6.568	6.49
2038	6.594	6.458	6.308	6.308	6.003	6.633	6.594	6.581	6.620	6.587	6.626	6.568	6.49
Prom	5.661	5.544	5.416	5.416	5.154	5.695	5.661	5.650	5.684	5.656	5.689	5.639	5.572
DesvEst	1.034	1.013	0.989	0.989	0.941	1.040	1.034	1.032	1.038	1.033	1.039	1.030	1.018
max	6.594	6.458	6.308	6.308	6.003	6.633	6.594	6.581	6.620	6.587	6.626	6.568	6.490
min	3.485	3.413	3.334	3.334	3.173	3.505	3.485	3.478	3.499	3.481	3.502	3.471	3.430

CUADRO V.4.2-1  
ESQUEMA DE CULTIVOS SELECCIONADOS

CULTIVOS		
FRUTALES	CULTIVOS ANUALES	PRADERAS
Almendro	Papas	Alfalfa
Limonero	Maiz choclero	
Palto	Zapallo	
Vid	Tomate	
Arándano	Repollo - Tomate	
	Papa - Maiz choclero	
	Huerta Familiar	

CUADRO V.4.2-2  
AREAS POTENCIALES DE LOS SECTORES.

SECTOR	AREA (há)
La Pataguilla - María Pinto	S04 2.984,7
Lo Prado - Miraflores	S01 923,6
Alhué de Curacaví	S02 2.703,6
Los Rulos, Las Mercedes, Ibacache y Chorombo	S03 4.690,1
<b>TOTAL</b>	<b>11.302,0</b>

CUADRO V.4.2-3  
CULTIVOS Y SUPERFICIES PROPUESTOS

CULTIVOS	SECTOR 01	SECTOR 02	SECTOR 03	SECTOR 04	TOTAL
<b>FRUTALES</b>	<b>731.4</b>	<b>1673.1</b>	<b>3343.7</b>	<b>1843.7</b>	<b>7591.9</b>
Limonero	249.6	496.4	1038.0	404.4	2188.4
Almendro	84.6	440.1	656.5	413.0	1594.2
Palto	244.2	337.2	849.7	525.8	1956.9
Vid	141.8	274.2	685.7	432.1	1533.8
Arándano	11.3	125.2	113.8	68.4	318.7
<b>CULTIVOS ANUALES</b>	<b>88.7</b>	<b>855.5</b>	<b>779.4</b>	<b>808.3</b>	<b>2531.9</b>
Papas	25.7	126.2	70.2	226.2	448.3
Zapallo	45.5	157.8	90.9	204.4	498.6
Maiz Choclero	2.7	172.4	205.8	151.0	531.9
Tomate	5.3	51.7	37.8	53.8	148.6
Repollo - Tomate	8.0	122.2	152.4	97.7	380.3
Papa - Maiz Chocleo	0.0	44.2	101.4	66.9	212.5
Huerta Familiar	1.5	181.0	120.9	8.3	311.7
<b>PRADERAS</b>	<b>103.5</b>	<b>175.0</b>	<b>567.0</b>	<b>332.7</b>	<b>1178.2</b>
Alfalfa	103.5	175.0	567.0	332.7	1178.2
<b>TOTAL</b>	<b>923.6</b>	<b>2703.6</b>	<b>4690.1</b>	<b>2984.7</b>	<b>11302.0</b>

Los antecedentes agronómicos, necesarios para definir el escenario de la situación futura a modelar, fueron desarrollados a través del informe interno para la determinación de las demandas agrícolas, cuyos procedimientos metodológicos y presentación de resultados se indican a continuación:

#### V.4.2.1 Determinación de los Coeficientes de Cultivos $K_c$

Los Coeficientes de Cultivos ( $K_c$ ), que relacionan la evapotranspiración potencial del cultivo específico con la del cultivo de referencia, se obtuvieron a partir de la información de la zona correspondiente y del Manual FAO N° 24, ellos se muestran en el Cuadro V.4.2.1-1.

CUADRO V.4.2.1-1  
COEFICIENTES DE CULTIVO  $K_c$

CULTIVOS	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR
<b>FRUTALES</b>								
Almendo	0,70	0,85	0,90	0,90	0,90	0,80	0,75	0,65
Limonero	0,50	0,50	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,50
Palto	0,50	0,50	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,50
Vid	0,45	0,60	0,70	0,70	0,70	0,65	0,50	0,30
Arándano	0,40	0,60	0,75	0,80	0,80	0,75	0,70	0,65
<b>CULTIVOS ANUALES</b>								
Papas	0,00	0,00	0,41	0,80	1,10	0,91	0,36	0,00
Maiz de consumo	0,00	0,33	0,60	0,91	0,33	0,00	0,00	0,00
Zapallo	0,00	0,41	0,73	0,92	0,83	0,70	0,00	0,00
Tomate	0,50	0,81	1,01	0,87	0,31	0,00	0,00	0,00
Repollo - Tomate	0,50	0,81	1,01	0,87	0,31	0,00	0,00	0,00
Papa - Maiz Choclero	0,00	0,33	0,60	0,91	0,33	0,00	0,00	0,00
Huerta Familiar	...0,71	0,83	0,95	0,85	0,68	0,65	0,64	0,61
<b>PRADERAS</b>								
Alfalfa	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90

#### V.4.2.2 Determinación de la Evapotranspiración Potencial Zonas 1 y 2

La determinación de la evapotranspiración potencial,  $E_{To}$ , se obtuvo de los antecedentes entregados en el "Estudio Básico", definida para las dos zonas agroclimáticas, se adaptó directamente a los sectores entonces presentados. La Zona 1 (Curacaví), comprende los sectores agrícolas S01 y S02 y, la Zona 2 (María Pinto), los sectores S03 y S04. En el Cuadro V.4.2.2-1 se indican los valores adoptados:

CUADRO V.4.2.2-1  
EVAPOTRANSPIRACIÓN POTENCIAL ETo (mm/mes).

ZONAS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1. CURACAVÍ	181,0	170,0	141,0	102,0	62,0	34,0	23,0	30,0	58,0	98,0	138,0	169,0
2. MARÍA PINTO	180,0	170,0	141,0	102,0	64,0	35,0	25,0	32,0	59,0	98,0	138,0	168,0

Por otro lado las Precipitaciones en la zona y las Precipitaciones efectivas, calculadas con el método de la FAO, se presentan en el Cuadro V.4.2.2-2.

CUADRO V.4.2.2-2  
PRECIPITACIONES TOTALES Y EFECTIVAS (mm/mes)

PRECIPITACIÓN TOTAL	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1. CURACAVÍ	3	3	4	18	70	90	76	66	25	14	6	3
2. MARÍA PINTO	3	3	4	18	69	88	74	65	24	14	6	3
EFECTIVA	0,0	0,0	0,0	10,0	0,0	0,0	0,0	0,0	14,0	8,0	0,0	0,0

#### V.4.2.3 Determinación de las Tasas de Riego

La tasa de riego es el consumo efectivo de agua que se produce en una superficie de una hectárea cubierta por un determinado cultivo, durante cada mes de su desarrollo. Estas tasas de riego son dependientes de los factores climáticos, que actúan sobre el cultivo de que se trate, a lo largo de su período de desarrollo y de un factor de técnicas de aplicación de agua al cultivo (Eficiencia de aplicación).

La relación para la determinación de la tasa de riego a nivel mensual por hectárea, a nivel de cultivo para cada sector, considerando la eficiencia de aplicación, es la siguiente:

$$T.R. = \frac{Etp - Pp}{Ea} \quad (mm)$$

donde:

- T.R = Tasa de riego (mm)
- Etp = Evapotranspiración potencial del cultivo (mm)
- Pp = Precipitación efectiva (mm)
- Ea = Eficiencia de aplicación del riego

Como en el modelo se trabaja al nivel de sector, fue necesario calcular las necesidades netas unitarias del mismo a partir de su patrón de cultivo y también las eficiencias de riego predial, coeficientes de derrame y percolación promedios ponderados que condujeran a cifras equivalentes a las que se obtendrían al trabajar a un nivel más desagregado. Los cálculos necesarios para obtener dicha información equivalente se efectuaron con planillas Excel desarrolladas previamente por personal de este consultor. El detalle de los cálculos y resultados aplicados a un esquema de cultivos seleccionados, para el escenario futuro, se encuentran en el Anexo V.1 en forma separada para cada sector.

#### V.4.2.4 Determinación de las Eficiencias de Riego

Los métodos de riego asociados a los cultivos y las eficiencias de riego se determinaron con la información del “Estudio Básico” y del Capítulo VII “Desarrollo del Riego”.

Se establece entonces, que para el riego tecnificado de cultivos frutales se utilizará el método de riego por goteo, para los cultivos anuales por surco y para las praderas, el riego por tendido.

#### V.5 USO DEL MODELO

De acuerdo con la estructura del modelo, los datos de entrada son:

- las áreas de los sectores de riego
- las eficiencias prediales
- las necesidades netas mensuales de cada sector
- los caudales demandados por las dos centrales hidroeléctricas
- las longitudes que definen la eficiencia de conducción en los tramos
- los coeficientes de Moritz asociado a cada tramo de conducción
- la velocidad de escurrimiento en cada tramo de conducción

Cabe observar, que si bien es cierto, los datos correspondientes a las eficiencias prediales y las necesidades netas mensuales de los sectores de riego pueden ser modificados, las cifras entregadas corresponden a los resultados de las planillas de cálculo, mencionadas en el numeral VI.4.2.3 “Determinación de las Tasas de Riego”.

Las eficiencias en los diferentes tramos del canal matriz y en los derivados de los sectores de riego fueron determinadas a través de la fórmula de Moritz:

$$S = 0.01155 \times C \times \frac{\sqrt{Q}}{\sqrt{V}}$$

en esta fórmula:

S = Pérdida de conducción	(m <sup>3</sup> /km)
C = Coeficiente de Moritz	(pie/día)
V = Velocidad del flujo	(m)
Q = Caudal conducido	(m <sup>3</sup> )

Para un tramo de longitud “L” en km., la pérdida de conducción estará dada por:

$$S \times L = 0.01155 \times C \times \frac{\sqrt{Q}}{\sqrt{V}} \times L$$

De acuerdo con la ecuación de continuidad, para llegar con un caudal “D” al final del tramo, se necesita un caudal “Q” inicial.

$$Q = D + S \times L$$

Al introducir la expresión de Moritz en la ecuación anterior, se obtiene una ecuación de segundo grado en la variable "Q", debiendo adaptarse la raíz positiva ya que debe ser mayor que "D".

Para este caso en particular, se suponen constantes los valores de las variables C y V para los diferentes tramos. Donde para el coeficiente C se adoptó un valor de 0,403 pie/día, que corresponde a terrenos arcillosos con 10% de roca y, para V, un valor de 0,50 m/s de acuerdo a las características del canal y los derivados, excepto en el tramo 1 del matriz donde se adoptó una velocidad de 0,7 m/s.

Como se desconoce la forma en que se distribuiría el caudal en cada uno de los tramos, para modelar las pérdidas a lo largo de cada uno de ellos, se supuso la entrega en el punto medio de la conducción. Para el cálculo se empleó el caudal del mes de demanda máxima.

Una vez que el usuario introduce los datos de entrada deseados, obtendrá, casi en forma simultánea los resultados a través de 40 matrices aproximadamente, que contendrán información a nivel mensual para el período comprendido entre los años 1999 y 2038.

En la misma hoja de cálculo de entrada de datos se incluyen los resultados de las demandas a nivel mensual en diversos puntos de interés del trazado del Canal Santiago - Curacaví.

En las demás hojas de cálculo, se encuentran el resto de las matrices de resultados.

En el Anexo V.2 se encuentra un Manual de Operación del Modelo de Simulación, el cual explica en forma detallada el ingreso y obtención de resultados.

## V.6 APLICACIONES DEL MODELO

Con el Modelo de Simulación se analizaron los siguientes casos. El primer proceso buscó determinar la seguridad de riego de los sectores, considerando el esquema de cultivo futuro y toda el área potencial del área.

En el segundo caso se determinó la máxima superficie a regar con seguridad 85% en los 4 sectores.

En los Anexos V.3 y V.4 se incluyen todos los resultados de los dos casos indicados y en los Cuadros V.6-1 y V.6-2 adjuntos, la primera hoja con el resumen de los resultados.

Se concluye que el recurso disponible es insuficiente para regar toda el área potencial de las 11.302 há con la seguridad exigida ya que se producen fallas todos los años, pero sí es posible regar 5.288 há con 85% de seguridad, superficie que comprende el 100% del área potencial de los sectores S04 y S01, es decir, 2.984,7 há y 923,6 há, respectivamente y, 1.380 há o el 51% del área potencial del sector S02 y nada en el sector S03.





De los análisis efectuados se pudo concluir también que las demandas de las centrales hidroeléctricas no condicionan las demandas de riego para poder alcanzar la seguridad de 85% en la superficie de 5.288 há. Si las centrales se plantean con demandas adicionales, no es necesario reducir el área de riego para alcanzar la seguridad deseada.

En las condiciones señaladas, para las 5.288 há y demás condiciones establecidas para el proceso, el caudal del canal matriz en bocatoma debería ser del orden de  $6,0 \text{ m}^3$  y sería del orden de  $13,7 \text{ m}^3$  para las 11.302 há.

Se advierte también que las eficiencias prediales ponderadas están entre 0,59 y 0,63.

Las pérdidas por conducción en el canal matriz para el caso N° 2 son tipo 5% en el primer tramo que va con todo el caudal, tipo 13% en el segundo y tipo 25% en el tercero, es decir, relativamente bajas, toda vez que se han considerado terrenos arcillosos con 10% de roca. Para el caso N° 1 los porcentajes de pérdidas son menores pues se conducen mayores caudales.