COMISION NACIONAL DE RIEGO

ESTUDIO INTEGRAL DE RIEGO DEL VALLE DE ELQUI

VOLUMEN 1

CAP. I RESUMEN Y CONCLUSIONES

CAP. II MARCO DE REFERENCIA DEL PROYECTO

I N A - INGENIEROS CONSULTORES

ESTUDIO INTEGRAL DE RIEGO VALLE DE ELQUI

INDICE GENERAL

VOLUMEN 1	CAPITULO I		- RESUMEN Y CONCLUSIONES
		I.1	. Generalidades
		I.2	. Resumen y Conclusiones
	CAPITULO II		- MARCO DE REFERENCIA DEL PROYECTO (Anexo)
VOLUMEN 2	CAPITULO III		- INFRAESTRUCTURA DEL AREA
		III.1	. Situación Actual Agropecuaria (Anexo)
		III.2	. Infraestructura Agrícola
		III.3	. Infraestructura de Canales
VOLUMEN 3	CAPITULO IV		- RECURSOS DE AGUA
		IV.1	. Pluviometría (Anexos)
		IV.2	. Fluviometría (Anexos)
		IV.3	. Sedimentación (Anexos)
		IV 4	. Estudio Hidrogeológico (Anexos)
		IV.5	. Calidad de las Aguas (Anexos)
		IV.6	. Estudio de Recuperaciones (Anexos)
VOLUMEN 4	CAPITULO V		- DEMANDAS DE AGUA
		V.1	. Clima (Anexos)
		V.2	. Suelos
		V.3	. Demandas de Agua por los Cultivos
		V.4	. Otros Usos del Agua
	CAPITULO VI		- DIAGNOSTICO SITUACION ACTUAL
		VI.1	. Estructura de la Propiedad Agrícola
		VI.2	. Sistema Actuales de Riego
		VI.3	. Bienes Prediales
		VI.4	. Situación Actual de la Producción
	CAPITULO VII		- ALTERNATIVAS DE OBRAS CIVILES
		VII.1	. Alternativas de Embalses
		VII.2	. Conducciones (Anexos)
		VII.3	. Explotación Acuífero Subterráneo

VOLUMEN 5 **CAPITULO VIII - PLAN DE DESARROLLO AGRICOLA**

- VIII.1 . Bases para el Desarrollo Agrícola
- VIII.2 . Descripción y Análisis de las Principales Especies
- VIII.3 . Estudios de Mercados, Comercialización y Precios
- VIII.4 . Tasas de Riego
- VIII.5 . Mejoramiento de Puesta en Riego
- VIII.6 . Uso Futuro del Suelo (Anexo)
- VIII.7 . Programa de Implantacion del Plan de Desarrollo Agrícola (Anexo)
- VIII.8 . Programa de Apoyo a la Producción

VOLUMEN 6 **CAPITULO IX - DEMANDA FUTURA DE AGUA**

CAPITULO X - OPERACION MODELOS DE SIMULACION

- X.1 . Modelo de Simulación de los Recursos Hidráulicos Superficiales (Anexos)
- X.2 . Modelo Hidrogeológico (Anexos)

VOLUMEN 7 **CAPITULO XI - ANTEPROYECTO OBRAS CIVILES**

- XI.1 . Estudio de Crecidas (Anexos)
- XI.2 . Bases Topográficas
- XI.3 . Anteproyecto de Embalses (Anexos)
- XI.4 . Anteproyecto de Canales (Anexos)

VOLUMEN 8 ANEXOS (Continuación)

VOLUMEN 9 **CAPITULO XII - EVALUACION ECONOMICA**

- XII.1 . Análisis de Indicadores Económicos (Anexos)
- XII.2 . Metodología y Cálculo de Indicadores a Precios Sociales (Anexos)
- XII.3 . Análisis de las Alternativas (Anexos)

VOLUMEN 10 ALBUM DE PLANOS

- III.3 . Infraestructura de Canales (32 Planos)
- IV.4 . Estudio Hidrogeológico (12 Planos)
- XI . Anteproyecto Obras Civiles (22 Planos)

CAP. I RESUMEN Y CONCLUSIONES

I N D I C E

		Pág.Nº
1.-	GENERALIDADES	
1.1	INTRODUCCION	I.1.1
1.2	EQUIPO PROFESIONAL PARTICIPANTE	I.1.3
2.-	RESUMEN Y CONCLUSIONES	
2.1	INFRAESTRUCTURA DEL AREA	I.2.1
2.1.1	Situación Actual Agropecuaria	I.2.1
2.1.2	Infraestructura Agrícola	I.2.8
2.1.3	Infraestructura de Canales	I.2.8
2.2	RECURSOS DE AGUA	I.2.16
2.2.1	Pluviometría	I.2.16
2.2.2	Fluviometría	I.2.24
2.2.3	Sedimentación	I.2.29
2.2.4	Estudio Hidrogeológico	I.2.33
2.2.5	Calidad de las Aguas	I.2.39
2.2.6	Estudio de Recuperaciones	I.2.46
2.3	DEMANDAS DE AGUA	I.2.50
2.3.1	Clima	I.2.53
2.3.2	Suelos	I.2.54
2.3.3	Demandas de Agua por los Cultivos	I.2.58
2.3.4	Otros Usos del Agua	I.2.62
2.4	DIAGNOSTICO DE LA SITUACION ACTUAL	I.2.66
2.4.1	Estructura de la Propiedad Agrícola	I.2.66
2.4.2	Sistemas Actuales de Riego	I.2.68
2.4.3	Bienes Prediales	I.2.74
2.4.4	Situación Actual de la Producción	I.2.76
2.5	ALTERNATIVAS DE OBRAS CIVILES	I.2.84
2.5.1	Alternativas de Embalse	I.2.84
2.5.2	Conducciones	I.2.90
2.5.3	Explotación Acuífero Subterráneo	I.2.95

		Pág. Nº
2.6	**PLAN DE DESARROLLO AGRICOLA**	I.2.99
2.6.1	Bases para el Desarrollo Agrícola Futuro	I.2.99
2.6.2	Descripción y Análisis de las Principales Especies	I.2.102
2.6.3	Estudios de Mercado, Comercialización y Precios	I.2.109
	2.6.3.1 Antecedentes Metodológicos	I.2.109
	2.6.3.2 Análisis de Precios	I.2.112
	2.6.3.3 Mercado y Comercialización	I.2.113
	2.6.3.4 Análisis de la Situación Actual y Mecanismo de Determinación de Precios	I.2.120
	2.6.3.5 Análisis de la Situación Futura de Precios	I.2.126
2.6.4	Tasas Futuras de Riego	I.2.141
2.6.5	Mejoramiento de la Puesta en Riego	I.2.149
2.6.6	Uso Futuro del Suelo	I.2.154
2.6.7	Programa de Implantación del Plan de Desarrollo Agrícola	I.2.174
2.6.8	Programa de Apoyo a la Producción	I.2.187
2.7	**DEMANDAS FUTURAS DEL AGUA**	I.2.200
2.8	**OPERACION MODELOS DE SIMULACION**	I.2.202
2.8.1	Modelo de Simulación de los Recursos Hidráulicos Superficiales	I.2.202
2.8.2	Modelo de Simulación Hidrogeológico	I.2.212
2.9	**ANTEPROYECTO DE OBRAS CIVILES**	I.2.224
2.9.1	Estudio de las Crecidas	I.2.224
2.9.2	Bases Topográficas	I.2.242
2.9.3	Anteproyecto de Embalses	I.2.244
2.9.4	Anteproyecto de Canales	I.2.254
2.10	**EVALUACION ECONOMICA**	I.2.259
2.10.1	Análisis de Indicadores Económicos	I.2.259
	2.10.1.1 Aspectos Metodológicos	I.2.260
	2.10.1.2 Alternativas Consideradas para la Evaluación	I.2.261
2.10.3	Análisis de las Alternativas	I.2.264
	2.10.3.1 Alternativas Elegidas para el Análisis	I.2.264
	2.10.3.2 Resumen de Resultados de los Indicadores Económicos	I.2.266
	2.10.3.3 Conclusiones y Recomendaciones	I.2.275

1.- GENERALIDADES

1.1 INTRODUCCION

Desde el punto de vista del potencial de recursos del Valle de Elqui, se ha considerado que el sector agropecuario debería cobrar una mayor importancia relativa dentro de la economía de la provincia.

El principal factor que frena el desarrollo agrícola del valle reside en la falta de agua que no permite un abastecimiento óptimo de dicho elemento.

Ante el evidente pobre abastecimiento del recurso agua en la zona, se iniciaron una serie de estudios realizados por diversas instituciones, cuya finalidad fue lograr diagnosticar la disponibilidad de agua.

Sin embargo, por tratarse de estudios aislados que cubrían generalmente una parte del problema, no se logró una visión global que permitiera dar soluciones integrales, postergándose hasta el presente la solución del problema.

La situación planteada vino a cambiar el año 1979 cuando la Comisión Nacional de Riego, organismo responsable de la Planificación, Estudio y Elaboración de Proyectos Integrales de Riego a lo largo del territorio nacional, consideró al Valle de Elqui para ser incluído dentro de su programación de estudios de cuencas hidrográficas. Esto dió origen al **Estudio Integral de Riego del Valle de Elqui**, el cual se inició en 1979 con el levantamiento topográfico y el estudio de suelos de dicho valle.

El Estudio Integral de Riego, propiamente tal, que comenzo en 1982, fué realizado por la firma INA Ingenieros Consultores, bajo la coordinación del Departamente de Estudios de la Comisión Nacional de Riego.

El estudio consistió en la evaluación de los recursos naturales disponibles para el desarrollo agropecuario de la superficie agrícola regada y potencialmente regable en el Valle de Elqui, en la formulación de un programa de desarrollo integral de dichos recursos y en su evaluación técnico-económica. Este estudio fue efectuado a nivel de factibilidad.

Los criterios desarrollados en el presente estudio se distribuyen de la siguiente forma :

Volumen 1	Capítulo I	Resumen y Conclusiones
	Capítulo II	Marco de Referencia del Proyecto
Volumen 2	Capítulo III	Infraestructura del Area
Volumen 3	Capítulo IV	Recursos de Agua
Volumen 4	Capítulo V	Demandas de Agua
	Capítulo VI	Diagnóstico Situación Actual
	Capítulo VII	Alternativas de Obras Civiles
Volumen 5	Capítulo VIII	Plan de Desarrollo Agrícola
Volumen 6	Capítulo IX	Demandas Futuras de Agua
	Capítulo X	Operación Modelos de Simulación
Volumen 7	Capítulo XI	Anteproyecto Obras Civiles - Libro Primero
Volumen 8	Capítulo XI	Anteproyecto Obras Civiles - Libro Segundo
Volumen 9	Capítulo XII	Evaluación Económica
Volumen 10	Album de Planos:	
	III.3	Infraestructura de Canales
	IV.4	Estudio Hidrogeológico
	XI	Anteproyecto Obras Civiles

1.2 EQUIPO PROFESIONAL PARTICIPANTE

En el desarrollo del presente estudio se contó con la participación de los siguientes profesionales :

- Jefe de Proyecto :
  Ing. Civil Sr. René Gómez Díaz
- Jefe de Ingeniería Civil :
  Ing. Civil Sr. Hernán del Río Fernández (1er.año)
  Ing. Civil Sr. Renato Rodríguez Ortíz (resto del tiempo)
- Jefe de Ingeniería Agronómica :
  Ing. Agrónomo Sr. Werner Gesswein Niethammer (1er. año)
  Ing. Agrónomo Sr. Sergio Lazcano Guerra (resto del tiempo)
- Especialista en Hidrología:
  Ing. Civil Sr. Andrés Benitez Girón
- Especialista en Hidrogeología :
  Ing. Civil Sr. Hernán Baeza Sommers
  Ing. Civil Sr. Guillermo Cabrera Fajardo
- Especialista en Modelos de Simulación :
  Ing. Civil Sr. Pablo Isensee Martínez
- Especialista en Sistemas de Riego :
  Ing. Civil Sr. José Miñano Copano
- Especialista en Proyectos de Canales
  Ing. Civil Sr. Francisco Calabuig García
- Especialista en Construcción de Obras Hidráulicas
  Ing. Civil Sr. Antonio Baeza Sommers
- Especialista en Calidad de Agua
  Ing. Civil Sr. Enrique Munizaga Díaz
- Especialista en Topografía
  Ing. de Ejecución Sr. Alexis Vega Vichi
  Ing. de Ejecución Sr. Julio González Escobar

- Especialista en Prospecciones
  - Ing. Civil Sr. Fernando Castro Merino
  - Ing. Civil Sr. Evanán Alvarado Montero
- Especialista en Geotecnia
  - Ing. Civil Sr. Eugenio Garcés Vial
  - Ing. Civil Sr. Guillermo Noguera Larraín
- Especialista en Proyectos Hidráulicos
  - Ing. Civil Sr. Carlos Andreani Luco
  - Ing. Civil Sr. Lincoln Alvarado Montero
- Especialista en Geología
  - Geólogo Sr. Arturo Hauser Yung
- Jefe de Trabajo de Terreno Agronómico
  - Ing. Agrónomo Sr. Marcelo Ramírez Urzúa
- Especialista en Infraestructura Agrícola
  - Ing. Agrónomo Sr. Sergio Mery Alcayaga
- Especialista en Riego Predial
  - Ing. Agrónomo Sr. Gabriel Selles Van Schouwen
- Especialista en Economía Agraria
  - Ing. Agrónomo Sr. Renato Guzmán Jara
- Especialista en Fruticultura
  - Ing. Agrónomo Sr. Jorge Valenzuela Barnech
- Especialista en Tecnificación de Regadío
  - Ing. Agrónomo Sr. Sergio Alfaro Cortés
- Especialista en Mercados y Comercialización
  - Ing. Agrónomo Sr. Gastón Bruna Day
- Especialista en Economía
  - Economista Sra. Ximena Miranda Muñoz

2.- RESUMEN Y CONCLUSIONES

A continuación se presenta un resumen y las principales conclusiones de cada una de las materias desarrolladas en este estudio.

2.1 INFRAESTRUCTURA DEL AREA

2.1.1 Situación Actual Agropecuaria

En este capítulo, que corresponde a la primera parte del diagnóstico de la situación actual del Valle del Río Elqui, se pretende entregar una visión del área del proyecto en lo concerniente a :

- Superficie bajo canal del proyecto, distribuida en terrenos de riego, regables, indirectamente productivos y de secano.
- Tamaño de las propiedades agrícolas
- Uso actual del suelo
- Ganadería
- Infraestructura a nivel predial
- Maquinaria agrícola
- Fuerza de trabajo
- Nivel educacional de vivientes y trabajadores
- Equipamiento comunitario

Con este fin se utilizó un empadronamiento general efectuado por la D.G.A. en 1980/81, de todos los predios agrícolas del área en estudio y se realizó una encuesta a un determinado número de propietarios agrícolas.

Para la presentación de los resultados se efectuó una estratificación de los predios de acuerdo a su tamaño y una distribución de la superficie del proyecto en áreas de planificación y en sectores de riego.

La estratificación efectuada consideró los siguientes grupos de predios:

Grupo 1 : Estrato hasta 1,0 ha
Grupo 2 : Estrato de 1,1 a 5,0 ha
Grupo 3 : Estrato de 5,1 a 15,0 ha
Grupo 4 : Estrato de 15,1 a 30,0 ha
Grupo 5 : Estrato de más de 30,0 ha
Grupo 6 : Varios Propietarios (V.P.)

Las áreas de planificación utilizadas son :

- **Area Alta**
  Comprende el curso alto del río Elqui y los sectores correspondientes al río Turbio, río Derecho, Paihuano y los ríos Claro y Cochiguas, llegando hasta la confluencia de los ríos Turbio y Claro. Las condiciones favorables de clima determinan la preferencia por el cultivo de la vid y, en menor escala, la explotación de otros frutales.

- **Area Media**
  Se extiende, a partir del límite occidental del Area Alta, cubriendo los sectores Vicuña y Puclaro. Al igual que el Area Alta presenta una marcada aptitud para la vid y, secundariamente, por algunas otras especies frutales.

- **Area Baja**
  Corresponde al curso inferior o tercera sección del río Elqui, extendiéndose desde la quebrada Marquesa hasta el Océano Pacífico. Esta

área presenta un amplio valle que va aumentando en extensión en dirección oriente-poniente. Los rubros productivos más frecuentes son frutales, chacras y hortalizas.

Los sectores de riego que integran cada área son los siguientes :

- **Area Alta**

  Sector 1 Río Turbio
  Sector 2 Río Derecho
  Sector 3 Quebrada de Paihuano
  Sector 4 Ríos Claro y Cochiguas

- **Area Media**

  Sector 5 Vicuña
  Sector 6 Puclaro

- **Area Baja**

  Sector 7 Altovalsol
  Sector 8 Bellavista
  Sector 9 Pampa-Herradura
  Sector 10 Vegas

En el Cuadro I.2.1 se presenta un resumen de la superficie estudiada por áreas y por sectores. Del análisis de este cuadro se desprende que :

- Del total de terrenos regables, 24.490 ha, el 75% (18.400 ha aproximadamente), son regadas actualmente. El 20% (5.000 ha aproximadamente) corresponden a terrenos eventuales o regables y el 5% (1.100 ha aproximadamente) a terrenos indirectamente productivos.

- Al comparar las Areas Alta y Media con la Baja se aprecia que esta última tiene más del doble de terrenos regables y regados que las

Areas Alta y Media.

- El número de predios empadronados alcanza a 2.056 propiedades agrícolas, de los cuales 300 predios corresponden a la Area Alta, 573 a la Area Media y 1.183 predios a la Area Baja. Cabe señalar que en el total de predios se consideraron como un solo predio, las concentraciones que figuran como Varios Propietarios (V.P.) y que conforman en Grupo 6.

- Las superficies entregadas por el Empadronamiento, como su estructuración, observan una muy estrecha correlación con las entregadas por el estudio detallado de Suelos realizado por Agrolog Ltda. y Meléndez y Pesce Ltda. para la Comisión Nacional de Riego.

CUADRO I.2.1
RESUMEN SUPERFICIE ESTUDIADA DEL VALLE DEL RIO ELQUI
POR AREAS Y POR SECTORES DE RIEGO

AREAS	SECTORES RIEGO	PREDIOS N°	REGADAS Ha	REGABLES Ha	SUB-TOTAL Ha	SUB-TOTAL %	INDIRECT. PRODUCTIVO Ha	TOTAL Ha
	1	66	424,5	143,5	568,0	2,4	37,4	605,4
ALTA	2	109	980,1	793,5	1.773,6	7,6	94,8	1.868,4
	3	27	321,4	83,6	405,0	1,8	39,3	444,3
	4	98	744,1	287,6	1.031,7	4,4	41,6	1.073,3
SUB-TOTAL		300	2.470,1	1.308,2	3.778,3	16,2	213,1	3.991,4
MEDIA	5	476	2.358,8	445,0	2.798,8	12,0	179,0	2.977,8
	6	97	656,8	275,3	932,1	45,3	977,4	
SUB-TOTAL		573	3.010,6	720,3	3.730,9	16,0	224,3	3.955,2
	7	336	4.379,8	794,5	5.174,3	22,1	115,5	5.289,8
	8	456	5.200,3	1.028,6	6.228,9	26,6	206,5	6.435,4
BAJA	9	204	1.825,4	649,1	2.474,5	10,6	144,2	2.618,7
	10	187	1.517,4	481,4	1.998,8	8,5	201,4	2.200,2
SUB-TOTAL		1.183	12.922,9	2.953,6	15.876,0	67,8	667,6	16.544,1
TOTAL AREAS		2.056	18.403,6	4.982,1	23.385,2	100,0	1.105,0	24.490,7
%			75,1	20,3			4,6	100,0

Fuente : Empadronamiento D.G.A. 1980-1981.

La estratificación de predios por tamaño de acuerdo a sus superficies regadas, realizada computacionalmente a nivel de cada sector de riego, se consolidó a nivel de áreas (Alta, Media y Baja) y área total del proyecto y se presenta en el Cuadro I.2.2.

De los antecedentes indicados en dicho cuadro a nivel de área total del proyecto y en orden de importancia, en cuanto a superficies se desprende que :

- El estrato GR-3 de 5,1-15,1 ha es el de mayor significación en la totalidad del área, tanto en número de predios como en superficie regada, alcanzando en ambos casos al 46% de los totales respectivos.

- El estrato GR-5 de + 30,1 ha es relativamente poco significativo en cuanto a número de predios que lo forma (3,2%) pero altamente significativa su superficie regada, ocupando el 23,0% del total del área.

- El estrato GR-4 de 15,1-30,0 ha se ubica en el cuarto lugar en cuanto a número de predios con 6,9% sobre el total de ellos; pero en la superficie regada alcanza el tercer lugar de importancia con 15,9% del total.

- El estrato GR-2 de 1,1-5,0 ha, si bien, concentra el 23,6% del total de predios, sólo ocupa el 8,3% de la superficie regada del total del área.

- El estrato Varios Propietarios (V.P.) GR-6 representa el 4,9% del total de predios y el 5,3% de la superficie total regada del área.

- El estrato GR-1 de 0,1-1,0 ha concentra el 15,0% del total de predios, pero representa solamente el 0,9% de la superficie regada.

CUADRO I.2.2

(GRUPOS 1 AL 6)

ESTRATIFICACION DE PREDIOS POR AREAS Y AREA TOTAL

(Superficie Regada en Hectáreas y %)

ESTRATOS	AREA ALTA				AREA MEDIA				AREA BAJA				TOTAL AREAS			
O GRUPOS	PREDIOS		SUP. REGADA		PREDIOS		SUP. REGADA		PREDIOS		SUP. REGADA		PREDIOS		SUP. REGADA	
	N°	%	Ha	%	N°	%	Ha	%	N°	%	Ha	%	N°	%	Ha	%
GRUPO 1																
0,0- 1,0 ha	57	19,0	34,2	1,4	185	32,3	102,4	3,4	66	5,6	26,0	0,2	308	15,0	162,6	0,9
GRUPO 2																
1,1- 5,0 ha	98	32,7	290,7	11,8	184	32,1	476,4	15,8	203	17,2	765,8	6,0	485	23,6	1.532,9	8,3
GRUPO 3																
5,1-15,0 ha	65	21,7	587,9	23,8	128	22,3	1.027,1	34,1	760	64,2	6.948,8	53,8	953	46,4	8.563,8	46,6
GRUPO 4																
15,1-30,0 ha	29	9,7	604,2	24,5	22	3,8	450,2	15,0	92	7,8	1.866,1	14,4	143	6,9	2.920,5	15,9
GRUPO 5																
+ 30,1 ha	10	3,3	459,3	18,6	13	2,3	651,0	21,6	43	3,6	3.130,4	24,2	66	3,2	4.240,7	23,0
GRUPO 6																
V.P.	41	13,6	493,8	19,9	41	7,2	303,5	10,1	19	1,6	185,8	1,4	101	4,9	983,1	5,3
TOTALES	300	100,0	2.470,1	100,0	573	100,0	3.010,6	100,0	1.183	100,0	12.922,9	100,0	2.056	100,0	18.403,6	100,0

Fuente : Elaboración propia sobre Empadronamiento D.G.A. 1980-1981.

2.1.2 Infraestructura Agrícola

La infraestructura agrícola se ha examinado desde dos puntos de vista : infraestructura social y de servicios e infraestructura directamente productiva o agroindustrias. En la infraestructura social se han descrito las entidades de población y se han jerarquizado de acuerdo a su grado de equipamiento. Se ha presentado los límites urbanos de La Serena--Coquimbo, Vicuña y Paihuano, y se ha ubicado las posibles zonas de expansión urbana del complejo Coquimbo-La Serena. En un plano 1:250.000 se han dibujado los caminos, y obras de infraestructura principales, incluídos teléfonos, correos, electrificación.

Se ha examinado la situación de las agroindustrias de la zona, tales como pisco, papaya, ají, molinos y mataderos. Se describen las plantas, la capacidad instalada y volumen de sus productos.
Se concluye que no hay un conflicto entre la expansión urbana y el uso agrícola de los suelos por la existencia de terrenos no agrícolas de bajo precio y aptos para la construcción. Tampoco aparecen deficiencias serias en la infraestructura vial y de transporte. Algunas obras mayores como el mejoramiento de la Carretera Panamericana y principalmente del Puerto de Coquimbo deben ser juzgados en el ámbito del servicio al subsector frutícola exportador, dada su situación actual espectable.

2.1.3 Infraestructura de Canales

La obtención de la red actual de canales de riego se basó principalmente en el informe "Catastro de Regantes del Valle del Elqui" de la Dirección General de Aguas.

Toda la información incluída en dicho informe y sus planos, fué traspa-

sada a los planos escala 1:10.000 de la Dirección de Riego y confrontada con la información que aparecía en los mosaicos IREN a escala 1:20.000 con Hidrología y Catastro de Propiedades.

Paralelamente se confeccionaron los diagramas de distribución unifilar según la misma información anterior.

Posteriormente, se hizo una confrontación de toda la información disponible incluyendo además, las fotos aéreas escala 1:15.000 de la zona en estudio.

De todos estos análisis se obtuvo la red de riego actual con algunas dudas en cuanto a propiedades y a la red misma, que fueron posteriormente aclaradas en terreno.

Además, se llevaron a cabo diversas visitas a terreno en la primera de las cuales se recorrió las obras de captación, control y distribución de los principales canales del río Elqui y sus afluentes.

Posteriormente, se llevó a cabo un plan de visitas a los canales más importantes como asimismo, obras y embalses nocturnos, complementando con entrevistas a los celadores de dichos canales. Con todo lo anterior, fue posible obtener una visión bastante completa de la forma de distribución de las aguas en el río Elqui y sus afluentes.

Con estos análisis y visitas a terreno se pudo constatar que, en general, los canales derivados del río Elqui y sus afluentes son en su gran mayoría de pequeño tamaño. En efecto, de casi 140 canales que pertenecen al sistema, sólo 9 de ellos son mayores de 500 l/s de capacidad máxima todos ellos con bocatomas en el río Elqui propiamente tal, y de éstos, sólo 4 son mayores de 1 m^3 /s todos los cuales están ubicados en la 3a.

Sección de este río. La derivación de los canales desde el río mismo está controlada, para todos aquellos canales que pertenecen a la Junta de Vigilancia del río Coquimbo (*) mediante aforadores de escurrimiento crítico con barreras triangulares, los cuales tienen un ancho proporcional a sus derechos.

La derivación misma se hace mediante patas de cabras, muros de piedras, champas u otros sistemas rústicos.

La regulación del caudal entregado se hace mediante compuertas metálicas de tornillo, las cuales pueden ser operadas sólo por personal autorizado por la Junta de Vigilancia ya nombrada.

En el Cuadro I.2.3, se muestra un resumen de las superficies, derechos y capacidad de regulación de las diferentes secciones y sectores legales en que se encuentra dividido actualmente el río Elqui y sus afluentes.

(*) : Nombre oficial de la Junta de Vigilancia del río Elqui.

CUADRO Nº 1.2.3

RESUMEN DE SUPERFICIES, DERECHOS Y CAPACIDAD DE REGULACION. AREA BAJO CANALES

Sector Legal	Derechos Acc.Netas	Sup. Regada Ha	Relación Acc/Ha	Capacidad Regulacion m^3	Relacion m^3/ha	Relacion m^3/acc
Río Derecho (1)	3.041,75	888,2	3,42	75.100	84,60	24,7
Río Turbio	2.187,65	424,5	5,15	35.000	82,5	16,0
Río Cochiguas	1.067,48	203,2	5,25	14.000	68,9	13,1
Río Claro	3.069	478,9	6,41	58.200	121,5	19,00
Río Elqui 1a. Sección	5.377,13	2.273,0	2,37	337.800	148,6	62,8
Río Elqui 2a. Sección	1.042,70	401,6	2,60	49,300	122,8	19,4 (2)
Río Elqui 3a. Sección	11.989,97	13.081,8	0,92	1.372.020	104,9	106,2 (3)
Quebradas	-	475,3	-	29.800	62,7	-
Pozos	-	177,1	-	4.050	22,9	-
TOTAL	27.775,83	18.403,6	1,51	1.975.270	107,3	65,3 (4)

(1) : No pertenece a la Junta de Vigilancia del Río Coquimbo.

(2) : Capacidad de regulación de superficie con derechos : 20.200 m^3
(3) : Capacidad de regulación de superficie con derechos : 1.273.300 m^3
(4) : Capacidad de regulación de superficie con derechos : 1.813.600 m^3

Del análisis de la red de riego actual y su organización legal se pueden sacar las siguientes conclusiones de interés en este estudio :

- Los sectores mejores dotados en recursos son los ríos Turbio, Cochiguas, Claro y Derecho en la parte superior de la hoya del río Elqui.

- La 3a. Sección del río Elqui es la de más baja dotación, siendo casi la sexta parte de la dotación del río Claro.

- Lo común es que los canales de los ríos de la zona alta, a pesar de estar bien mantenidos, sólo tengan capacidad para un 70% de sus derechos, ya que con dicha capacidad el agua es suficiente, sin ningún problema. Se exceptúan de lo anterior, aquellos canales de los sectores altos que, por tener muy pocas acciones y regar superficies muy pequeñas, necesitan de todas maneras el máximo de sus derechos para poder contar con un caudal manejable.

- Otra consecuencia de las diferencias de dotaciones es que a pesar de existir pérdidas de importancia en algunos canales de los sectores alto, eso no representa mayor preocupación dado que, por lo general, tienen excedentes de agua y la que pierden es reutilizada por los canales de más abajo.

- Sólo pocos canales tienen marcos partidores para la distribución del agua a nivel de canal matriz. De éstos, sólo el canal Bellavista tiene marcos de escurrimiento crítico y son totalmente confiables. Los marcos de los canales Herradura y San Pedro Nolasco no son muy exactos en su partición. El resto de los canales hace su distribución principalmente a base de compuertas y turnos.

- La capacidad de regulación nocturna, a nivel de todo el valle, es en general bastante alta, ya que permite, en promedio y considerando que la acción equivale a 1 l/s, una regulación de alrededor de 18 horas.

- La más alta regulación, con respecto a la superficie regada, la tiene el Sector Vicuña de la 1a. sección que desde el punto de vista de dotaciones sería la segunda peor dotada del valle. Con respecto a los derechos, la mayor regulación la tiene 3a. sección que es a su vez la peor dotada. Esto último es lógico ya que por su baja dotación debe tener la mayor regulación posible pero con respecto al caudal que realmente dispone.

- La superficie regada por pozos es poco significativa y totalmente secundaria. Se concentra principalmente en Vicuña, en las cercanías de los sectores de vegas en la costa y en el sector del canal Bellavista.

- A pesar que la superficie total bajo canales es de alrededor de 34.000 ha, sólo se están regando efectivamente 18.400 ha. Esta cifra corresponde a la superficie que estaba siendo cultivada, en el año 1980, en el cual se llevaron a cabo las encuestas para confeccionar el Rol de Regantes de la Dirección General de Aguas. A la superficie total bajo canal debe descontarse los terrenos que no son aptos para el cultivo, como asimismo aquellos terrenos indirectamente productivos como ser caminos, construcciones, canales, etc. De todas maneras existe una diferencia de cierta importancia entre la superficie total susceptible de ser regada que está bajo canal y la superficie efectivamente regada, lo que se debe principalmente a la falta de recursos del río para regar toda la superficie bajo canal (la seguridad de riego en la 3a. Sección es cercana a 45%). Otro motivo para que haya terreno bajo canal que no se riegue, especialmente en la 3a. Sección, es la falta de derechos en el río.

En la 3a. Sección se tienen 0,92 acciones para cada ha regable bajo canal con derechos. Si tomamos en cuenta que en el mejor de los casos (cuando existe "río libre") la acción equivale a 1 l/s, se tendría una dotación de 0,92 l/s ha como máximo. Dado que la tasa actual de riego en el mes de máxima demanda (Enero) en esta sección, puede alcanzar alrededor de 1,25 l/s ha, tendremos que en los años más abundantes en agua se podría regar el 74% de la superficie bajo canal.

Por último, como consecuencia de la falta de derechos el canal Bellavista, a pesar de que fue construído para una capacidad mayor que la que indican los derechos (3.677,04 acciones con capacidad de 4.500 l/s), de todas maneras dicha capacidad es insuficiente para regar las 6.041 ha regables que hay bajo canal.

Con el fin de mostrar un resumen de las superficies regadas y regables, tanto por los canales derivados del río Elqui y sus afluentes, como de las otras fuentes (quebradas, vertientes, pozos, etc.) se ha confeccionado el cuadro I.2.4. En este cuadro se indica para cada sector, la superficie regada en la temporada 80/81 por canales, la regada en la misma temporada por otras fuentes, el total regado en dicha temporada, la superficie adicional posible de regar por canales, la posible de regar por otras fuentes, la superficie total regable y finalmente la superficie total apta para el riego según la encuesta indicada. Si a la superficie total de 23.385,7 se le agregan las 1.105 ha indirectamente productivas, se llega al total de 24.490,7 ha que corresponde al total del área encuestada.

Cabe hacer notar que las otras fuentes se refieren en los sectores 1,3,6,7 y 9 a pequeñas vertientes; en el sector 2 y 4 a quebradas laterales; en los sectores 5 y 8 a pozos y pequeñas vertientes y en el sector 10 exclusivamente a pozos.

CUADRO Nº I.2.4

SUPERFICIES REGADAS Y REGABLES SEGUN EMPADRONAMIENTO D.G.A.

TEMPORADA 80/81

(En Hectáreas)

SECTORES	SUPERFICIE REGADA			SUPERFICIE REGABLE			SUPERFICIE
	Por Canales	Otras Fuentes	Total	Por Canales	Otras Fuentes	Total	TOTAL
1 Río Turbio	424.,3	0,2	424,5	143,5	0,0	143,5	568,0
2 Río Derecho	888,2	91,9	980,1	292,2	501,3	793,5	1.773,6
3 Paihuano	319,4	2,0	321,4	70,6	13,0	83,6	405,0
4 Río Claro	682,1	62,0	744,1	179,8	107,8	287,6	1.031,7
5 Vicuña	2.251,3	102,5	2.353,8	427,4	17,6	445,0	2.798,8
6 Puclaro	651,8	5,0	656,8	244,3	31,0	275,3	932,1
7 Altovalsol	4.350,3	29,5	4.379,8	787,5	7,0	794,5	5.174,3
8 Bellavista	5.131,3	69,0	5.200,3	910,2	118,4	1.028,6	6.228,9
9 Pampa	1.807,8	17,6	1.825,4	619,6	29,5	649,1	2.474,5
10 Vegas	1.450,4	67,0	1.517,4	452,2	56,2	481,4	1.998,8
TOTAL	17.956,9	446,7	18.403,6	4.100,3	881,8	4.982,1	23.385,7

2.2 RECURSOS DE AGUA

2.2.1 Pluviometría

La finalidad de este estudio es la determinación del régimen pluviométrico de la cuenca del río Elqui y el trazado de los mapas de isoyetas de probabilidad de excedencia 20, 50, 80 y 95%.

El período que se estudió fué el comprendido entre los años hidrológicos 1941/42-1979/80, ya que del año 80/81 no fue posible recopilar los datos de muchas estaciones.

En este estudio se utilizaron todas las estadísticas pluviométricas de las estaciones de esta cuenca y de las cuencas vecinas que fueron observadas durante este período y que se consideraron necesarias para el trazado de los mapas de isoyetas. También se analizaron los recursos nivales y glaciares existentes.

En la lámina I.2.1 se ha dibujado el diagrama de barras en el que se indica gráficamente el período de observación de cada una de las estaciones consideradas en el estudio.

La ubicación geográfica de las estaciones pluviométricas consideradas se visualiza en la lámina IV.1.1, página IV.1.4 del volumen 3(Cap. IV.-Recursos de Agua).

Plan de Estudio

El estudio comprendió las siguientes etapas :

1° Análisis, corrección y ampliación al período 1941/42-1979/80 de las estadísticas largas y relación de las estadísticas cortas

respecto a un Patrón de Precipitaciones o una estadística considerada como Estadística Base.

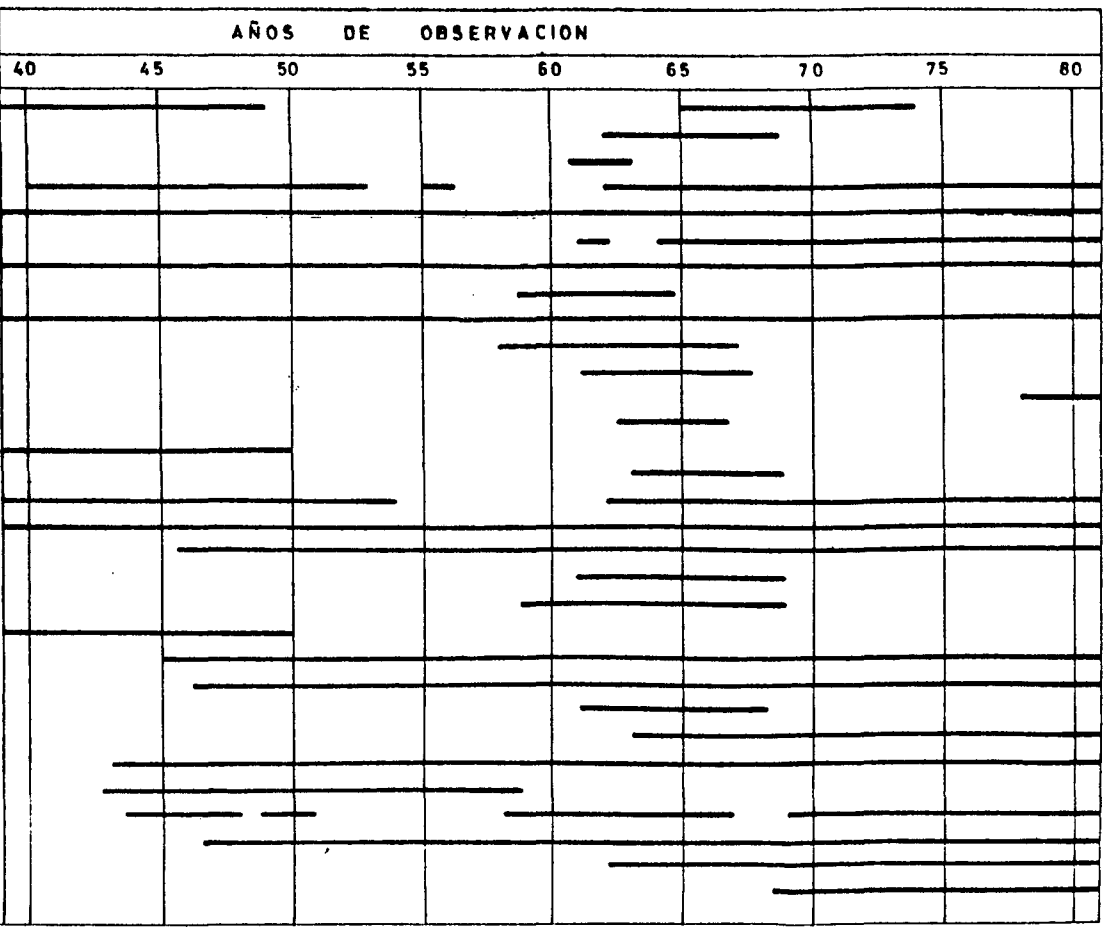
2° Cálculo de los valores característicos medios de las estadísticas pluviométricas y determinación del régimen pluviométrico de cada estación.

3° Trazado de los mapas de isoyetas de probabilidad de excedencia 20, 50, 80 y 95%.

LAMINA I.2.1

DIAGRAMA DE BARRAS DE LAS ESTADISTICAS PLUVIOMETRICAS

N°	NOMBRE ESTACION	LAT. S.	LON. W.	H (msnm)	AÑO INICIO
1	EL TOFO	29°27'	71°15'	50	1919
2	ALMIRANTE LATORRE	29°38'	70°58'	913	
3	FUNDO SAN ANTONIO	29°47'	71°03'		
4	HUANTA	29°50'	70°24'	1.200	
5	LA SERENA AEROPUERTO (DMC)	29°54'	71°14'	132	1869
6	LA SERENA CAMPEX	29°55'	71°16'	30	
7	PUNTA TORTUGA (COQUIMBO)	29°56'	71°21'	30	1886
8	MOLINO DE YACO	29°57'	70°09'	1.200	
9	RIVADAVIA	29°58'	70°35'	850	1916
10	ELQUI EN ALMENDRAL	29°58'	70°56'	480	
11	MOLLE RETEN	29°58'	70°58'	70	
12	PAN DE AZUCAR	29°58'	71°19'		
13	EMBALSE PUCLARO	30°01'	70°51'	462	
14	HDA. CORAZON DE MARIA	30°00'	71°15'		1933
15	EL TAMBO RETEN	30°01'	70°48'	548	
16	PAIHUANO	30°02'	70°32'	950	1917
17	VICUÑA (DOS)	30°02'	70°44'	620	1918
18	VICUÑA CAMPEX	30°02'	70°44'		
19	DIAGUITAS RETEN	30°02'	70°39'	706	
20	MONTE GRANDE	30°06'	70°31'	1.152	
21	FDO. LAGUNILLAS	30°06'	71°23'	10	1924
22	PISCO ELQUI	30°07'	70°29'	1.250	
23	FDO. LOS NICHOS	30°09'	70°30'	1.350	
24	MAITENCILLO	30°10'	71°06'	600	
25	ANDACOLLO	30°13'	71°06'	1.100	
26	HURTADO	30°17'	70°42'	1.200	
27	SERON	30°20'	70°45'	1.642	
28	LAS BREAS	30°22'	70°37'	1.700	
29	PICHASCA	30°24'	70°52'	725	
30	SAMO ALTO	30°25'	70°57'	600	
31	PABELLON	30°25'	70°33'	2.020	



Para el análisis, corrección y ampliación de las estadísticas se operó de la siguiente forma :

1° Se calculó un Patrón de Precipitaciones basado en las estadísticas pluviométricas cuyo registro abarcaba todo o casi todo el período 1941/42-1979/80 y que habían sido bien observadas y eran homogéneas.

2° Las estadísticas largas, considerándose como tales las que tienen más de 15 años de registro contínuo, se compararon con el Patrón de Precipitaciones, o con una estadística larga cercana y bien observada, utilizando el método de las curvas doble acumuladas para verificar su consistencia y homogeneidad. Los años que estaban incompletos se rellenaron por comparación con la estadística de una estación cercana. La corrección de las estadísticas se efectuó por los métodos usuales.

La ampliación de las estadísticas anuales se efectuó utilizando como coeficiente de regresión la $tg\alpha$ de la curva doble acumulada.

Cuando se consideró necesario ampliar la estadística mensual, por corresponder a una zona donde era la única estación existente y era necesario determinar su régimen pluviométrico, se correlacionó con la estadística larga más cercana y mejor observada. La correlación anual se consideró válida como correlación mensual.

3° Las estadísticas cortas, o sea con menos de 15 años de registro, se compararon con el Patrón de Precipitaciones a través de correlaciones gráficas o con una estadística de una estación bien

observada y que además de estar cercana hubiera sido previamente corregida. La bondad de la regresión estuvo dada por la dispersión de los puntos alrededor de la recta de regresión.

Estas líneas generales del análisis, ampliación y corrección de las estadísticas pluviométricas, debieron ser adaptadas a las condiciones existentes, debido especialmente a que por estar esta cuenca sometida a las precipitaciones generadas por la cola de los frentes fríos que la atraviesan, éstas adquieren frecuentemente el caracter de marginales, lo cual influye en la homogeneidad de las mismas en el total de la cuenca. Por esta misma razón la influencia orográfica en las precipitaciones, no siempre se hace presente con la misma intensidad.

En el Cuadro I.2.5 se muestran las precipitaciones anuales con probabilidad de excedencia 20, 50, 80 y 95%, de las estaciones pluviométricas que se indican.

CUADRO I.2.5

PRECIPITACIONES ANUALES CON PROBABILIDAD DE EXCEDENCIA 20, 50, 80 y 95% DE LAS ESTACIONES PLUVIOMETRICAS (mm)

Nº	Estación	Probabilidad de Excedencia			
		20 %	50 %	80 %	95 %
	a) Cuenca Intermedia				
	Patrón (E.B.)	184	95	44	19
22	Pisco Elqui	192	91	34	13,4
23	Fdo. Los Nichos	207	98	41	15
17	Vicuña (DOS)	178	95	44	19
9	Rivadavia	150	81	41	19
18	Vicuña (Campex)	166	90	45	21
16	Paihuano	117	66	34	16
4	Huanta	84	44	20	3,5
10	Elqui Amendral	145	75	35	15
11	Molle Retén	153	79	37	16
15	El Tambo Retén	177	91	42	18
19	Diaguitas Retén	276	143	66	29
20	Monte Grande	121	63	29	13
25	Andacollo	170	99	54	22
	b) Zona Costera				
5	La Serena Aeropuerto (EB)	139	76	35	13,6
7	Punta Tortuga	139	74	36	11,0
6	La Serena Campex	147	81	37	14,4
1	El Tofo	115	63	29	11,3
2	Almirante Latorre	117	64	29	11,4
12	Pan de Azúcar	139	76	35	13,6
14	Hda. Corazón de María	184	100	46	18,0
21	Fdo. Lagunillas	192	105	48	18,8
24	Maitencillo	193	106	49	18,9
	c) Cuenca Río Hurtado				
26	Hurtado (E.B.)	215	117	59	28
29	Pichasca	181	98	50	24
27	Serón	172	94	47	22
28	Las Breas	178	97	49	23
30	Samo Alto	161	88	44	21
31	Pabellón	219	119	60	29

La distribución de las estaciones pluviométricas existentes en la cuenca del río Elqui y en cuencas vecinas es bastante irregular, encontrándose la mayor parte de ellas en el valle medio, puesto que han sido instaladas teniendo en cuenta las necesidades agroclimáticas y la facilidad de acceso pero desechando las necesidades hidrometeorológicas.

- Respecto de la longitud de las estadísticas se puede observar que durante el período 1962-1969, que corresponde a la duración del Proyecto del Fondo Especial de las Naciones Unidas (hoya PNUD) "Mejoramiento de la Red Hidrometeorológica en Chile", se instalaron y funcionaron numerosas estaciones pluviométricas (unas 18), las que posteriormente han ido suprimiéndose paulatinamente hasta tener actualmente sólo 11.

- De todas las estaciones controladas, solamente se ha desechado la estadística de Diaguitas Retén por proporcionar valores absurdos.

- Aproximadamente el 83,1% de la precipitación se produce en el período Mayo-Agosto y el 90,6% en el período Mayo-Septiembre, es decir, se tienen al menos 7 meses de precipitación nula.

- La variación interanual de la precipitación anual es muy grande, siendo el valor medio del coeficiente de variación en promedio de 0,70, siendo mayor en la costa que hacia la cordillera. Por otra parte, la precipitación anual de probabilidad 20% es 1,64 veces la de probabilidad 50% y 4,21 veces la de probabilidad 80%.

- La variación interanual de las precipitaciones mensuales es también muy alta, con coeficientes de variación que, excepto en el caso del mes de Junio que es 1,00, son bastante mayores que uno.

- Estas dispersiones de las precipitaciones anuales y mensuales junto a la pequeña magnitud de las precipitaciones explican la escasez de los caudales disponibles para el riego en la mayor parte del año y de los años.

- El efecto orográfico es muy importante, el que queda demostrado con la escorrentía de los ríos cordilleranos, especialmente el río La Laguna. Esto obliga a estimar unas isoyetas de tal forma que pueda generar la escorrentía observada.

- Como consecuencia de lo anterior, la precipitación en la cordillera es muy superior a la que se produce en las zonas bajas.

- Existe un microclima con bajas precipitaciones en el valle del río Claro en su confluencia con el río Huanta.

- Hay una disminución de la precipitación conforme nos dirigimos al norte, en el límite con la cuenca del río Huasco.

- Existen en la hoya del río Elqui 4 rutas de nieve, de las cuales sólo 2 están en operación regular en la actualidad. Además, la Junta de Vigilancia del río Elqui lleva una estadística de la nieve caída diariamente en el embalse La Laguna.

- Prácticamente no existen antecedentes de glaciares. No obstante, se puede estimar, desde el punto de vista hidrológico, que tienen una importancia pequeña, ya que en años extremadamente secos, las estadísticas de caudales disponibles no muestran una onda de deshielo definida.

2.2.2 Fluviometría

La cuenca del río Elqui, que nace en la Cordillera de Los Andes, se encuentra situada entre los paralelos 29°30' y 30°30' y tiene una superficie de 9.645 km^2.

Se pueden distinguir dos zonas, una cordillerana y precordillerana constituída por las cuencas de los ríos Turbio y Claro y una zona baja que corresponde a la cuenca del río Elqui propiamente tal.

El régimen hidrológico de las cuencas altas es nivo-pluvial y pluvial el de las cuencas bajas.

El régimen hidrológico de los ríos se encuentra alterado por los siguientes motivos:

- Regulación del río Laguna a través del embalse La Laguna de 210 millones m3 de capacidad. Como consecuencia los caudales observados en las estaciones fluviométricas de los ríos Turbio y Elqui no representan el régimen natural de dichos ríos.

- Influencia del riego, el que se realiza intensamente existiendo numerosas captaciones a lo largo de su cauce y produciéndose cuantiosos aportes provenientes de derrames. Ninguno de los dos fenómenos se conoce cuantitativamente.

Además de estas distorsiones existe otra de origen natural que es la influencia de la precipitación de un año lluvioso en la escorrentía de los años siguientes, lo que dificulta la relación anual precipitación-escorrentía.

En este estudio se entregan las estadísticas y el régimen hidrológico de los ríos en los puntos controlados, correspondientes a los caudales observados modificados por la regulación del embalse La Laguna, que correspondería al régimen natural del río si aguas arriba de la sección de control fluviométrico no existiesen captaciones ni zonas de riego.

Antecedentes Fluviométricos

Se poseen antecedentes de 10 estaciones hidrométricas cuyo diagrama de barras se incluye en la lámina I.2.2. Su ubicación geográfica se indica en la lámina IV.2.1, página IV.2.84 del volumen 3(Cap. IV.-Recursos de Agua).

En este diagrama de barras se puede observar que hay dos estadísticas que abarcan casi totalmente el período de estudio 1941/42 - 1980/81 y tres largas que abarcan el período 1946/47 - 1980/81. Las cinco restantes son más cortas.

Conclusiones y Recomendaciones

En el Cuadro I.2.6 se presenta el régimen hídrico de la curva del río Elqui, en base a los caudales promedios anuales y los de los períodos pluvial y de deshielo.

CUADRO I.2.6

REGIMEN HIDRICO DE LA CUENCA DEL RIO ELQUI

Nombre de la Estación	(1)	(2)	(3)	(2)/(1)	(3)/(1)
Afluentes al Embalse La Laguna	27,81	6,18	21,63	0,22	0,78
Turbio en Huanta + Regulación	74,30	20,20	54,10	0,27	0,73
Turbio en Varillar + Regulación	70,70	21,80	48,90	0,31	0,69
Claro en Montegrande	45,80	16,50	29,30	0,36	0,64
Claro en Rivadavia	42,40	16,10	26,30	0,38	0,62
Elqui en Algarrobal + Regulación	108,40	37,10	71,30	0,34	0,66
Elqui en Gualliguaica + Regulación	91,10	33,60	57,50	0,37	0,63
Elqui en Almendral + Regulación	105,70	39,40	66,30	0,37	0,63
Elqui en Pta. Piedra	49,20	16,88	32,32	0,34	0,66

(1) = 12 $\bar{Q}$ (m^3/s.mes)

(2) = $\sum_{MY}^{SE} Q_m$ (m^3/s.mes)

(3) = $\sum_{OC}^{AB} Q_m$ (m^3/s.mes)

Del análisis del cuadro anterior y de los estudios efectuados en el capítulo de fluviometría se pueden extraer las siguientes conclusiones y recomendaciones.

- La calidad de las estadísticas fluviométricas en general es aceptable, mereciendo algunas dudas los caudales muy altos por problemas de extrapolación de las curvas de descarga que tienen influencia sólo en algunos años, pero no en los resultados generales. Se podría decir que están afectados solamente algunos caudales medios mensuales cuya probabilidad de excedencia es inferior al 20%.

- Todas las estadísticas, excepto la de los afluentes al Embalse La Laguna, están sumamente afectados por el riego, siendo esta influencia mayor conforme nos dirigimos hacia aguas abajo por el intercambio que se produce entre captaciones y derrames.

- Las estadísticas de los ríos Turbio y Elqui, se pueden considerar homogéneas durante el período 41/42-80/81, a pesar de no considerarse la regulación de La Laguna antes del año 1952.

- Ninguna de las estadísticas, excepto la de los afluentes al embalse La Laguna, representan el régimen natural del río por la gran influencia ejercida por el riego.

- El régimen de esta cuenca es nivopluvial, haciéndose más marcada la componente nival conforme la altitud de la cuenca aumenta. De todas formas siempre es mayor el caudal proveniente del deshielo del manto de nieve, que en general es un 66% del total escurrido.

- Existe un traspaso de agua de un año lluvioso hacia los siguientes años a través del aporte de la napa subterránea, que al parecer es bastante importante.

- Los altos valores de las desviaciones estándar y coeficientes de variación de los caudales medios, anual y mensuales demuestran el carácter de clima semidesértico de la zona. Estas dispersiones serían más altas si no existiese la regulación interanual que produce la napa subterránea y en menor grado el manto nival.

- Durante el estudio, y como se ha indicado anteriormente, se han observado algunas deficiencias en la estimación de los caudales altos por lo cual se recomienda mejorar el control de los caudales de crecida, para lo cual es necesario tomar las siguientes medidas:

  . aforar los caudales altos en todas las secciones cuando se produzcan crecidas, sean estas pluviales o nivales.

  . utilizar el método de Manning para extrapolar las curvas de descarga, siguiendo las "Normas Hidrométricas" de la D.G.A. (punto 6.3.3.3.22, página 6-35).

  . comparar los caudales máximos, (medios diarios e instantáneos), calculados en las diferentes secciones de control, para verificar que éstos son compatibles entre si.

Con respecto a los caudales específicos se puede concluir que :

- Los caudales específicos aumentan con la altitud media de la cuenca, lo que demuestra que el efecto orográfico en las precipitaciones es manifiesto.

- Durante el período pluvial los caudales específicos de la cuenca del río Claro en Montegrande son superiores a sus equivalentes afluentes al embalse La Laguna y de la cuenca intermedia entre ésta y Huanta lo

que indicaría una mayor pluviosidad en esta cuenca pero un porcentaje menor de nivosidad.

2.2.3 Sedimentación

El estudio del arrastre de sedimentos tiene primordial importancia en el diseño de las obras hidráulicas. Está constituído por el arrastre en suspensión y el arrastre por el fondo.

El arrastre en suspensión se puede medir experimentalmente, con cierta eficacia no ocurriendo lo mismo con el fondo, que se estima teóricamente.

En este caso el arrastre en suspensión se estimó a partir de los datos obtenidos en terreno, para lo cual se han tomado muestras de algunos puntos, mientras que el arrastre de fondo se estimó como un porcentaje del primero, estimándose una cifra, superior a lo normal, de 15%.

El arrastre de un río depende de muchos factores, de los cuales el más importante es la precipitación. Siendo el caudal de un río de la precipitación, deberá existir una relación entre el caudal y el arrastre de sedimentos. Esta relación es parabólica y al realizarla gráficamente siempre se observa una nube de puntos, por lo cual la correlación no es buena, pero siempre se observa una tendencia, que es la que se adopta como relación entre arrastre de sedimento y caudal.

Antecedentes Sedimentométricos

Se poseen antecedentes sedimentométricos del arrastre en suspensión de cuatro puntos en el río.

Río Laguna en desagüe embalse La Laguna
Río Turbio en Huanta
Río Claro en Montegrande
Río Elqui en Algarrobal

Los controles comenzaron a realizarse en el año 1972, pero en forma esporádica y discontínua. A partir del año 1974 se normaliza el control del sedimento en suspensión, aún cuando en algunas estaciones se producen algunos vacíos.

Los antecedentes entregados por la D.G.A. corresponden a concentraciones diarias (mg/lt) y generalmente promedios mensuales, por lo cual estas estadísticas han debido transformarse a arrastre medio mensual.

- **Conclusiones**

En el cuadro I.2.7 se han calculado los parámetros característicos del arrastre del sedimento y que permiten comparar el comportamiento de las diferentes cuencas.

Se puede observar :

- El arrastre de la cuenca del río Laguna en el desagüe del embalse es muy bajo, lo que indica que el sedimento queda retenido en el embalse.

Suponiendo que el gasto sólido específico análogo al de la cuenca intermedia del río Turbio entre esta estación y Huanta, se tendría que, en promedio, entran y no salen del embalse unos 63.630 ton/año que representarían una pérdida de volúmen de unos 44.350 m^3 .

- En la cuenca del río Claro existe poco arrastre, o sea, no se produce casi erosión (0,002 mm/año).

- Por el contrario, en la cuenca del río Turbio el arrastre es bastante grande, produciéndose una erosión muy alta (0,054 mm/año) en comparación con la precipitación que recibe.

- Lo medido en el río Elqui en Algarrobal es la suma de lo producido por los ríos Turbio y Claro, siendo la producción de la cuenca intermedia entre Algarrobal, Huanta y Montegrande del mismo orden que de la cuenca del río Claro. Esto indicaría que en la única cuenca en que existe erosión fuerte es en la del río Turbio.

CUADRO I.2.7

CUENCA DEL RIO ELQUI

PARAMETROS DE SEDIMENTACION Y EROSION

		A	Q_s	Q_f	Q_t	V_E	H_s	q_s
		km2	ton/año	ton/año	ton/año	m3/año	mm/año	ton/año/km2
C.1	R. Laguna en desagüe Embalse	593	1.067	160	1.227	614	0,001	1,8
C.2	R. Turbio en Huanta	2.905	216.800	32.520	249.320	124.660	0,043	74,6
C.3	R. Turbio en Huanta - C.1	2.312	215.733	32.360	248.093	124.047	0,054	107,3
C.4	R. Claro en Montegrande	1.230	4.752	713	5.465	2.733	0,002	4,4
C.5	R. Elqui en Algarrobal	5.787	226.400	33.960	260.360	130.180	0,022	45,0
C.6	R. Elqui en Algarrobal - C.1	5.194	225.333	33.800	259.133	129.567	0,025	49,9
C.7	R. Elqui en Algarrobal -(C.1+C.4)	3.964	220.581	33.081	253.668	126.834	0,032	64,0
C.8	R. Elqui en Algarrobal -(C.2+C.4)	1.652	4.848	727	5.575	2.788	0,002	3,4

C.3: Cuenca Intermedia entre Huanta y desagüe Emb. La Laguna

C.6: Cuenca Intermedia entre Algarrobal y desagüe Emb. La Laguna

C.7: Cuenca Intermedia entre Algarrobal y río Claro en Montegrande y desagüe Emb. La Laguna

C.8: Cuenca Intermedia entre Algarrobal y río Turbio en Huanta y río Claro en Montegrande

A : Area de la cuenca

Q_s : Gasto anual de sólido en suspensión

Q_f : Arrastre de fondo (0,15 Q_s)

Q_T : Arrastre total (Q_s+Q_F)

V_E : Volumen de suelo erosionado (Q_t/2,0)

H_s : Altura de suelo arrastrado (V_e/A)

q_s : Gasto sólido específico (Q_t/A)

2.2.4 Estudio Hidrogeológico

El presente informe pretende describir los rasgos más característicos de la hidrogeología de la cuenca del Río Elqui y de los sectores adyacentes a ella que reciben alguna influencia de riego desde esta cuenca.

Para ello se ha efectuado una división de la cuenca en 6 sectores que muestran cierta homegeneidad desde el punto de vista hidrogeológico, la que ha pretendido mantenerse a lo largo de este informe. Los sectores son: Río Claro-Río Turbio; Vicuña; Puclaro; El Molle; Vegas Norte-J.Soldado y Pan de Azúcar. Durante el desarrollo del estudio se ha recurrido a diversas publicaciones e informes, que en conjunto con visitas a terreno y una evaluación crítica de la información, han permitido llegar a los resultados y conclusiones aquí incluidos.

En este estudio se efectuó un análisis de la geología y geomorfología del valle del río Elqui y sus afluentes. Se revisaron las captaciones existentes y la explotación actual de las aguas subterráneas. Con base en los estudios indicados, se determinaron las formaciones acuíferas del valle, llegándose a los seis sectores que se han indicado anteriormente. Para cada uno de estos sectores se calcularon los coeficientes de transmisibilidad y almacenamiento. Se trazaron curvas de isotransmisibilidad y equipotenciales y se determinaron los caudales propios de la napa y volúmenes de almacenamiento. Además se efectuó un análisis de la recarga y descarga natural a lo largo del río, estudiándose lugares posibles para recargas artificiales. Por último, se estudió la posibilidad de nuevas captaciones y los volúmenes de explotación segura.

Conclusiones :

Del estudio hidrogeológico de la cuenca del río Elqui que incluyó áreas con influencia de riego de la misma cuenca (sector Pan de Azúcar), pueden extraerse las siguientes conclusiones más relevantes:

- La explotación actual del recurso de aguas subteráneas se reduce únicamente a un 20% del total de sondajes construídos, orientándose su uso fundamentalmente al agua potable de La Serena, Vicuña y Andacollo, y de pueblos rurales de la zona. En el caso de La Serena, la situación variará notablemente en un futuro cercano cuando entre en funcionamiento definitivo la planta de tratamiento de agua superficial de Punta de Piedra, con lo cual el respaldo del bombeo desde pozos durante 4 meses en verano no será necesario.

- Es posible identificar 6 sectores hidrogeológicamente homogéneos en el área de estudio que en este informe se han denominado como sigue :

  . Río Claro -Río Turbio
  . Vicuña (hasta Gualliguaica)
  . Puclaro (hasta El Molle)
  . El Molle- La Serena
  . Vegas Norte-Juan Soldado
  . Pan de Azúcar (entre Peñuelas y Tambillo)

- El sector río Claro-río Turbio se caracteriza por la existencia de valles estrechos y encajonados donde la influencia de las glaciaciones se ha hecho sentir en los rellenos formados fundamentalmente por material morrénico. Esta condición ha quedado reflejada en las transmisibilidades determinadas que no superan en ningún caso los 800 m2/día y en la porosidad efectiva estimada como menor de 3%. De

acuerdo a la estimación de gradientes y profundidades de la napa, la suma de caudales de escurrimiento subterráneo en ambos valles no alcanzaría los 75 1/s, mientra que el volúmen de almacenamiento total alcanzaría los 4,7 millones de m3.

- El sector Vicuña contiene las formaciones acuíferas de mayor importancia por extensión y continuidad, que allí se presentan como napas libres con niveles promedio de alrededor de 15m de profundidad y espesores de hasta cerca de 100m. Ha sido posible determinar transmisibilidad que varían entre 800 m2/día en la zona alta, hasta 3.500 m2/día en Vicuña, con una disminución importante hacia el área de Gualliguaica (750 m2/día). Los caudales propios de la napa variarían entre 90 1/s en la zona alta hasta 240 1/s a la altura de Vicuña, explicable por las importantes pérdidas del río en ese sector. El volúmen de almacenamiento total sería unos 37 millones de m^3 en el sector, con variaciones históricas máximas de 3 millones de m^3 .

- En el sector de Puclaro, donde los sondajes construidos han dado rendimientos satisfactorios, existirían formaciones acuíferas de cierta importancia en un valle estrecho y relativamente menos profundo que el del sector Vicuña. Las transmisibilidades no serían inferiores a 1.000 m2/día, de modo que los gradientes de la napa y la leve fluctuación de niveles permitirían el escurrimiento de caudales propios de uno 70 1/s, poco variables a lo largo del tiempo.Este valor sería tanto menor al determinado a la altura de Vicuña debido a los afloramientos de aguas subterráneas en ese sector, motivados por las características del valle allí presentes (estrecho y poco profundo). El volúmen de almacenamiento de aguas subterráneas sería de unos 6 millones de m^3 en el sector.

- El Sector El Molle-La Serena presentaría sólo localmente formaciones acuíferas de importancia (Quebrada de Talca y Culcatán Alfalfares), apareciendo este sector caracterizado por acuíferos semiconfinados o confinados subyaciendo a un estrato permeable superficial que mantiene una napa libre directamente conectada al río. En general la transmisibilidad presenta una tendencia decreciente hacia aguas abajo hasta valores inferiores a 200 m^2/día, alterada unicamente por las singularidades señaladas donde puede superar los 2.000 m^2/día. Coeficientes de almacenamiento típicos en este sector serían alrededor de 1%. Dada la conección napa-río directa no existirían fluctuaciones de nivel de importancia, de modo que los caudales propios de la napa, entre 50 y 150 1/s, reflejan los intercambios con el río y el efecto de aportes de quebradas laterales de importancia (Talca, Santa Gracia). El volumen total almacenado en el sector alcanzaría a unos 27 millones de m^3.

- En el sector Vegas Norte-Juan Soldado es posible identificar un acuífero superficial de unos 20m, compuesto primordialmente por arenas, con una napa muy superficial detectada por la gran cantidad de vegas allí presentes. El coeficiente de transmisibilidad de esta formación sería de unos 1.000 m^2/día como promedio y el coeficiente de almacenamiento de 10%. La cercanía con el mar origina mínimas fluctuaciones de niveles e impide poder hacer referencia a un flujo propio de la napa. El volúmen de agua subterránea almacenado en este sector sería de aproximadamente 15 millones de m^3.

- En el sector Pan de Azúcar existen formaciones acuíferas muy heterogéneas con acuíferos lenticulares a distintas profundidades. El acuífero de mayor importancia se ubicaría entre 30 y 70m de profundidad y se caracterizaría por una serie de estratos confinados o semiconfinados conectados entre sí. Las transmisibilidades en este sector pueden

variar entre unos 600 m^2/día, junto a la quebrada Lagunillas, hasta menos de 10 m2/día en la zona del estero Culebrón, lo que señala la gran diferencia de estos valores respecto a los encontrados en el valle del río Elqui. El coeficiente de almacenamiento pudo estimarse entre 0,5% y 2% en este sector. Salvo áreas donde la explotación de aguas subterráneas se ha intensificado últimamente (sur-poniente) los niveles muestran una tendencia estable y gradientes bastantes menores a los observados en el valle del río Elqui; con ello ha podido estimarse caudales de 3 1/s en el área de la Quebrada Las Cardas y alrededor de 60 1/s entre Quebrada Lagunillas y Estero Peñuelas,límites de la zona de mayor importancia hidrogeológica. El volúmen almacenado de aguas subterráneas en este sector sería de unos 45 millones de m^3.

- A pesar de verificarse la existencia de zonas aptas para recarga artificial (Algarrobal-Peralillo), el beneficio que de este exceso de agua infiltrada pudiera conseguirse es limitado por las características tan particulares del valle del río Elqui que originarían posiblemente un afloramiento de las mismas aguas infiltradas poco aguas abajo, dónde el valle se estrecha y muestra a floramientos rocosos. Con ello, la recarga artificial que se efectuaría no sería beneficiosa en absoluto.

- Respecto a zonas aptas para la instalación de nuevas captaciones,la información disponible permite señalar lo siguiente por sectores:

  . Río Claro- Río Turbio : 20 1/s mediante un pozo de 50m de profundidad en Varillar.

  . Vicuña : 50 1/s en Algarrobal con un pozo de 100m de profundidad, 50 1/s en El Durazno o Vicuña con pozos de 70m de profundidad y 50 1/s en El Tambo con un pozo de 40m de profundidad.

. Puclaro : 50 1/s en Almendral o Puclaro con pozos de 80m de profundidad .

. El Molle-La Serena : 20 1/s en Pelícano con un pozo de 40m de profundidad y 70 1/s en Culcatán mediante un pozo de 30m de profundidad.

. Vegas Norte-Juan Soldado : 30 1/s al oriente de Punta Teatinos o caleta San Pedro con pozos de 20m de profundidad.

. Pan de Azucar : 60 1/s en el área central-oriente con dos pozos de 60m de profundidad.

Debe señalarse que para estas recomendaciones se tomó en consideración únicamente aspectos relacionados con disponibilidad de agua y condiciones de las napas, sin considerar la necesidad real de estas captaciones, ni su influencia sobre los recursos disponibles en el resto del valle lo cual se indica para los sectores más importantes en el punto 2.8.2 de este capítulo.

2.2.5 Calidad de las Aguas

Esta parte del estudio tiene por finalidad determinar la calidad de los recursos con que cuenta el área del proyecto.

Para su análisis se ha determinado la calidad del recurso en la fuente misma y la degradación que sufre a través de su recorrido hasta el mar.

La calidad del agua se ha analizado desde un punto de vista físico y químico, con el fin de determinar su grado de aprovechamiento para agua potable, regadío e industria.

Existe la posibilidad de concentración en los terrenos de contaminantes químicos tóxicos, pese al lavado natural que se produce por los drenajes.

Se ha determinado, tanto para las aguas superficiales como subterráneas, la cuantía de los diferentes elementos que contienen, los cuales se han comparado con las normas que sobre la materia existen en la legislación chilena.

Antecedentes Disponibles :

Se han utilizado todos los antecedentes que disponen organismos tales como SENDOS (Servicio Nacional de Obras Sanitarias) y D.G.A. (Dirección General de Aguas). La primera lleva fundamentalmente controles con fines de aprovechamiento de agua potable y la D.G.A. con el propósito de determinar la degradación del recurso agua en los diferentes cauces y a través del tiempo.

Conclusiones sobre la Calidad General de las Aguas

El panorama general de la calidad de las aguas de la hoya está determinado fundamentalmente por las estaciones de la Direción General de Aguas, que controla los parámetros químicos que más interesan a los problemas de regadío. Este panorama es completado por análisis ocasionales de SENDOS, relacionados con las tomas directas en el Elqui para el Agua Potable de la Serena y Coquimbo y con las captaciones subterráneas, controlándose parámetros físicos, químicos y sanitarios.

Aguas Superficiales

La característica común y positiva de todas las aguas es el bajo contenido de Na. El índice S.A.R., entre 0 y 1,5 en general y con excepciones que no suben de 4, es también bajo.

La salinidad, tiene una clasificación C-2 como valor general; aguas que pueden usarse, siempre y cuando haya un grado moderado de lavado. No existen aguas de mejor calidad (C-1) pero si las hay inferiores (C-3) con orígenes facilmente diagnosticables.

Las malas calidades de los ríos altos, el Malo, el Negro, el Toro Muerto y el de las Vacas Heladas, que dan orígen al río del Toro, afluente del río Turbio, transmiten a este último su alta salinidad, dándole calidad C-3, hasta la afluencia del río Incaguas que le restituye la calidad C-2.

Por otra parte, en el tramo final del Elqui, los aportes subterráneos le dan, a la altura de Punta de Piedra, la calidad C-3, con salinidad en

ascenso hasta la misma desembocadura.

En forma paralela a la sanilidad C-3 se presenta el Boro en concentraciones de 2 a 10 mg/lt; aguas en que sólo los cultivos tolerantes producen rendimientos satisfactorios. En efecto,esas concentraciones se presentan en el río Turbio, después de la afluencia del río Toro y hasta el mismo punto de desagüe al río Elqui. En los ríos contaminantes mencionados y en el río Toro, como también en el tramo final del río Elqui, se presenta alto contenido de Boro.

En el resto de los tramos de los ríos principales el Boro se presenta en cantidades que varían de 0 a 2 mg/lt, aptas para la mayoría de los cultivos.
No se presentan otros contaminantes ni elementos nocivos, en los ríos mayores, Elqui, Claro, Derecho e incluso Turbio.

Respecto a la aptitud de las aguas superficiales para los servicios de agua potable, el conocimiento que se obtuvo de las características físicas del río Elqui demostró que por causa de los períodos de aguas turbias requiere de una planta de tratamiento completo, solución adoptada para La Serena y Coquimbo. La solución es cara para pueblos medianos y pequeños, por lo que se ha adoptado en esos casos solución subterránea.

Aguas Subterráneas

Las características químicas de las aguas subterráneas son parecidas a las de las aguas superficiales, un poco más salinas las primeras, lo que se acentúa fuertemente en la desembocadura al mar, donde la clasificación general C-3, del tramo inferior, llega a exceder del grado C-4, agua salobre no imputable a intrusión de agua de mar.

No se han detectado elementos tóxicos ni nocivos para la agricultura, e incluso el Boro es bajo, 0,19 a 0,75 mg/lt, lo que implica clasificación de agua buena.

Contaminaciones

Según los análisis conocidos, toda la zona tributaria del río Toro tiene elementos tóxicos en alto grado, por lo que no se le puede imputar a la faena mineral existente la causa única de la contaminación. Se puede indicar, eso sí, que las principales fuentes de contaminación son :mineral de El Indio (tranque de relaves) y las Termas del Toro.

El efecto contaminante ya ha desaparecido en el tramo final del río Turbio, en cuanto se refiere a As, Cu y Fe y en cuanto al B, desaparece en el mismo río Elqui.

Descargas al Mar

El diagnóstico del estado sanitario de la bahía de Coquimbo realizado por ICC-CIS para Serplac IV Región se resume como sigue:

- Los grandes contaminantes de la bahía son los efluentes de aguas servidas de La Serena y Coquimbo.

- Estas aguas sin tratamiento, deben rechazarse para cualquier destino que se les quiera dar.

- La zona de contaminación es la periferia de la bahía desde la zona de rompiente hacia afuera.

- El área central de la bahía tiene aguas, para su categoría de marinas, de óptima calidad.

- La consecuencia más importante es la contaminación de la fauna marina; especialmente las machas, animales filtradores de coli fecal.

- Debe prohibirse el uso de las playas en una extensión de 700 m al norte y al sur del emisario de La Serena.

- Contaminantes menores en la zona : Compañía Pesquera Coloso, en la bahía de La Herradura y Planta Minera El Brillador al norte de la desembocadura del río Elqui.

RECOMENDACIONES PARA EL MEJORAMIENTO DE LA CALIDAD DE LAS AGUAS

Se detectaron cuatro tipos de deterioro de las aguas por descargas o servicios :

En los ríos :
- Deterioro importante por la mina El Indio.
- Deterioros ocasionales y menores por pequeñas plantas mineras.

En el mar :
- Deterioro grande por las descargas de aguas servidas.
- Deterioros menores por planta pesquera y planta minera.

Recuperación en el caso de El Indio

Toda el área en torno a El Indio tiene contaminación natural por lo que sólo es exigible la recuperación de la calidad de su descarga mediante

una planta de tratamiento de los relaves antes del vaciamento al curso natural. La planta debe corregir la acidez general de los relaves y reducir la precipitación de contaminantes y elementos agresivos.

Observación de las descarga de establecimientos menores

En previsión de alguna agudización de los procesos mineros de El Almendral y Contador Rivadavia, se deberían tomar controles periódicos, aproximadamente cuatro al año, de la calidad de las aguas en el río, aguas arriba y aguas abajo de la descarga, y en la descarga misma, durante todo el tiempo en que estuvieran funcionando las plantas. Junto con los análisis debería aforarse o a lo menos estimarse los caudales del río y de la descarga y anotarse otra circunstancias relacionadas con las medidas, tales como las lluvias anteriores y en el día de la toma, el lanzamiento de caudales en operaciones de embalses y de relaves.

Tratamientos de Aguas Servidas

Las conclusiones y recomendaciones de los estudios efectuados indican que :

- Mientras no se construya una planta de tratamiento se debe dar recomendaciones a la población sobre la forma de consumo de alimentos del mar provenientes de la zona , descartando desde luego el consumo de machas crudas. Prohibir el uso de las playas en las vecindades del emisario (700 m a cada lado de la descarga).

- Se descarta el descargar el emisario a la playa, aún con tratamiento de las aguas.

- Se propicia la construcción de una Planta de Tratamiento convencional combinado los parámetros de grado de tratamiento por adoptar y distancia desde la playa de lanzamiento submarino.

- Se puede considerar como alternativa de las descargas submarinas el uso de las aguas en regadío, previo un tratamiento adecuado.

Contaminaciones Menores en la Costa

Para corregir las contaminaciones provocadas por la Cía. Pesquera Coloso y la planta minera El Brillador, habrá que exigir a las empresas correspondientes el cumplimiento de la legislación vigente sobre Residuos Industriales Líquidos.

2.2.6 Estudio de Recuperaciones

Es un fenómeno corriente en los ríos de la Zona Central y Norte de Chile que aunque los canales de regadío de las zonas altas del valle capten la totalidad de las aguas del río, este recupere hacia aguas abajo parte de su caudal sin la existencia de nuevos afluentes superficiales. Esta recuperación del caudal se debe principalmente al retorno al cauce de los excedentes de agua utilizada en el regadío.

Para los fines de este estudio entenderemos como recuperaciones de un río a la varación de caudal que éste experimenta en sus recursos de agua superficial, entre dos secciones de él, que se deben a aportes a su cauce que no es posible controlar individualmente.

La cuantificación de las recuperaciones debidas al retorno de los excesos de riego, puede realizarse en base a dos conceptos que se definen a continuación.

Tasa bruta (T_b) :Cantidad de agua, por unidad de superficie, que se capta en bocatomas para ser aplicada al riego los terrenos del sector durante el período de tiempo que se considera.

Tasa efectiva (T_e) Cantidad de agua, por unidad de superficie captada en bocatomas, tal que al ser aplicada a los terrenos, no se producen excedentes que aparezcan nuevamente en el cauce como recuperaciones.

Las recuperaciones del riego quedan determinadas con estos conceptos por medio de la ecuación:

$$R_R = (T_b\ T_e)\ A \qquad (1).$$

en que A es la superficie regada, R_R el volumen de recuperaciones debida a los retornos de riego.

El presente estudio tiene por objeto analizar y cuantificar las recuperaciones que se producen en la hoya del río Elqui y sus afluentes, determinando también la tasa bruta de riego , y principalmente la tasa efectiva.

El conocimiento de la tasa efectiva es de gran importancia para el aprovechamiento óptimo de los recursos hídricos de un valle, ya que permite determinar las recuperaciones que es dable esperar en caso de variar la tasa bruta y/o la superficie regada.

Conclusiones

- En general, es dificil encontrar en el valle que se está estudiando, sectores en los cuales sea posible aplicar con seguridad el método propuesto dada la falta de estadísticas de buena calidad.

- La única zona en la cual existen datos estadísticos confiables es el río Elqui entre Algarrobal y Almendral

- La zona elegida para este estudio, especialmente la salida de dicha zona (Almendral) es una zona de recuperaciones importantes.

- El valor promedio de las recuperaciones en esta zona es de alrededor de 2,1 m3/s, valor que concuerda con los obtenidos anteriormente en el Capítulo IV.4. Hidrología y la experiencia de muchos años del Ingeniero de la Junta de Vigilancia del río Elqui, Sr. Juan Bennett.

- Si se elimina el período que va desde el año hidrológico 65/66 al 72/73 en que hay años muy lluviosos, seguidos de una extrema sequía para teminar con otro año lluvioso, se tiene que de los 25 años restantes, en 19 de ellos la variación de las recuperaciones no es mayor

que en + 30% con respecto al valor medio En los otros 6 años la variación máxima con respecto al promedio es de + 45% y - 49%.

- La variabilidad de las recuperaciones puede explicarse en parte a la variación del embalse subterráneo y a los afloramientos de la napa subterránea, aún cuando dichos efectos sean de poca importancia en valores promedios.

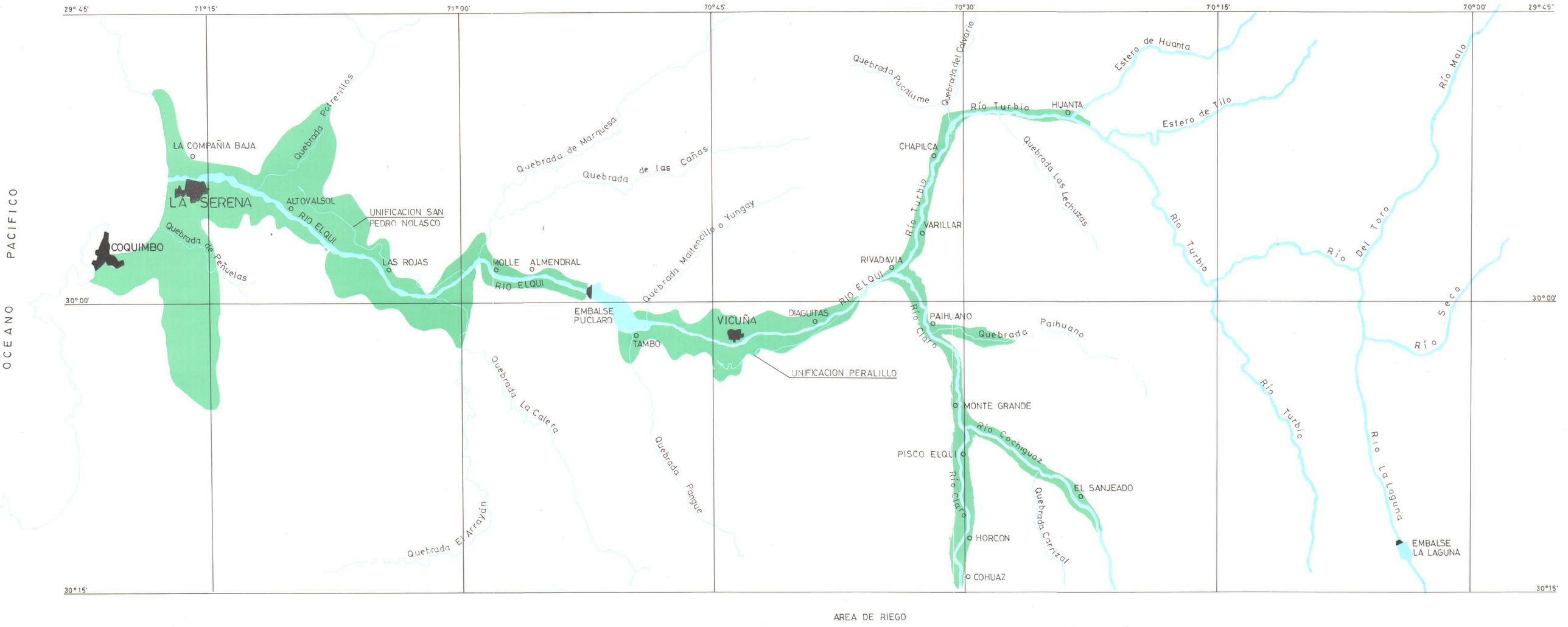
- El otro fator que influye fuertemente en las recuperaciones son las precipitaciones, especialmente la parte de ellas que se infiltra y fluye en forma subterránea a la zona de afloramientos.

- La dificultad para determinar con precisión el aporte total de las lluvias no permite obtener con exactitud los valores de las recuperaciones y menos aún de la tasa efectiva. De todas maneras se estima que el valor promedio de las recuperaciones obtenido tiene una precisión de + 20%.

- Por lo anterior, las tasas efectivas sólo pueden obtenerse en forma aproximada y por métodos más bién analíticos.

VALLE DE ELQUI

ESCALA 1 : 250.000



AREA DE RIEGO

2.3 DEMANDAS DE AGUA

Generalidades

Este capítulo del estudio se refiere al cálculo de las demandas de agua por sector de riego y también a la definición de las Areas de Planificación del Valle del Elqui.

En la primera y segunda parte se reúnen los antecedentes y analizan las características de los recursos clima y suelos del Valle. El estudio de estos recursos se relaciona con el comportamiento de aquellas especies vegetales de uso agrícola que presentan ventajas para una producción contínua y rentable en el futuro.

El valle es sectorizado inicialmente según el recurso clima, y luego se analiza la posibilidad de sectorización sobre la base de las características del recurso suelo. Estas sectorizaciones se complementan con los Sectores de Riego establecidos en el Capítulo III, definiendo las "Areas de Planificación". Cada área incluye una unidad definida según clima, suelo e infraestructura de regadío.

El ánalisis conjunto del clima, suelo, comportamiento vegetal y rentabilidad por rubro, permite establecer grupos de cultivos compatibles con la sectorización. La demanda de agua se calcula para estos grupos de cultivos o "estructura productiva" de los Sectores de Riego.

La sectorización en función del clima, permitió identificar cinco distritos diferentes.

En función del suelo, no se logró sectorizar áreas geográficas definidas, donde el suelo se constituyera como factor de homología y justifi-

case su uso futuro. Esta situación es explicable si se considera que las principales limitantes de uso de la tierra, en la parte alta y media del valle, se refieren a profundidad y pendiente de los suelos. Las restricciones de cultivo en base a este tipo de limitantes son y han sido superadas por técnicas de riego y manejo sin que necesariamente cambie su uso. La posibilidad de sectorizar en unidades de manejo de acuerdo a estas limitantes, fue desechada al comprobarse la gran variabilidad que muestran estas limitantes dentro de pequeñas áreas. En el Estudio Agrológico del Valle se refleja esta situación a través del elevado número de fases que comprenden las diferentes unidades taxonómicas allí definidas.

En la parte baja del valle, la situación es distinta ya que se pueden definir algunas asociaciones de suelos, donde su variabilidad no es tan profunda dentro de áreas de mediana extensión.

Sin embargo, con objeto de estimar la interrelación clima-suelo, y definir en cada área de Planificación una Estructura de Cultivos, se abordó esta interrelación mediante el análisis de las series de suelo dentro de cada distrito agroclimático. Se verificó si el recurso suelo tendía a mantener, agudizar o atenuar la disparidad entre distritos diferentes con respecto al uso de la tierra en el sector. De acuerdo a este análisis se procedió a desagregar o a agrupar aquellos distritos en función de las características del recurso suelo dentro del área analizada.

Independiente de las condiciones agroclimáticas y uso de la tierra, el valle fue dividido en diez Sectores de Riego. Esta sectorización fue relacionada con la infraestructura de riego existente, su ubicación, origen de sus derechos y posibles obras de mejoramiento.

Los sectores individualizados presentan límites muy definidos y su extensión es inferior o igual a los distritos climáticos.

En la delimitación de las Areas de Planificación se respetó la sectorización de riego, de manera de compatibilizar dentro de cada área las demandas de agua, infraestructura de riego y de futuras obras.

La metodología usada permite el análisis independiente por Sectores de Riego, Areas de Planificación y área total, de proyectos de obras y su rentabilidad futura.

Como resultado del procesamiento de la información para sectorizar el Valle del Río Elqui, se definieron tres grandes Areas de Planificación, que se visualizan en la lámina del anèxo V.1.3 (volumen 4, Cap. V.- Demandas de Agua).

1) **Area Alta.** Comienza en Rivadavia y se extiende hacia el Nor-Este por el Río Turbio y hacia el Sur por el Río Claro hasta 2.800 m al Sur de Alcahuáz. Incluye los Sectores de Riego 1, 2, 3 y 4, coincide con el distrito agroclimático "Paihuano".

2. **Area Media.** Limita al Oeste con el Area Baja y se extiende hacia el Este a lo largo del Río Elqui hasta Rivadavia. Coincide con los sectores 5 y 6 de Riego y Distritos Agroclimáticos "Almendral" y "Vicuña".

3. **Area Baja.** Se extiende de Oeste a Este desde el litoral hasta la localidad El Molle. Incluye los Sectores de Riego números 7, 8, 9, 10 y Distrito Agroclimático "La Serena".

2.3.1 Clima

La actividad económica de cualquier región geográfica está muy influída por su clima, razón por la cual es de gran interés definir cualitativamente el clima y las regiones climáticas de un país o región.

En este trabajo se presenta un estudio de las condiciones climáticas o agroclimáticas que predominan en el Valle del Río Elqui. En primer lugar se considera las condiciones climáticas generales del área, las clasificaciones del clima de esa zona, las variaciones Este-Oeste y en altura, los elementos del clima más relevantes y en segundo lugar se presenta una zonificación agroclimática que define distritos homogéneos y sus aptitudes desde un punto de vista agrícola.

Para la caracterización del clima de esta región se ha usado la metodología que se describe a continuación.

Se recopila y analiza la información climática publicada. A continuación se presenta la información existente en las estaciones meteorológicas del valle. Estos datos se tabularon y se completaron con estimaciones. El detalle del cálculo de las estimaciones se indica al describir cada variable climática. También se preparó cartas de isolíneas con las variables principales para estudios de aplicación más específicos.

La información climática recopilada corresponde a las siguientes estaciones :

Estación	Lat.Sur	Long.O	Alt. m.s.n.m.
1.- Punta Tortuga	29°56'	71°21'	25
2.- La Serena D.G.A.	29°54'	71°16'	30
3.- La Serena Aeropuerto	29°54'	71°14'	132
4.- Almendral	29°59'	70°55'	430
5.- Vicuña DMC	30°02'	70°44'	610
6.- Vicuña INIA	30°02'	70°44'	730
7.- Rivadavia	29°58'	70°35'	820
8.- Embalse La Laguna	30°12'	70°03'	3.100

Además se consideró las estaciones meteorológicas de Los Molles, Embalse La Paloma y Ovalle, ubicados más al Sur del valle y las de Conay, Vallenar y Huasco, más al Norte, para orientar la información presentada.

2.3.2 Suelos

Interesa la caracterización edáfica del área bajo estudio para planificar el uso futuro de la tierra.

La Comisión Nacional de Riego, entregó un estudio agrológico completo del valle del río Elqui a escala 1:20.000, realizado por Agrolog Chile Ltda.-Meléndez y Pesce Ltda., en 1979. El estudio referido incluyó 59.522,4 ha. Sin embargo, el recurso agua potencial del valle limita las posibilidades de cultivos bajo riego a una superficie muy inferior.

Parte de los suelos estudiados y clasificados aptos agrícolamente, son de uso muy restringido (secano) por su ubicación sobre cota de canal y escasez del recurso agua. Otros, clasificados sin aptitud como resulta-

do de agudas limitantes por topografía y pedregosidad, están siendo utilizados intensamente por la aplicación de nuevas técnicas de riego y de manejo de los cultivos.

En este capítulo se efectúa un análisis del estudio de suelos mencionado, dividiéndolo por sectores de riego y área de planificación. De este análisis se llega finalmente a determinar el uso potencial, desde un punto de vista agrícola, de los suelos regables en cada uno de los sectores.

En el Cuadro I.2.8 se muestra el uso potencial de los suelos recomendado para cada sector y área de planificación.

C U A D R O I.2.8

USO POTENCIAL DEL SUELO POR AREAS DE PLANIFICACION Y SECTORES DE RIEGO (en ha)

Area Planificación	Sectores Riego	Permanentes	Anuales	Total Apt. Agrícola	Sin Aptitud Agrícola	Totales
	1	393,0	152,3	545,3	333,5	878,8
ALTA	2	868,0	212,5	1.080,5	390,3	1.470,8
	3	278,0	108,0	386,0	97,2	483,2
	4	668,0	260,2	928,2	473,5	1.401,7
Total Area		2.207,0	733,0	2.940,0	1.294,5	4.234,5
%		52	17	69	31	100
MEDIA	5	1.764,0	685,8	2.449,8	672,6	3.122,4
	6	753,0	293,1	1.046,1	658,3	1.704,4
Total Area		2.517,0	978,9	3.495,9	1.330,9	4.826,8
%		52	20	72	28	100
	7	3.000,0	2.008,0	5.008,0	3.790,6	8.798,6
BAJA	8	4.332,0	3.636,2	7.968,2	1.097,0	9.065,2
	9	945,0	1.054,6	1.999,6	1.302,4	3.302,0
	10	681,0	1.803,4	2.484,4	1.136,2	3.620,6
Total Area		8.958,0	8.502,2	17.460,2	7.326,2	24.786,4
%		36	34	70	30	100
TOTAL AREAS ESTUDIADAS		13.682,0	10.214,1	23.896,1	9.951,6	33.847,7
%		40	30	70	30	100

Fuente: Clasificación Aptitud Agrícola. Estudio de Suelos Valle del Elqui. C.N.R. - 1979

De la cifras indicadas en el Cuadro I.2.8 se desprende que :

- A nivel del área total estudiada:

  El 70% de los terrenos bajo cota de canal tienen aptitud agrícola. El 40% fue destinado a rubros permanentes (frutales y vides) y el 30% a rubros anuales (anuales de larga y corta permanencia en el suelo).

- A nivel de Areas de Planificación :

  En el Area Baja, el 70% de los terrenos bajo cota de canal tienen aptitud agrícola, de ellos el 36% fue destinado a rubros permanentes y el 34% a rubros anuales.

  En el Area Media, el 72% de los terrenos bajo cota canal tienen aptitud agrícola, habiéndose destinado a rubros permanentes el 52% y el 20% a rubros anuales.

  En el Area Alta, del total de terrenos bajo cota de canal, el 69% tiene aptitud agrícola, con un 52% destinado a rubros permanentes y un 17% a rubros anuales.

  Cabe hacer presente que en las áreas Media y Alta se incluyó un 30% de la clase (8) de aptitud agrícola, clase que fue excluida en el Area Baja.

En relación a los terrenos destinados a rubros permanentes en cada área, se aprecia un aumento significativo de su importancia relativa desde un 36% en el Area Baja hasta un 52% en las áreas Media y Alta.

2.3.3 Demandas de Agua por los Cultivos

En este capítulo se calcularon las demandas actuales de los cultivos existentes en el Valle de Elqui y se determinó la evapotranspiración de los cultivos de referencia para el cálculo, más adelante, de las demandas futuras.

La evapotranspiración de los cultivos se obtuvo a partir de los antecedentes obtenidos en el estudio del Clima, analizado anteriormente.

Los antecedentes para analizar la tecnología usada en el riego, fueron obtenidos de la encuesta efectuada por el Consultor y que ya fue individualizada. Los métodos de riego, y su importancia en cuanto a uso, se obtuvieron del empadronamiento realizado por la Dirección General de Aguas.

Para caracterizar las prácticas de riego y el manejo actual del agua se analizaron los siguientes aspectos:

- Sistema de entrega de agua
- Destino de las aguas nocturnas
- Métodos de riego
- Características de aplicación del riego por surcos
- Respuesta de los agricultores en períodos de escasez

A partir de estos antecedentes se establecieron las bases para un mejoramiento de las prácticas de riego a nivel predial.

Finalmente, la demanda total de la situación actual del valle se obtuvo de los antecedentes ya presentados y que corresponden a :

- La superficie regada con la estructura de cultivo correspondiente al año agrícola 1980/81 (empadronamiento de la Dirección General de Aguas) analizada en el capítulo anterior, suelos.

- La evapotranspiración de los cultivos de referencia, determinada en este capítulo.

La demanda así estimada, en m3/año, para los diversos rubros o agrupaciones de cultivos determinados, se presenta a nivel de proyecto, de las tres áreas y de cada uno de los diez sectores, como se puede observar en el Cuadro I.2.9. Esta demanda corresponde a la máxima posible de agua de riego bajo canal, por cuanto el año 1980/81 fue declarado "río libre"; al disponerse de un recurso abundante durante todo el año, o sea, para la plena satisfacción de la demanda de los derechos legales con la limitación de la capacidad de los canales.

De la observación del cuadro de demandas se concluye que:

- El mes de máxima demanda para todos los sectores y en consecuencia para las tres áreas, es Diciembre.

- De la demanda total anual del valle del Elqui, el 60% corresponde al Area Baja y el 40% restante se distribuye, en igual proporción, entre el Area Alta y el Area Media.

- El rubro vides, que comprende a los parronales de uva de mesa, a los parronales pisqueros y a las viñas pisqueras, corresponde al grupo de mayor demanda de las Areas Alta y Media, alcanzando al 53% de la demanda total anual de estas áreas.

- Las praderas naturales, tanto a nivel del Area Baja, como al de todas las áreas, es el rubro que registra una mayor demanda.

La demanda por cultivos presentada no es representativa de la Situación Actual propiamente tal, sino que exclusivamente a la del año 1980/81.

Dado que en el Valle del Elqui se cuenta con una estadística confiable de 40 años de los recursos de agua que han podido captar los canales de riego, es posible determinar anualmente en forma aproximada el área que fue regada en los diferentes sectores, con lo cual se puede evaluar los beneficios habidos, año a año, en la condición "sin proyecto" y en consecuencia, hacer una estimación aceptable de los beneficios adicionales al pasar a la situación "con proyecto", bajo la hipótesis de que se repiten los 40 años anteriores a partir del año inicial del proyectos.

CUADRO I.2.9

SITUACION ACTUAL

CUADRO RESUMEN DE DEMANDAS POR CULTIVO
(m^3)

AREA ALTA

SECTOR	VIDES	FRUTALES	CUL.PER.	PRA.ART.	CUL.VER.	CUL.INV.	CEREALES	PRA.NAT.	TOTAL
1	4229875	485272	0	756400	566724	321993	0	1632798	7993062
2	10671772	1405958	0	4464000	418204	236938	50320	2546339	19793530
3	3347158	535128	0	0	338080	191607	16773	1620397	6049144
4	6659962	2456272	0	847333	1250702	708945	5032	2141239	14069486
TOTAL	24908767	4882630	0	6067733	2573710	1459483	72125	7940773	47905222

AREA MEDIA

SECTOR	VIDES	FRUTALES	CUL.PER.	PRA.ART.	CUL.VER.	CUL.INV.	CEREALES	PRA.NAT.	TOTAL
5	21140248	3308847	0	1239204	3086287	2346661	18452	5075899	36215597
6	4256957	2985516	0	640069	1081873	822160	15377	1488533	11290487
TOTAL	25397205	6294363	0	1879273	4168160	3168821	33829	6564432	47506084

AREA BAJA

SECTOR	VIDES	FRUTALES	CUL.PER.	PRA.ART.	CUL.VER.	CUL.INV.	CEREALES	PRA.NAT.	TOTAL
7	725810	7880947	536566	8995400	8081041	6858084	3014935	16359800	54452582
8	52130	6077847	789203	13581250	11167901	9467364	3288168	17455750	61879614
9	0	3270280	1128758	528900	5058275	4292427	200631	4075400	18554670
10	0	913900	1343152	1898300	4547586	3858553	312267	1301750	14175511
TOTAL	777940	18142974	3797679	25003850	28854805	24476428	6816001	41192700	149062377

TOTAL DEL AREA DEL PROYECTO

VIDES	FRUTALES	CUL.PER.	PRA.ART.	CUL.VER.	CUL.INV.	CEREALES	PRA.NAT.	TOTAL
51083912	29319967	3797679	32950856	35596675	29104732	6921955	55697905	244473683

2.3.4 Otros Usos del Agua

El objetivo de este estudio es determinar las demandas de agua para uso no agrícola que pueden existir dentro del Valle de Elqui.

Con este fin se analizaron los consumos actuales de agua para uso en agua potable, minería e industrias, tanto desde el punto de vista de las cantidades de agua consumida como de las fuentes desde las cuales se obtiene el recurso, ya sea superficial o subterráneo.

Conclusiones :

Las conclusiones más importantes de los otros usos del agua son las siguientes:

Los usos principales del agua son : agua potable, industrial y minero.

- El agua potable compromete el 75% de los recursos para estos usos.
- De los consumos de agua potable, el 88,6% corresponde al conjunto La Serena-Coquimbo.
- Las dos ciudades captan los 2/3 del total del volumen de estos otros usos.

En cifras de consumo anual y gasto medio, los usos y sus cuantías se resumen en el Cuadro I.2.10.

CUADRO I.2.10

VOLUMENES Y GASTOS PARA OTROS USOS DEL AGUA

USO Y DESTINO		VOLUMEN ANUAL miles m3/año	GTO.MEDIO l/s
AGUA POTABLE	La Serena Coquimbo	14.700	466,0
	Servicios Menores SENDOS (4)	1.136	36,0
	Servicios Rurales	214	6,8
	Población Dispersa	538	17,0
	TOTAL AGUA POTABLE	16.588	525,8
MINERIA	Andacollo	1.113	35,3
	El Indio	1.916	61,0
	Pequeñas Plantas	400	12,6
	TOTAL AGUA MINERIA	3.429	108,9
INDUSTRIAS	Consumo global incluido los servicios de agua potable 19,14 m3/año 60,69 l/s.		
	Pozos para servicios independientes : En La Serena y Coquimbo	1.530	48,5
	En Vicuña	630	20,0
	VOLUMEN Y GASTO CON PLENO USO INDUSTRIAL	2.160	68,5
T O T A L		22.177	703,2

Las fuentes que comprometen sus recursos con esos usos y consumos se indican en el Cuadro I.2.11.

CUADRO I.2.11

FUENTES COMPROMETIDAS EN OTROS USOS DEL AGUA

USOS Y ZONAS DE UBICACION DE LAS OBRAS	CAPACIDAD DE LAS OBRAS l/s	
	A.SUPERF.	A.SUBTERRAN.
AGUA POTABLE		
La Serena y Coquimbo		
Toma Directa en Punta de Piedra	370,0	
Drenes en Punta de Piedra		230,0
Pozos en Punta de Piedra (9)		224,0
Capacid.total para La Serena y Coquimbo	370,0	454,0
Servicios Menores y Rurales		
Pozos en Pan de Azúcar para Andacollo		50,0
Pozos en Valle del Elqui, sector El Molle - Serena		3,6
Pozos en la zona de Vicuña		47,3
Pozos en Paihuano		4,0
Capacid.de pozos para Servicios Menores		104,9
MINERIA		
Mina El Indio : zona de alta cordillera: ríos Del Medio y Socarrón	61,0	
Mina Andacollo (del Servicio A.Potable y piques 31,3 l/s)		
Pequeñas plantas	12,6	
INDUSTRIAS		
(del Servicio de La Serena-Coquimbo 60,69 l/s)		
Captaciones disponibles: Pan de Azúcar		48,5
Vicuña		20,0
Suma de captaciones independientes para Minería e Industria	73,6	68,5

Se observa una notable diferencia entre las cifras que para agua potable figuran en los Cuadros I.2.10 y I.2.11. Esto se explica en primer lugar, porque en el primer cuadro se incluyen los gastos medios anuales, en cambio en el último se incluyen las proyecciones, lo cual se refiere a los gastos máximos diarios; y en agua potable las diferencias entre ambas cifras es notable. A la razón anterior se suma una segunda, el plazo de previsión, en virtud del cual se considera una población futura lo que obliga a aumentar algo más el gasto comprometido.

2.4 DIAGNOSTICO DE LA SITUACION ACTUAL

2.4.1 Estructura de la Propiedad Agrícola

El presente estudio tiene por objeto caracterizar y definir el sistema actual de producción agrícola correspondiente al área de riego del Valle del Elqui con el fin de desarrollar alternativas futuras de mejoramiento.

Estudios previamente realizados identifican al recurso agua como el factor limitante y prioritario del desarrollo agrícola futuro. Dentro de esta realidad se trata de conocer si el potencial agrícola del área, tienen capacidad para financiar acciones u obras destinadas a mejorar el regadío.

Considerando que la producción agrícola del área de estudio corresponde a la suma de todas las unidades de producción que en ellas se encuentran, se procedió, a agrupar estas unidades según su superficie regada. Al analizar estas agrupaciones se llegó a la conclusión que la estructura de producción agrícola del valle del Elqui está constituída básicamente por propiedades pequeñas y medianas que poseen el 54,8% de la superficie potencial posible de respaldar inversiones de riego. Por la importancia que tienen en el valle del río Elqui las empresas de tipo familiar y la de tamaño mediano grande, se analizó con mayor profundidad su orígen, y las formas como se organizan internamente para el proceso de producción agrícola.

Del análisis de la estructura de la propiedad, se concluye que los siguientes aspectos son revelantes para la planificación de alternativas de desarrollo.

1. La estructura productiva principal corresponde a propiedades pequeñas de 5,1 a 15,0 ha con el 46,5% de la superficie regada total. Este tamaño corrientemente se denomina "Empresa Familiar", o " Estrato Medio".

2. El 44% de las propiedades son de superficies inferiores a 5 ha alcanzando al 14,5% de la superficie total, ello representa 2.679 ha, las que difícilmente pueden efectuar un aporte efectivo a la producción agrícola del proyecto.

3. Las propiedades de 1,1 a 5,0 ha que ocupan el 8,3% de la superficie total regada, sólo podrán participar en el mejoramiento del regadío del Valle, si logran agruparse para disponer de los medios que les permitan competir en el mercado en condiciones similares a los productores de propiedades de 5,1 a 15,0 ha.

   Además, las condiciones de clima del Valle, facilitan la producción de rubros agrícolas de alta especialización y rentabilidad en este tipo de predios, haciéndolos similares a la "Empresas Familiares ".

4. La propiedad de más de 15 ha comprende el 39 % de la superficie total. Esta propiedad junto a la familiar, es la base del desarrollo futuro de la zona.

5. Dentro de los plazos relativamente largos es poco probable que se produzcan cambios significativos en la estructura de la propiedad.

2.4.2 Sistemas Actuales de Riego

En capítulos anteriores se muestran todos los antecedentes disponibles con respecto a los canales existentes en el área en estudio y se analizan las condiciones bajo las cuales opera el sistema actual de riego. En el presente estudio se evalúan las bondades de las obras existentes para cumplir con los objetivos perseguidos y se trata de medir la flexibilidad que tienen los canales existentes para aceptar cambios en los sistemas de distribución.

Con este fin se calculó la superficie que es capaz de regar cada canal en base a la capacidad del mismo, según los antecedentes que se presentan en el Capítulo III.3 y la tasa de riego estimada para el mes de máxima demanda según los cultivos actuales con las modificaciones que se deben hacer a esta tasa según la capacidad de regulación nocturna disponible y las pérdidas en los canales. Esta superficie se confrontó con la superficie regada por los canales según la encuesta de la Dirección General de Aguas y con la superficie total regable bajo canal que da la misma encuesta.

Posteriormente se estudiaron las condiciones operacionales de la red actual de riego y su flexibilidad para soportar cambios tanto en los caudales que se deban transportar como en la distribución de dichos caudales. Como resultado de este estudio se analiza y recomiendan las posibles unificaciones de canales en los diferentes sectores de riego.

Finalmente se llevó a cabo un análisis de la seguridad actual de riego en el valle de Elqui, se procedió a calcular los desmarques promedios anuales para el río Turbio (Sector 1); los ríos Claro y Cochiguas (Sector 4) y la 1a.,2a. y 3a. sección del río Elqui (Sector 5, Sector 6 y sectores 7 al 10 respectivamente), en base a los desmarques promedios

mensuales que se han producido entre los años hidrológicos 47/48 y 81/82. Para calcular el desmarque promedio anual se sumaron los desmarques mensuales de cada año hidrológico, limitándolos según la cotización de la acción mínima para Río Libre que aparece en el cuadro de la página 123 del "Estudio del Esquema de la Red Actual de Canales del Valle de Elqui y sus Afluentes" de don Juan Bennett A. Una vez obtenidos dichos desmarques promedios anuales se ordenaron de mayor a menor para determinar la seguridad hidrológica de dichos valores.

Con el fin de relacionar esa seguridad hidrológica con las superficies regadas en cada sector, fué necesario aceptar las siguientes suposiciones :

- El empadronamiento de la Dirección General de Aguas que determinó la superficie actualmente regada fué hecho en períodos de Río Libre por lo que se supone que dicha superficie es la máxima posible de regar en condiciones de Río Libre.

- Es posible regar igual superficie aún con un déficit anual máximo de un 10% y un déficit mensual máximo de un 20% .

- La superficie posible de regar en condiciones diferentes a las de Río Libre varían proporcionalmente a la variación del desmarque promedio anual pero tomando en cuenta lo expresado en la suposición anterior.

- Las superficies de los canales que no tienen derechos permanentes en el río Elqui y sus afluentes, pero que se abastecen con derrames o recuperaciones de aquellos que los tienen, varían en la misma forma en que lo hacen las superficies que les dan dichos derrames o recuperaciones.

Tomando en cuenta las suposiciones anteriores que se confeccionaron los cuadros que vienen a continuación en los cuales se indican las superficies posibles de regar con diferentes seguridades hidrológicas. No se incluyen en estos cuadros los sectores 2.- Río derecho y 3.- Paihuano por no contar con antecedentes de desmarques en dichos sectores.

CUADRO I.2.12

SUPERFICIE Y SEGURIDADES CON RIO LIBRE

Sector	Superficie Regada Ha	Desmarque Anual Río Libre %	N° de Años Con R. Libre	Seguridad de riego %	Desmarque Anual 90% de Río Libre %	N° de Años con 90% R. Libre	Seguridad de Riego %
1 Río Turbio	424,3	30,8	18	51	27,7	27	77
4 Claro-Cochiguas	682,1	37,1	10	29	33,4	24	69
5:Vicuña 1a.Sección	2.251,3	52,9	5	14	47,6	14	40
6:Puclaro 2a.Seción	651,8	44,6	9	26	40,1	20	57
7,8,9 y 10 3a. Sección	12.739,8	59,6	5	14	53,6	11	31
T O T A L	16.749,3						

Nota: Sector 2 Río Derecho y 3 Paihuano, no se cuenta con antecedentes

CUADRO I.2.13

SUPERFICIE REGADA CON 85% de PROBABILIDAD

Sector	Año Hidrológico 85% Seguridad	Mes de Máxima Demanda	Desmarque % A	Desmarque Río Libre %	80% Desmarque Río Libre % B	Coeficiente de Reducción A/B	Superficie Regada Año 85%
1 Turbio	51/52	Dic/Ene	30	45	36	0,833	354
4 Claro-Cochiguas	51/52	Dic/Ene	30	60	48	0,625	426
5 Vicuña 1a. Sección	51/52	Diciembre	34	80	64	0,531	1.196
6 Puclaro 2a. Sección	75/76	Noviembre	35	60	48	0,729	475
7,8,9 y 10 3a. Sección	51/52	Octubre	32	90	72	0,444	5.662

En el cuadro I.2.12 puede observarse que los sectores 5 y 7 al 10 tienen una seguridad de riego sumamente baja para la superficie regada. Esto es muy importante si se considera que estos sectores representan más del 80% del total de la superficie regada en el valle. Los sectores 1 y 4 tienen seguridades bastantes más alta lo cual es lógico debido a que,como se ha visto en capítulos anteriores, estos sectores cuentan con mayores derechos por ha que los otros , lo cual les permite satisfacer sus necesidades con porcentajes de desmarques bastante menores que los sectores más bajos.

Como puede observarse en el cuadro I.2.13, en un año de probabilidad 85%, o sea un 85% del tiempo, es posible regar con seguridad sólo la mitad de la superficie total regada según la encuesta de la Dirección General de Aguas. Esto es aún peor en el caso de la 3a Sección dónde sólo es posible regar un 45% de dicha superficie. Si tomamos en cuenta que el área total regable bajo canales en estos sectores es de alrededor de 22.500 ha, tendremos que es posible regar con seguridad 85% sólo un poco más de la tercera parte de dicha superficie.

Todo lo anterior indica el grave déficit de agua con que cuenta el valle lo cual hace necesario la construcción de una obra de regulación que permita aumentar en forma significativa la superficie posible de regar con seguridad 85%, o bien que permita regar con mayor seguridad el área que se encuentra actualmente bajo canales.

2.4.3 Bienes Prediales

El objetivo de este estudio es conocer el equipamiento predial existente en el área en estudio, consistente en casas, galpones y bodegas, silos, lecherías, pozos y maquinaria agrícola. Con este fin se realizó una encuesta socio-económica selectiva, a un número determinado de agricultores por estratos de tamaño. Sus resultados promedios se expandieron al universo de cada estrato, por áreas y por área total y se presentaron en el Capítulo III, Situación Actual Agropecuaria.

En esta fase de diagnóstico se analizaron los resultados obtenidos, presentando los antecedentes entregados en el capítulo III en función de las tres Areas de Planificación definidas : Alta, Media y Baja y llevando a cabo una valorización de estos bienes en moneda de Febrero de 1985.

En el Cuadro I.2.14 se presenta un resumen del valor total de bienes existentes en miles de pesos y en miles de US$. La cotización corresponde a US$ 1 = 131,84 $.

CUADRO I.2.14

RESUMEN VALOR TOTAL BIENES EXISTENTES POR AREAS Y AREA TOTAL

(En miles de $ de febrero de 1985 y en miles de US$)

TIPO DE BIEN	AREAS DE PLANIFICACION							
	ALTA		MEDIA		BAJA		TOTAL	
	Miles $	Miles US$	Miles $	Miles US$	Miles $	Miles US$	Miles $	Miles US$
Bienes Prediales	97.482	739,4	187.389	1.421,3	899.285	6.821,0	1.184.156	8.981,7
Tierra	232.252	1.761,6	433.651	3.289,2	1.621.084	12.295,8	2.286.987	17.346,6
Plantaciones	704.977	5.347,2	1.006.194	7.631,8	565.302	4.287,8	2.276.433	17.266,8
Masa Ganadera	-	-	-	-	24.704	187,4	24.704	187,4
TOTALES	1.034.711	7.848,2	1.627.234	12.342,3	3.110.375	23.592,0	5.772.320	43.782,5

Equivalencia promedio del mes de Febrero de 1985 US$ 1 = $ 131,84.

2.4.4 Situación Actual de la Producción

Este estudio tiene por objeto analizar la situación actual de la producción agrícola considerando tanto la superficie que se riega actualmente, como las diferentes especies que se cultivan en dichas superficies, obteniendo finalmente los ingresos netos de la actividad agrícola, tanto a nivel de valle como a nivel de área de planificación y por estratos y predios tipo.

Los datos de terreno utilizados en este análisis provienen de dos fuentes principales:

a) El Empadronamiento efectuado por la Dirección General de Aguas, del cual se obtienen cifras que caracterizan el uso del suelo de la temporada 80/81.

b) La Encuesta hecha por los Consultores, realizada en el primer semestre de 1982.

Las cifras y datos sobre el uso del suelo y aspectos económicos corresponden , en consecuencia, a las temporadas 80/81 y 81/82, los que no pueden tomarse directamente como referencia para comparar una situación futura de proyecto, por tratarse de los antecedentes de una sola temporada. Ello obliga a la ampliación de la información para cumplir con lo que se entiende por uso del suelo en situación actual.

Como se cuenta con una estadística de caudales captados en bocatomas de los canales de 40 años que va desde las temporadas 40/41 hasta la 80/81; y una definición de tasas de riego demandadas por los rubros actualmente en producción en el valle (Capítulo V.3 Demandas de Agua por los Cultivos"), para definir el uso actual del suelo se procesó la estadística de

caudales de desmarques en bocatomas, con las tasas demandadas por la estructura productiva de la temporada 80/81, mes a mes, durante el ciclo de los 40 años, asumiendo que la superficie total cultivada en la temporada 80/81 era la máxima posible, pués correspondía a un año de "río libre", es decir, no había restricciones en la oferta de agua de regadío.

El procesamiento se efectuó a nivel de sectores de riego, atendiendo al siguiente orden de prioridad en cuanto a satisfacción de demandas: en primer lugar se cubrió la demanda de los rubros vides y frutales, luego las empastadas, los cultivos anuales, los cereales y en último término las praderas naturales y otros, obteniéndose de esta forma, las superficies ocupadas por los distintos rubros en cada año del ciclo hidrológico por sectores de riego.

La serie de superficies ocupadas por cada rubro productivo en el ciclo resultó acorde con los caudales disponibles. Finalmente, se promedió aritméticamente las cifras obtenidas durante el ciclo de 40 años, resultado que se definió como el "uso actual del suelo" para cada sector y por sumatoria de ellos para las áreas de planificación y para el área total del proyecto.

En el cuadro I.2.15 se presenta con fines comparativos y de información general, el uso del suelo de la temporada 80|81 y el de la situación actual "promedio" con el propósito de visualizar las variaciones que experimentan las superficies cultivadas por rubros, en ambas situaciones, durante la época de invierno, a nivel de Areas de Planificaciòn y Proyecto Total

Los resultados expuestos en el Cuadro I.2.15 indican que a nivel total de proyecto la superficie total cultivada de invierno se reduce en poco menos de 3000 ha entre la temporada de 80/81 y la calculada para la si-

tuación actual, reducción que se produce fundamentalmente en el área Baja por ser ella la que tiene una disponibilidad de agua de riego de baja seguridad. En las áreas Alta y Media las diferencias entre ambas situaciones son notoriamente menores, debido a que estas áreas tienen una mejor seguridad en términos relativos por encontrarse en el curso superior y medio del río Elqui. Por la metodología utilizada en la definición de la situación actual, la caída en la superficie cultivada en época de invierno se encuentra en el rubro "praderas naturales y otros" por cuanto sus demandas de agua se atienden con última prioridad.

CUADRO I.2.15

Comparación Uso del Suelo: Temporada 80/81 vs. Situación Actual en Epoca de Invierno, por Areas Total Proyecto (en hectáreas)

	AREAS DE PLANIFICACION							
RUBROS	ALTA		MEDIA		BAJA			
	80/81 (1)	Actual	80/81 (1)	Actual	80/81 (1)	Actual	80/81 (1)	Actual
Frutales	146,9	139,6	208,3	181,3	1.101,5	1.100,5	1.457,0	1.421,4
Viñas	917,4	908,1	122,6	119,0	-	-	1.040,0	1.027,1
Parronales	750,3	743,0	1.704,8	1.657,0	97,0	97,0	2.552,1	2.497,0
Chacras	284,4	284,4	474,6	474,6	6.706,3	6.119,7	7.465,3	6.878,7
Hortalizas	27,9	27,9	271,2	270,7	915,7	834,5	1.214,8	1.133,1
Cereales	4,3	4,3	2,2	2,2	873,0	598,9	879,5	605,4
Pr. Artificiales	146,8	125,6	50,2	41,2	1.219,7	1.113,0	1.417,0	1.279,8
Pr. Naturales y Otros	192,1	154,7	176,4	108,8	2.509,4	541,2	2.377,9	804,7
TOTALES	2.470,1	2.387,6	3.010,6	2.854,8	12.922,9	10.404,8	18.403,6	15.647,2

(1) Fuente : Cuadro III.1.5 incluye todos los estratos.

Una vez obtenido el uso del suelo en situación actual, se efectuó un distribución de especies por rubros de cultivos en dicha situación actual, disgregándola posteriormente a nivel de estratos, a nivel de sectores de riego para el Area Baja y a nivel de predios tipo. A continuación se efectuó un análisis de la situación actual de cada una de las especies, tanto frutícolas como cultivos anuales y praderas, existentes en el Valle de Elqui. En este estudio se vió tanto la superficie que hay actualmente cultivada como el tipo de manejo que se hace, los problemas que se tienen en el manejo y en la producción, la comercialización del producto y su proyección, los problemas fitopatológicos, entomológicos, etc.

Posteriormente, se estudiaron los costos, rendimientos y producción de cada cultivo y se determinaron los costos directos, valor de la producción y el margen bruto de cada uno. Para esto se utilizaron los denominados "Estándares de Cultivos", en los cuales se han ordenado todos los parámetros técnicos y productos comprendidos en los ingresos y egresos de los cultivos, praderas y plantaciones frutales.

Finalmente se determinaron, por estratos de predios, los costos indirectos como gastos administrativos, mantención de infraestructura, luz eléctrica, agua de riego y contribuciones territoriales. Con base en estos costos indirectos y el margen bruto calculado anteriormente, se obtuvo el margen neto.

Conceptualmente este margen neto correspondería a la utilidad líquida que percibe el agricultor, pero antes de deducir algunos costos- efectivos y/o computados-, como los de carácter financiero (interés por créditos), los no monetarios (depreciaciones, castigos) y algunos de tipo impositivo (impuestos a la venta, global complementario,etc).

Al analizar el margen neto obtenido finalmente se observa que:

En el Area Alta, a nivel de estrato, el ingreso neto correspondiente a los predios medianos, es el que hace el mayor aporte al área (35%), seguido por el estrato de los predios mediano-grandes (31%).

En el Area Media , se presenta una situación semejante, por cuanto es también el estrato de los predios medianos el que efectúa el mayor aporte al área (37%) , seguido por el estrato de los predios grandes (31%).

El Area Baja presenta la misma distribución del Area Media, ya que el mayor aporte de ingresos neto al área, lo efectúan los predios correspondientes al estrato mediano, esta vez en una manifiesta mayor proporción (49%), seguido por el estrato de los predios grandes (27%).

En el Cuadro I.2.16 se presenta un resumen del margen neto de la situación actual, a nivel de predios tipo, y a nivel de su correspondiente ha, por áreas y para el total del Proyecto. De la observación de este cuadro se desprenden los siguientes comentarios:

- El ingreso neto promedio, por predio del valle, anualmente, alcanza a $ 1.274.000.

- El ingreso neto promedio por predio del Area Media, prácticamente duplica al correspondiente ingreso de los restantes productores del valle, debido a las fuertes entradas que proporciona la uva de exportación en esta área. Los productores del Area Alta, perciben un ingreso intermedio entre las dos áreas restantes, correspondiéndoles a los productores del Area Baja los ingresos menores.

- El ingreso neto promedio por ha al año alcanza a $ 299.400 para el

Area Media, a $ 142.700 para el Area Alta y a $ 84.000 para el Area Baja y a $ 125.000 como promedio del Valle.

Con fines comparativos y para visualizar en mejor forma, se le asignó en el cuadro en cuestión, a cada ingreso neto promedio por ha, por predio--tipo y según área, un numeral referido al indice 100, que corresponde al promedio del Valle y que asciende a un ingreso de $ 125.000/ha/año.

Así por ejemplo, el ingreso neto por ha del predio pequeño del Area Baja asciende a $ 49.200 con un índice 39; el que se puede comparar con el correspondiente al predio grande del Area Media que alcanza a 374.300 con un índice de 299.

CUADRO I.2.16

RESUMEN DEL MARGEN NETO DE LA SITUACION ACTUAL POR PREDIO TIPO, POR HECTAREA, AREAS Y TOTAL DEL PROYECTO

ESTRATO	AREA ALTA			AREA MEDIA			AREA BAJA			TOTAL PROYECTO		
	MARGEN BRUTO	COSTO INDIRECTO	MARGEN NETO	MARGEN BRUTO	COSTO INDIRECTO	MARGEN NETO	MARGEN BRUTO	COSTO INDIRECTO	MARGEN NETO	MARGEN BRUTO	COSTO INDIRECTO	MARGEN NETO
Pequeño	560,8	237,7	322,3	672,0	224,7	447,3	397,4	221,2	176,2	534,8	223,0	311,8
/ha	182,5	77,4	105,1	255,5	85,4	170,1	110,9	61,7	49,2	171,4	72,4	99,0
Indice			84			136			39			79
Mediano	1.947,7	289,0	1.558,7	2.608,8	298,6	2.310,2	891,6	240,2	651,4	1.187,5	251,4	936,1
/ha	197,4	30,9	166,5	320,0	36,6	283,6	102,12	27,5	74,7	136,6	28,9	107,7
Indice			133			227			60			86
Med.Gran	3.612,2	588,4	3.023,8	8.225,4	641,7	7.583,7	2.921,4	563,8	2.357,6	3.876,7	580,8	3.295,9
de/ha	167,8	27,3	140,5	395,1	30,8	364,3	150,7	29,1	121,6	193,5	29,0	164,5
Indice			112			291			97			132
Grande	7.498,0	913,6	6.584,4	20.014,0	959,9	19.054,1	7.214,5	932,0	6.282,5	9.778,8	934,7	8.844,1
/ha	158,3	19,3	139,0	393,2	18,9	374,3	104,0	13,4	90,6	156,7	15,0	141,7
Indice			111	299					72			113
TOTAL	1.756,4	338,0	1.418,4	2.590,1	305,9	2.284,2	1.217,8	280,9	926,9	1.573,0	299,0	1.274,0
/ha	176,7	34,0	142,7	339,5	40,1	299,4	110,3	26,3	84,0	154,4	29,4	125,0
Indice			114			240			67			100

Fuente : INA, Ing. Consultores

2.5 ALTERNATIVAS DE OBRAS CIVILES

2.5.1 Alternativas de Embalses

El objetivo del presente estudio consiste en ubicar las posibles alternativas de embalse en el Valle Elqui con fines de regadío principalmente, considerándose adicionalmente las posibilidades de ubicar centrales hidroeléctricas. El alcance de este estudio es dar a conocer el costo de cualquier embalse en función de sus características geométricas y tipo de obra. Después de analizar la información básica de topografía, geología, hidrometría, climatología, etc., se han ubicado las posibles alternativas de embalses en el valle del río Elqui.

Para cada alternativa de embalse se han definido las siguientes características : ubicación óptima en el cauce correspondiente, tipo de presa, taludes de aguas arriba y aguas abajo del tranque, ancho de coronamiento, estimación de recursos hidráulicos y crecidas, evaporación, costos, presupuesto estimativo. A cada embalse se acompañan las siguientes funciones elementales : cota de nivel de agua versus superficie inundada y volumen acumulado; y cota de coronamiento de muro versus volumen de relleno sobre el fondo de cauce y costo estimativo, en millones de dólares norteamericanos.

Para estimar los costos unitarios y globales de las partidas incluídas en los presupuestos de cada uno de los embalses, se hizo un análisis y reajuste de los costos y volúmenes de obras de los embalses Pan de Azúcar (Anteproyecto, Emilio Donoso - 1972), Puclaro (Proyecto, Salsgitter, MOP - 1972), Pirque (Anteproyecto, IPLA-MOP, 1982) y Colbún (en construcción ENDESA). En base a lo anterior, se estimaron costos globales para las obras de desviación y entrega, rebalse, modificación de obras existentes y otros precios unitarios para la fundación, relleno del muro

y revestimiento de taludes. Con el fin de verificar los costos obtenidos se calculó el costo total del embalse Puclaro en base al estudio "Relaciones para Estimar Costos de Proyectos Preliminares de Centrales Hidroeléctricas" de ENDESA, obteniéndose una diferencia de sólo un 8% con los costos calculados en este informe para el mismo embalse.

El nivel de precios considerado corresponde a 1 US$ = 131,84 $.

Los 16 embalses estudiados se han clasificado para sus análisis en los siguientes grupos de acuerdo a su cauce.

- Embalses en el Río Elqui
  1) Las Rojas
  2) Puclaro
  3) Algarrobal

- Embalses Laterales del Río Elqui o de Cuencas Independientes
  4) Lagunillas (Cuencas Independientes)
  5) Pan de Azúcar (Cuenca Independiente)
  6) Arrayán
  7) Lambert

- Embalses en el Río Claro
  8) Las Juntas en Claro
  9) Pueblo Hundido
  10) Alcohuas
  11) Samo
  12) Cochiguas (Cuenca Lateral)

- Embalses del Río Turbio
  13) Varillar
  14) Bucalume
  15) Los Tilos
  16) Juntas del Toro (Cuenca Lateral)

Comparaciones, Conclusiones y Recomendaciones

Con el objeto de comparar los diferentes embalses y posteriormente obtener las conclusiones y algunas recomendaciones, se ha hecho el cuadro I.2.17, el cual contiene las siguientes columnas básicas:

- Numero de embalse.
- Nombre del embalse.
- Costo de los embalses en millones de US$ para las dos capacidades elegidas A y B.
- Capacidades totales de las soluciones A y B.
- Razón costo/capacidad para las columnas A y B.
- Razón volumen de agua/volumen de muro de las soluciones A y B.

Al comparar embalses alternativos se concluye lo siguiente:

1) De los tres embalses en el río Elqui : Las Rojas, Puclaro y Algarrobal, para capacidades totales de 200 y 110 millones de m^3, el embalse Puclaro proporciona ventajes económicas entre 10 a 13% frente al embalse Algarrobal respectivamente y 16,9% al embalse Las Rojas.

El embalse Las Rojas presenta el inconveniente de no dominar totalmente los sectores 7,8 y 9 por lo que sería necesario construir además canales especiales que permitan el riego de dichos sectores con aguas reguladas, Otro inconveniente de este embalse es que inunda los terrenos de mejor calidad del área baja.

2) Los embalses de las cuencas independientes, Lagunillas y Pan de Azúcar son los más atractivos. Desgraciadamente por ubicación y capacidad, sólo son solución para el área que dominan y no para el valle del río Elqui en forma integral.

3) El embalse Arrayán en igualdad de capacidades es más económico que el embalse Lambert en un 70% aproximadamente.

4) De los cinco embalses estudiados en la cuenca del río Claro, el embalse en estudio, Pueblo Hundido, es relativamente más económico y el embalse Cochiguas, es el más caro. En todo caso, ninguno de estos embalses se ve atractivo frente a los embalses del río Elqui o del río Turbio.

5) De los cuatro embalses estudiados en la cuenca del río Turbio, el embalse Varillar es relativamente más económico y sigue después el embalse Bucalume, para una capacidad de 70 Hm^3 , situación que se invierte para 120 Hm^3.

6) En general, descontando los embalses Lagunillas y Pan de Azúcar por no representar una solución para el problema global del valle en estudio, se puede apreciar que los embalses del río Elqui son los más atractivos desde un punto de vista económico.

7) En base a lo anterior, en el Modelo de Simulación se incluyó los embalses Pan de Azúcar (como solución complementaria principalmente), Puclaro, Algarrobal, Bucalume, Varillar y Arrayán. En caso de contarse con recursos suficientes se podrá incluir el embalse Lagunillas para el riego de nuevas áreas.

CUADRO I.2.17

EMBALSES DE LA CUENCA DEL VALLE DE ELQUI

Embalses	Costos (Millones de US$)		Volúmenes Agua (Millones de m3)		Costo/Volumen (US$/m3)		Relación Agua/Muro	
	A	B	A	B	A	B	A	B
1. Las Rojas	113,1	76,5	200	110	0,57	0,70	27,5	27,8
2. Puclaro	97,2	70,3	200	110	0,49	0,64	27,2	29,6
3. Algarrobal	102,7	79,6	200	110	0,51	0,72	23,4	29,6
4. Lagunillas	7,7	5,8	22	10	0,35	0,58	41,7	50,5
5. Pan de Azúcar	7,6	-	26	-	0,29	-	144,0	-
6. Arrayán	90,2	57,3	90	50	1,00	1,15	16,7	16,7
7. Lambert	87,5	44,3	50	22	1,75	2,01	15,9	16,3
8. Las Juntas en Claro	152,2	100,3	75	45	2,03	2,23	11,8	12,8
9. Pueblo Hundido	80,5	42,8	45	20	1,79	2,14	123	15,2
10. Alcohuas	153,2	101,8	40	25	3,83	4,07	7,3	7,0
11. Samo	86,4	59,5	40	25	2,16	2,38	11,4	12,5
12. Cochiguas	77,1	56,8	10,5	6	7,34	9,47	3,3	3,6
13. Varillar	122,2	65,2	120	70	1,02	0,93	30,4	30,0
14. Bucalume	105,7	72,5	120	70	0,88	1,04	30,4	32,4
15. Los Tilos	225,4	140,0	120	70	1,88	2,00	13,2	13,3
16. Juntas de Toro	173,4	75,8	55	30	3,15	2,53	11,5	8,3

A = Alternativa de Volumen Mayor

B = Alternativa de Volumen Menor

2.5.2 Conducciones

El presente estudio tiene por objeto analizar y obtener costos de las diferentes alternativas de mejoramiento, desde el punto de vista de los canales que se pueden proponer en el valle del río Elqui. El estudio de alternativas de canales se ha dividido en tres grandes grupos que son los canales de trasvase, la unificación de canales existentes y unificación con base a canales nuevos.

Para el trazado de los canales se utilizaron los planos escala 1:10.000 facilitados por la Comisión Nacional de Riego.

En el caso de los canales de trasvase, por no quedar dentro de la franja del levantamiento topográfico que aparece en los planos indicados, fué necesario recurrir a los planos escala 1:50.000 del I.G.M.

Los precios unitarios utilizados para valorar los canales estudiados corresponden a los obtenidos por IPLA en el "Proyecto de Algunos Canales del Sistema Convento Viejo" efectuado par la Dirección de Riego. Los precios unitarios que no aparecen en dicho proyecto se calcularon especialmente, bajo las mismas bases del estudio referido. El nivel de precios considerado corresponde a 1 US$ = 131,84.

Las bases generales de cálculo para los canales estudiados son las que se indican a continuación.

- Rugosidad de Manning — $n = 0,03$ (canal sin revestir)
- Velocidad Media — $u = 0,8$ m/s.
- Canales Trapeciales con la relación ancho de base/altura normal. — $b/hn = 1,15$
- Altura de Cuneta — H = Ancho de base (b)

- Talud de Cuneta $tg \alpha = 3/4$
- Talud de Corte a Cerro $z = 3/4$
- Pérdida de carga adicional por obras menores 0,20 m/km

Sólo en los casos de la unificación de canales en base a uno existente se alteraron en parte estas condiciones para acomodarlas a las condiciones actuales del canal considerado.

- Canales de Trasvase :

En este grupo se estudiaron los canales Río La Laguna - Río Cochiguas y Río Turbio - Río Derecho, los cuales se desecharon por ser excesivamente caros, aún cuando el primero de ellos consideraba una central hidroeléctrica a la llegada al río Cochiguas.

Los otros canales de trasvase estudiados fueron el canal Cochiguas-Derecho y el canal Turbio-Claro como complemento del anterior, los cuales resultaron convenientes a este nivel del estudio, por lo que se incluyeron en el Modelo de Simulación.

- Unificación de Canales :

En este caso se estudió primero su costo unitario por km de canal unificado para las unificaciones de menor importancia y además se estudió la unificación Peralillo, para los canales Peralillo, Cañas, Rincon, Pencas, Molino y Esparta y la unificación San Pedro Nolasco para los canales San Pedro Nolasco, Cutún-Las Rojas, El Romero y San José de Bellavista.

- Canales Nuevos :

En este grupo se estudiaron dos canales paralelos y complementarios con el canal Bellavista actual, los que permitirían además de mejorar el área regada por este canal, unificar los canales Pampa, Herradura y Algarrobito. Adicionalmente, el canal nuevo más alto permitiría regar zonas de secano que están sobre la cota del área actualmente regada por el canal Bellavista. Estos canales se denominaron Bellavista Alto y Bellavista Bajo.

Resumen de Inversiones en Canales

- Area Baja, Sectores 7 al 10:

Mientras la superficie total regable con las nuevas obras propuestas, no sobrepase la que es posible de regar con la actual capacidad de canales, el único trabajo que será necesario llevar a cabo es el mejoramiento de la red actual de riego. En el cuadro I.2.18 se indica para cada uno de estos sectores, la longitud total de canales principales, el costo unitario de mejoramiento, la superficie regable con los canales sin ampliar, el costo de mejoramiento de los canales secundarios por ha, el costo total del mejoramiento secundario y finalmente el costo total de los mejoramientos de canales.

CUADRO I.2.18

COSTO DE MEJORAMIENTO DE CANALES

Sector Nº	Long. Canales Km	Costo Mej. Matrices US$/Km	Costo Mej. Matrices US$	Superf. Regable Ha	Costos Secund. US$/Ha	Costos Mej. Secundario US$	Costos Total Mejoramiento
7	192	1.220	234.240	5.040	15	75.600	309.840
8	60	1.220	73.200	6.670	15	100.050	173.250
9	100	1.220	122.000	2.862	15	42.930	164.930
10	38	1.220	46.360	1.949	15	29.235	75.595
Total	390	-	475.800	16.521	-	247.815	723.615

1 US$ = 131,84 $

Además de lo anterior, en el sector 7 es necesario considerar la unificación del canal San Pedro Nolasco, cuyo costo es de US$ 751.036.

Sólo en el caso poco probable, dado los primeros resultados obtenidos con el Modelo de Simulación, de que hubiese recursos para regar terrenos que se encuentran sobre las áreas cubiertas por los canales actuales, se haría necesario construir alguno de los canales Bellavista nuevos que se estudiaron anteriormente.

- Areas Alta y Media - Sectores 1 al 6:

Estos sectores no tienen, en general, problemas de capacidad en los canales matrices para regar toda la superficie regable que hay bajo ellos y no es necesario efectuar mejoramientos en la red primaria de canales. De todas maneras, puede ser conveniente un mejoramiento de la red secundaria, y en algunos sectores, la unificación de algunos canales.

En el caso del sector 2 puede ser necesario además la construcción de los trasvases Turbio - Claro y Cochiguas - Derecho. A continuación se indican las inversiones máximas que sería necesario efectuar en los sectores indicados, considerando que se riega toda el área regable que hay bajo canales.

Estas inversiones por sectores son las siguientes:

- Sector 1 - Mejoramiento Canales Secundarios			
570 ha * 15 US$/ha	:	US$	8.550
- Sector 2 - Canal Trasvase Cochiguas - Derecho	:	US$	670.237
Canal de Trasvase Turbio - Cochiguas	:	US$	855.624
Unificación de Canales	:	US$	36.540
Mejoramientos Canales Secundarios			
1,180 ha * 15 US$/ha	:	US$	17.700
- Sector 3 - Sin Obras	:	US$	-
- Sector 4 - Unificación Canales	:	US$	33.060
- Sector 4 - Mejoramientos Canales Secundarios			
1,030 * ha * 15 US$/ha	:	US$	15.450
- Sector 5 - Unificación Peralillo	:	US$	76.490
Otras Unificaciones	:	US$	67.860
Mejoramientos Canales Secundarios			
2.640 ha * 15 US$/ha	:	US$	39.600
- Sector 6 - Sin obras			
Inversiones Totales Areas Alta y Media		US$	1.821.111

2.5.3 Explotación Acuífero Subterráneo

En el estudio hidrogeológico se determinaron las zonas para captaciones de aguas subterráneas según la disponibilidad del recurso.

La disponibilidad de captaciónt total, como caudal contínuo, llega a 450 l/s, lo que comparado con las necesidades del área se estima sólo como un aporte complementario de los recursos superficiales, mejorando la seguridad de riego en zonas muy puntuales.

En el Cuadro I.2.19 se detallan los costos de construcción según las siguientes partidas generales : perforación, revestimiento en cañería de acero, desarrollo, filtro de grava y correspondiente prueba de bombeo. En el item instalaciones y puesta en marcha se incluye: casetas, montaje del equipo, instalaciones eléctricas (tablero, empalme, etc.), sistemas de control (guardanivel, alarmas, etc.) y pruebas.

También se detallan en este cuadro los costos directos de explotación y los indirectos sin considerar los intereses de la inversión.

Finalmente, se presentan costos representativos aproximados determinados en base a los siguientes valores:

- Funcionamiento anual : 10h/d * 8m * 30d/m = 2.400 horas
- Total agua bombeada (m3) : caudal pozo (m^3/s) * 2.400 h * 3.600 s

$$\text{Costo Representativo} = \frac{\text{Explotación anual(*)}}{\text{N° pozos (del sector) * total agua bomb.}} = \text{US\$}/m^3$$

(*): La explotación anual se puede obtener del cuadro VII.1.28 del Capítulo VII del informe (Volumen 4).

CUADRO I.2.19

CAPTACIONES SUBTERRANEAS
COSTOS DE CONSTRUCCION Y EXPLOTACION
(Por Sectores) (US$)

S E C T O R Nº	1	5	6	7	8	9	10
1. CONSTRUCCION							
Perforación y habilitación pozo	13.500	56.200	44.670	11.670	37.170	11.850	8.500
Bombas y Motores	10.000	50.000	20.000	8.200	20.670	16.200	7.200
Red eléctrica A.T.	3.080	9.240	6.160	3.080	6.160	3.080	3.080
Transformadores	4.800	15.700	9.600	4.600	10.000	5.000	4.700
Instalación y puesta en marcha	2.000	6.000	4.000	2.000	4.000	2.000	2.000
TOTAL 1	33.380	137.140	84.430	29.550	78.000	38.130	25.480
2. EXPLOTACION ANUAL							
2.1 Costos Directos							
Energía	1.440	9.600	2.880	770	4.800	2.400	1.152
Reparaciones	400	2.000	800	328	827	648	288
Supervisión y Gtos.Generales	1.669	6.857	4.222	1.478	3.900	1.907	1.274
Sub-Total 2.1	3.509	18.457	7.902	2.576	9.527	4.955	2.714
2.2 Costos Indirectos							
Amortizaciones Pozo	450	1.873	1.489	389	1.239	395	283
Bomba y Motor	427	2.133	853	350	882	691	307
Red A.T. y Transformador	126	399	252	123	259	129	125
Instalaciones	100	300	200	100	200	100	100
Sub-Total 2.2	1.103	4.705	2.794	962	2.580	1.315	815
TOTAL 2	4.612	23.162	10.696	3.538	12.107	6.270	3.529
COSTO REPRESENTATIVO US$/$m^3$	0,027	0,018	0,012	0,020	0,023	0,010	0,014

2.6 PLAN DE DESARROLLO AGRICOLA

2.6.1 Bases para el Desarrollo Agrícola Futuro

En este numeral se define el marco general dentro del cual se analiza y se orienta la elección de la alternativa de desarrollo seleccionada para este proyecto.

Los resultados alcanzados en el presente estudio demuestran la condición limitativa del agua en el Valle y establecen que un mejoramiento del regadío debe tender, en forma prioritaria, a proporcionar seguridad de riego al área cultivada en la actualidad ,la que sólo es posible conseguir mediante la regulación del recurso agua a través de la construcción de un embalse.

La menor seguridad actual de riego corresponde al Area Baja y por lo tanto en ella se deberá emprender una acción más acentuada de desarrollo agrícola al ejecutarse el proyecto integral a riego.

Las Areas Media y Alta del valle también se beneficiarán al disminuir la presión de demanda por el recurso agua que se produce, en forma más acentuada, en los períodos críticos o de escasez.

La ejecución del proyecto que pretende un significativo aumento de la rentabilidad de la actividad agrícola, se sustenta en el logro de:

- La máxima economía del agua tanto como recurso, como también desde el punto de vista de su relación suelo-planta.

- Una eficiencia productiva, al mejorar la tecnología aplicada a los cultivos y al orientar cambios destinados a promover aquellos de ma-

yor rentabilidad potencial y que mejor se adapten a las condiciones de clima, suelo y mercado existentes.

- El desarrollo de canales de comercialización de la producción del sector para que llegue a los mercados nacionales e internacionales con el grado de elaboración, selección de calidad y estandarización que esos mercados exigen y que se justifiquen económicamente.

El mejoramiento del uso del recurso agua se basa en la ejecución de obras de almacenamiento que permitan aprovechar los períodos de excedencia y distribuirla reguladamente en los de escasez.

El mejoramiento de la eficiencia productiva de la explotación agrícola constituye el principal objetivo del proyecto. Su logro resulta de acciones acertadas sobre una amplia gama de factores relacionados con la selección de cultivos, su manejo, comercialización, mercados, industrialización, apoyo tecnológico, organización de productores, financiamiento, etc.

El apoyo tecnológico requerido para el logro de los objetivos del proyecto se ha tratado en detalle en el sub-capítulo VIII.8 "Programa de Apoyo a la Producción" que está dirigido con aspectos relacionados con :

- El mejoramiento en la tecnificación del riego: métodos (surcos, tazas, presión).

- Los cambios en el uso del suelo : El uso futuro del suelo que se ha programado como su implantación en el tiempo representa una modificación sustancial que requiere de un intenso y sostenido proceso de transferencia tecnológica en cuanto a manejo de las explotaciones; número, época de intensidad de las labores culturales, aspectos fito-

sanitarios, control de malezas, fertilización y nutrientes, cosechas, actividades post-cosechas, etc.

- La eficiencia productiva por rubro: El abundante material técnico correspondiente al manejo de especies frutales, contenido en los "estandares de cultivos", tanto en cantidad como en calidad de información, tal vez un tanto detallada para el nivel de este estudio, tiene su origen en la justificación de este Proyecto que es de eminente desarrollo frutícola.

  En la parte descriptiva del capítulo siguiente, se presenta un detallado análisis de las principales especies consideradas en el Proyecto.

- La organización de agricultores : Estas organizaciones constituyen una interesante posibilidad para encauzar, en conjunto, los esfuerzos de comercialización y apertura de nuevos mercados para exportar, de adquisición de insumos y de asistencia tecnológica y crediticia.

- La creación de líneas de crédito de capitalización y operación : El crédito de capitalización y de operación constituye el recurso básico e indispensable para poder afrontar el financiamiento de los cambios en el uso del suelo, el mejoramiento del riego predial y el desarrollo de las organizaciones destinadas a la comercialización de la producción.

Finalmente en lo que al mercado y comercialización se refiere se hace necesario destacar que las especies frutales existentes, como chirimoyos, paltos, papayos, cítricos, lúcumas y las nuevas especies como, babaco, feijoa y berries, constituyen la principal fuente de expansión frutícola semitropical del Area Baja. Todas ellas no son objeto de una demanda internacional por el momento, aún cuando presentan grandes posibilidades a futuro, que deben contactarse de inmediato.

2.6.2 Descripción y Análisis de las Principales Especies (Vides, Frutales, Cultivos y Praderas)

- Situación Futura Frutícola del Area Alta y Media

La uva pisquera ha perdido en el valle la posición que tenía al ser desplazada por la uva de mesa. La superficie de la uva pisquera se ha reducido, compensándose por una mayor producción unitaria al mejorarse los métodos de conducción : sustitución de las viñas por parronales.

La industria pisquera está realizando esfuerzos con el fin de mejorar la calidad y uniformidad de su producción, al mismo tiempo que está tratando de diversificarla.

En cuanto a la uva de mesa, su explotación se ha desarrollado más allá de sus actuales posibilidades, en lo que a superficie ocupada se refiere, al existir plantaciones que no contarían con una adecuada seguridad de riego. Sin embargo los altos ingresos provenientes de la exportación de la uva están determinando la construcción de nuevos parronales y la búsqueda de variedades que presenten características de mayor precocidad.

La explotación de prunus, como duraznos, nectarines y damascos de variedades precoces presentan grandes posibilidades de exportación al estado fresco en los EE.UU., como lo están demostrando algunas experiencias realizadas.

Finalmente las plantaciones de paltos y cítricos mantendrán sus actuales superficies, en el mejor de los casos, por cuanto sus producciones son marginales en términos comparativos con la vid y algunos frutales de producciones tempranas.

- **Situación Futura Frutícola del Area Baja**

Para los fines del presente estudio, se subdividió el Area Baja del Valle en subsectores de acuerdo a su potencial frutícola, el que está basado en las experiencias de los especialistas, en la distribución actual de las especies subtropicales en el área y en los resultados obtenidos en la parcela experimental del INIA en El Romero.

Esta subsectorización frutícola tiene gran importancia -incluso superior a la sectorización propiamente tal del Area Baja- por constituir la base en la que se sustenta el Programa Frutícola de esta Area, que a su vez representa prácticamente al Plan de Desarrollo Agrícola de este Proyecto.

El desarrollo frutícola de esta área está dirigido hacia la explotación de huertos industriales de especies frutales subtropicales que representan un gran potencial exportable si se les logra abrir el mercado norteamericano y asiática, cerrado por barreras de carácter sanitario.

Los cinco Subsectores Frutícolas : A, B, C, D y E, con sus superficies estimadas, sus superficies frutícolas potenciales y su relación con los cuatro sectores del Area Baja : 7°, 8°, 9° y 10° se presentan en el cuadro siguiente :

SUBSECTOR	SECTOR	SUP.TOTAL ESTIMADA (ha)	SUP. POTENCIAL FRUTICOLA (ha)	(%)
A. San Ramón - Colonia Alfalfares	8 y 9	1.204	1.000	83
B. Altovalsol - El Romero	7	1.906	1.400	73
C. Pan de Azúcar	8	4.512	3.300	73
D. Vegas Norte y Sur	10	2.101	550	26
E. El Romero - Alfalfares	7 y 8	2.198	1.600	73
T O T A L		11.921	7.850	66

A continuación se presenta un breve análisis y descripción de cada una de las principales especies subtropicales de acuerdo a las respectivas superficies asignadas en el Plan de Desarrollo Frutícola.

. **Chirimoyo**

Nuestro país posee una de las mayores superficies, en el mundo, plantadas con fines comerciales de esta Annona, considerada la más exótica y deliciosa dentro del género, por lo que cualquier área del país que cuente con las condiciones agroclimáticas favorables para su cultivo comercial aparece con las mayores ventajas comparativas para abrir potenciales mercados extranjeros, como el de USA, que aseguraría altos retornos y estabilidad en el tiempo.

El país en general, y la región en particular, deberían hacer esfuerzos

en desarrollar este frutal, que tiene ventajas reales y serias en los países desarrollados ávidos de frutas frescas exóticas. Las ventajas geográficas del país y climáticas del área, permiten ofrecer un producto único, perecible, que es realmente el potencial exportador del país.

. **Paltos**

Es interesante hacer notar que el cv. Hass se comporta muy bien en los sub-sectores potenciales designados como A (San Ramón, Parcelas Universidad) y B (El Romero-Altovalsol). Esta variedad necesita un microclima muy especial lo que constituye un freno para su expansión en el país; por lo que representa una alternativa real en estos subsectores que muchos productores ya la están explotando. Además este cultivo no tiene competencia alguna en el mercado, durante los meses de verano (Noviembre-Marzo), en una zona que tiene un potencial turístico en incremento constante.

Por otra parte, existe un potencial para la especie en los mercados de exportación, que no se ha explorado ni mantenido en forma constante en el tiempo.

. **Cítricos**

Los limoneros tenderán a aumentar su superficie, no tanto como única especie sino formando parte de la explotación frutícola de predios plantados con especies subtropicales.

Los programas de apoyo a la producción, en cuanto a esta especie, deberán concentrarse en la selección de portainjertos resistente a varias enfermedades y condiciones ambientales, en la adaptación de variedades de mayor productividada y libres de virus y en orientaciones en cuanto a

manejo y control sanitario.

. **Otras Especies**

Las especies subtropicales exóticas nuevas, como el babaco y la feijoa, propuestas para el Area Baja del Valle, necesitan de investigación local antes de ser desarrolladas a nivel de productor. El babaco fue introducido en la Estación Experimental La Platina, del INIA, en Santiago en 1983, y las primeras evaluaciones de sus frutos fueron hechas bajo condiciones de invernadero. Bajo condiciones de campo en La Serena, la fruta debería ser incluso de mejor calidad que la evaluada en invernadero.

En el caso de la feijoa, se tiene observaciones de plantas de semilla que se encuentran a nivel de huerto casero en La Cruz-Quillota (V Región), por lo que se estima que su cultivo en La Serena sería exitoso. Sin embargo, hay que proceder a importar plantas de Nueva Zelandia, con variedades comerciales y evaluadas en las condiciones edafoclimáticas de La Serena.

El papayo de las montañas (Carica pubescens), cultivado históricamente en La Serena, padece de marcados ciclos de auge y retroceso. Prácticamente se maneja como un cultivo semipermanente. Su crecimiento futuro dependerá de la demanda externa por fruta en conserva, tendencia que se ha observado en la última temporada.

- **Situación Futura de los Cultivos y Praderas del Area Alta y Media**

Definitivamente la estructura de cultivos de estas áreas Alta y Media del valle, tomarán una orientación hacia el rubro vitícola, con una gran actividad a la producción de uvas de exportación y, en menor proporción, la estabilización de la producción de vides del tipo pisquero. En efecto, se estima que estas dos áreas, del total cosechado anualmente (5.759,3 ha), cerca del 80% estará destinada a la explotación fruti-vitícola , siendo sin duda las vides la de mayor preponderancia. La actividad agrícola referida a cultivos y praderas será minoritaria, y en el mejor de los casos no sobrepasará las 1.200 ha, es decir cerca del 20% de la cosecha total anual, considerando el doble cultivo.

- **Situación Futura de los Cultivos y Praderas del Area Baja**

A diferencia de las dos áreas anteriores, el área Baja presenta condiciones adecuadas para la producción comercial de productos hortícolas y de chacarería. En efecto, la papa primor o temprana seguirá constituyendo la actividad principal, en lo que a cultivos anuales se refiere. Por otra parte, en la medida que nuevas expectativas de mercado se abran para otras especies de hortalizas, como son la exportación, agroindustria y productos primores no tradicionales, la situación edafoclimática de varios sectores del área, en especial el sector 7 y 8, permitirá un crecimiento porcentual de cultivos anuales de mayor rentabilidad. Este crecimiento se producirá por la sustitución de terrenos dedicados a praderas, tanto artificiales como naturales, y al incremento sustancial de terrenos explotados en períodos de verano con producciones de segundo cultivo realizados después de las cosechas de invierno. En efecto, las praderas en su conjunto se verían reducidas, en el futuro, en alrededor del 75% y el doble cultivo o cultivos de verano, incrementados en cerca

del 140%. En todo caso, la superficie total de cultivos y praderas en cifras físicas de hectáreas en el futuro tendría un valor similar al actual, dado el notable incremento del rubro frutícola-vitícola que aumentaría en cerca del 550%.

Los cultivos que deberán destacarse en la estructura futura, corresponden en definitiva a la papa temprana y tardía, como especie tradicional y a alcachofas, pepino dulce, especies de producción bajo invernadero y algunas menores como flores y otras con objetivos agroindustriales (pimentón, puerro, brócoli, maní), que se constituyen como productos no tradicionales. Los cereales y específicamente el trigo, tenderán a estabilizarse entre 1.500 a 2.000 ha, dependiendo básicamente de la estabilidad de precios y de las ventajas comparativas de las especies hortícolas antes señaladas.

2.6.3 Estudios de Mercado, Comercialización y Precios

La tecnología de producción puesta al servicio de un sector como el agrícola, no es suficiente para propender favorables resultados económicos, pues éstos se constituyen de variables de producción y calidad, como también de precio y oportunidad de venta.

Es así como hoy día se le otorga la importancia que le corresponde a la comercialización de los productos agrícolas, fase del sector agrícola que representa grandes obstáculos para los productores, en tanto no haya un accionar coordinado entre el conocimiento y desarrollo de las técnicas de producción, si estas nuevas producciones no se traducen en el mejor ingreso dentro de las espectativas del rubro zona, productor y sistema comercial interno y externo, que se sometan a análisis.

En este estudio se desarrolla un análisis de los sistemas comerciales generados por la agricultura del Valle de Elqui, partiendo de un estudio de la situación actual, que otorgue bases para el desarrollo de proposiciones tendientes a optimizar las situaciones que se preveen como futuras, en virtud de los antecedentes históricos de que se dispone.

2.6.3.1 Antecedentes Metodológicos

El ingreso esperado por el productor agrícola es la base de sus decisiones sobre qué cultivar, aún cuando éste no disponga de una adecuada información de mercado y siempre restringido a los recursos de producción que le limitan, desde el capital, acceso a nuevas técnicas, especies o variedades, como de los insumos y servicios que requiere para obtener resultados satisfactorios en la gama de rubros que la zona agroclimática donde se desenvuelve le permiten desarrollar la actividad económica que le significa producir.

La IV Región, específicamente la zona del Valle de Elqui, posee características climáticas y físicas que permiten el acceso de los productores a rubros cuya orientación es satisfacer demandas en períodos de baja afluencia de los mismos al mercado, temprano o tardío en la temporada, logrando con ello mejores retornos a su esfuerzo empresarial.

Es así como el productor del Valle de Elqui podrá competir en el mercado interno con otros productores nacionales de otras regiones, fundamentalmente por la época de su llegada al mercado. Similar situación es la que se presenta al incursionar en mercados externos, donde las exigencias de calidad son más efectivas y determinantes. De acuerdo a lo anterior, uno de los frutales más interesante en la región resulta ser la uva de mesa, en especial la variedad Thomson Seedles.

Con respecto a las especies hortícolas y cultivos tradicionales, la selección de los rubros a estudiar deberá asegurar un grupo de hortalizas que permita un constante aprovechamiento del terreno, bajo diferentes alternativas.

Así la selección de hortalizas analizadas en esta sección, representa según ODEPA, el 44% de la producción de hortalizas de la IV región en la temporada 81/82.

A continuación se presenta el listado de la selección de productos e insumos objeto de análisis.

GRUPO I	- Cereales	: Trigo
		Maíz de Grano
GRUPO II	- Pecuarios	: Leche
		Carne Bovina
GRUPO III	- Hortalizas y Chacras Anuales	: Papas Temprana
		Porotos Verde Primor
		Cebollas Tempranas
		Coliflor y Repollo
		Ají
		Papas Tardías
		Maíz para Choclos
		Zapallo de Guarda
GRUPO IV	- Cultivos Permanentes	: Alcachofas Chilenas
		Pepinos Dulces
GRUPO V	- Frutas	: Uva de Mesa
		Chirimoyas
		Papayas
		Paltas
		Limones
		Nueces
GRUPO VI	- Insumos Tecnológicos	: Fertilizantes
		Pesticidas

2.6.3.2 Análisis de Precios

Análisis Histórico

Todos los precios se expresan en términos reales, en moneda de Febrero de 1985, deflactados según el IPC de Chile.

En el estudio de las series de precios, anuales y mensuales, se determino: a) tendencia, mediante un modelo adecuado de ajuste, restringido por la longitud de las series que fue posible construir y limitaciones de la información misma; b) la estacionalidad, por el índice promedio mensual; y c) la variabilidad, como expresión de incertidumbre y riesgo comercial, medida por la razón entre la variación estándar de la serie y el valor promedio de la misma.

Ahora bien, no es posible incluir en el análisis las interacciones posibles del volumen sobre el precio ya que se asume una oferta insuficiente como para afectarse el nivel de precios, ya sea en mercado interno, como externo.

Determinación del Precio Actual

Para determinar el precio actual logrado por el productor del Valle de Elqui con sus productos, es preciso referirse en primera instancia a los antecedentes recogidos en terreno a través de encuestas patrones.

Además es necesario evaluar los costos de comercialización que debió incurrir el productor para colocar su producto en el mercado en el lugar, momento y forma necesaria para acceder a los nivles de precios determinados por los mercados a que se enfrente, denominados en este estudio, "Mercados Meta" u "Objetivos".

El costo de comercialización está determinado por la estructura de éste, hecho logrado a través de la información de terreno y el cual fue completado con las estructuras de costos de comercialización de cada rubro con que cuenta ODEPA, actualizando luego los valores para llevarlos a moneda de Febrero de 1985 y así descontando al precio de venta del productor, con lo cual se obtiene el precio denominado de retorno al productor, o "estándar". Este último fue llamado así por haber sido estandarizado a la condición de retirarle el valor agregado por cada nivel comercial, incluyendo al productor; pasando a representar así, el valor económico del producto en sí mismo.

2.6.3.3 Mercado y Comercialización

Caracterización de la Estructura del Mercado

Cultivos y Hortalizas

El mercado de los cultivos anuales, cereales y hortalizas, está constituído en su mayor parte por pequeños productores, los cuales se desempeñan en un sistema de alta inestabilidad y, por supuesto, de alto riesgo. El mercado se caracteriza por una producción de cultivos anuales fluctuantes en oferta e inestable en precios a obtener en las próximas cosechas.

Los factores que determinan la decisión de los productores del valle de Elqui, están relacionados primeramente a la tradición de siembra y, en segundo término, a los ingresos obtenidos en la última cosecha.

La situación anterior conduce a que exista una fuerte relación entre precios altos asociados a aumentos en las áreas sembradas de ese mismo

cultivo en la temporada siguiente; trayendo consigo aumentos excesivos en la oferta con una consecuente caída en los precios.

Las fluctuaciones interanuales en la oferta, analizadas por producto, se extienden entre un 74% y 159% respecto del promedio del último quinquenio.

Igualmente y como es de esperar, las variaciones estacionales de la afluencia de chacras y hortalizas, por ejemplo, en los mercados mayoristas de Santiago, fluctúan entre 3% hasta 25%, con relación al mismo promedio señalado.

Lo anterior explica la evolución de los precios a nivel mayorista en Santiago. Así, los precios muestran gran variabilidad, del orden de un 65% a um 168%, respecto al promedio diario del mes de mayor cosecha.

Las variaciones diarias de precios, en dos días consecutivos, alcanzan hasta un 61%, respecto al promedio de los precios del día.

Es así como la inestabilidad en las condiciones de afluencia de productos al mercado y en los niveles de precios dan lugar a un factor de incertidumbre para todos los que participan del sistema comercial, lo cual genera excesivos márgenes de comercialización para cubrir los riesgos económicos en la transacción de las hortalizas.

Frutas

Las alternativas de ingerencia del nivel productor sobre los siguientes segmentos comerciales del sistema son escasos y semejantes entre sí cuando hablamos de los principales rubros frutícolas de la IV Región co-

mo la uva de mesa, uva pisquera, papayo, chirimoyo, limones y damascos.

Se puede decir que en la comercialización, que actualmente se vincula a dichos rubros, es factor común la escasa negociación del precio y términos de las transacciones, se trata de sistemas centralizados en torno a los grandes centros de consumo, que son Santiago para el mercado interno, y USA para el mercado externo, fundamentalmente en lo que se refiere a uva de mesa.

En este último rubro se centra actualmente el mayor interés agrocomercial del Valle de Elqui, fundamentalmente por ser una de las zonas más tempranas del país en cosechar uva de mesa.

Canales de Comercialización de Productos de Chacras y Hortalizas

La producción de chacras y hortalizas de todo el país, tiene como eje en la comercialización, al comerciante mayorista-consignatario, para los productos que se destinan al mercado interno. En los de exportación, son los comerciantes mayoristas-exportadores, los que ejercen la mayor influencia entre los productores.

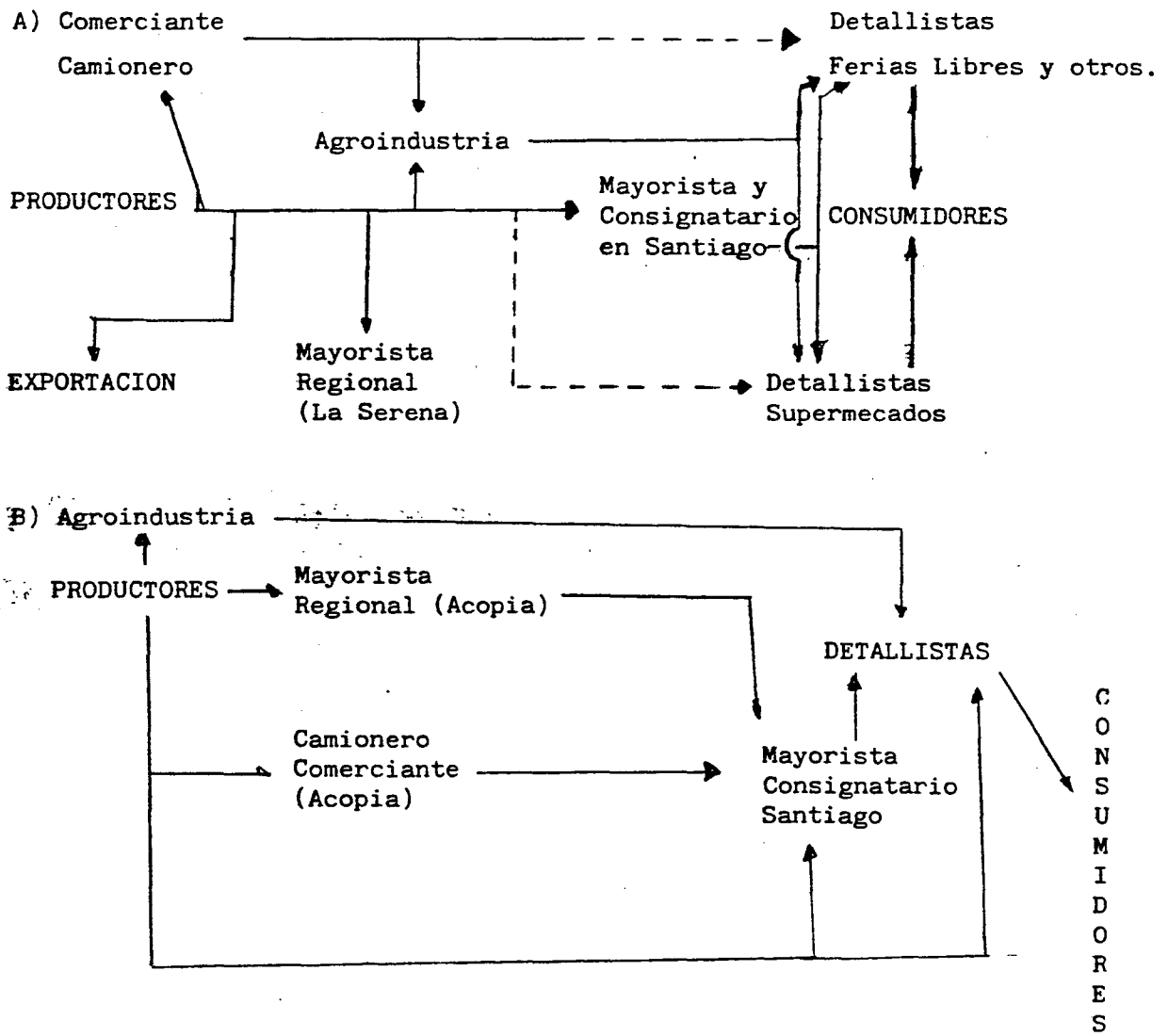
Ellos se contactan directamente con los productores para la comercialización de sus productos y luego operan directamente en los mercados mayoristas, en este caso La Serena, o también en los ubicados en los mercados de La Vega o Lo Valledor, en Santiago.

Estos comerciantes ejercen una influencia decisiva en las transacciones de productos de cultivos anuales, chacras y hortalizas, a nivel del país.

El flujo de los productos de chacras, hortalizas, desde las áreas de producción, hasta llegar a los consumidores finales, se expresa en el gráfico siguiente.

CANALES DE COMERCIALIZACION DE PRODUCTOS DE CHACRAS Y DE HORTALIZAS PRODUCIDAS EN EL VALLE DEL ELQUI

a) Hortalizas en general
b) Zapallos



Fuente= ODEPA, Separata Estadística de Revista Proxima Década

Elaboración: Autor

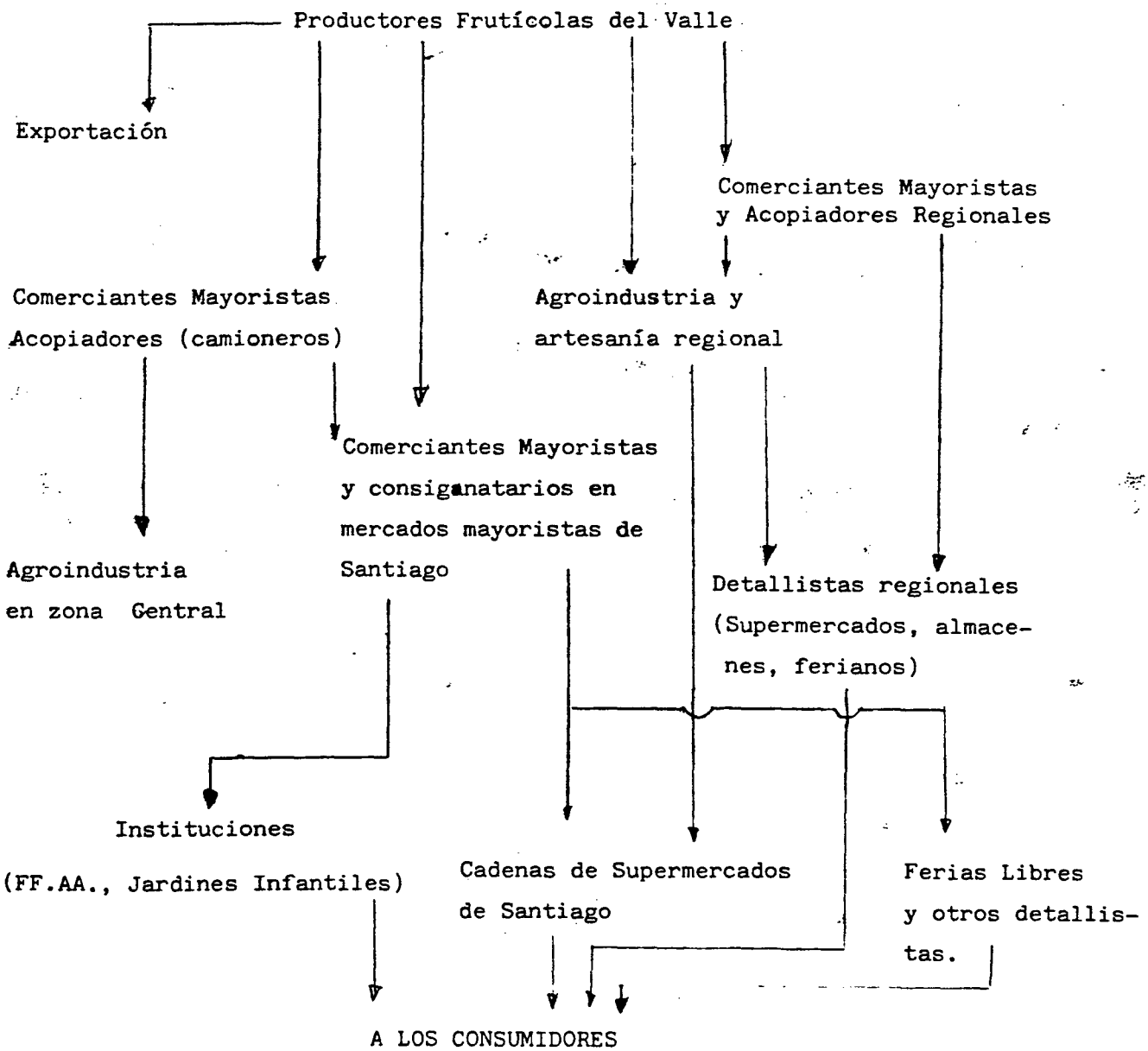
Canales de Comercialización de la Fruta

En el caso de la fruta que va a consumo fresco, los comerciantes mayoristas, especializados, tanto a nivel regional como desde Santiago, constituyen el agente de compra normal de la fruta de los productores del valle.

Con los antecedentes obtenidos, se puede sostener que los productores del Valle de Elqui están influenciados directamente por la gestión de comerciantes mayoristas, en las ventas de sus frutas y, por lo tanto en el nivel de ingresos que de ellos obtienen.

Una expresión de la situación actual, se muestra en el siguiente gráfico de canales comerciales de la fruta producida en el Valle de Elqui.

CANALES DE COMERCIALIZACION ACTUALES PARA LA FRUTA DE LOS PRODUCTORES DEL VALLE DEL ELQUI



Claramente se destaca en el gráfico anterior, la alta complejidad que presentan los canales comerciales para la venta de la fruta producida en el Valle de Elqui. No obstante, la participación de los distintos canales en la comercialización de la fruta en general, se puede resumir en la siguiente distribución: 40% Mayoristas y Consignatarios, 30% Exportación, 20% Mayoristas Acopiadores y 10% Agroindustria.

2.6.3.4 Análisis de la Situación Actual y Mecanismo de Determinación de Precios

Como una forma de situar cada rubro hortícola y cereales en el mercado, en el siguiente cuadro se resumen las épocas de salida al mercado para cada producto proveniente del Valle de Elqui.

Productos		Mes de Cosecha
Cereales	: Trigo	Diciembre
Cultivo Invierno:	Papa temprana	Septiembre
	Porotos verdes	Noviembre
	Cebolla Temprana	Octubre
	Repollo/Coliflor	Septiembre
	Ají	Diciembre/Enero
Cultivo Verano	: Papa tardía	Marzo
	Maíz choclo	Diciembre
	Zapallo	Diciembre
Cult. Permanente:	Alcachofas chilenas	Oct. y Nov. 1er.año
		Jul. a Sept.2° año
	Pepino dulce	Abril y Junio

Una vez analizados cada uno de los cultivos indicados en el cuadro anterior, se obtuvieron los precios de retorno al productor, en situación actual, que se indican en el cuadro siguiente:

CUADRO RESUMEN DE LA SITUACION ACTUAL DE COMERCIALIZACION Y PRECIOS

Productos	Mes Cosecha	Precios Retorno a los Productores (1)	Indice Estacional del Precio	Tendencia del Precio	Coef.de Variación de los Precios (2)
- Cereales					
Trigo	Diciembre	2.300,0/Qqm	115,4	Positiva	0,29
- Cult. de Invierno					
Papa temprana	Septiembre	15,4/kg	130,8	Positiva	0,19
Poroto verde	Noviembre	30,0/kg	78,1	Positiva	0,25
Cebolla temprana	Octubre	2,0 c/u	136,7	Positiva	0,56
Repollo/Coliflor	Septiembre	6,0 c/u	100,0 - 117,0	Positiva	0,26 - 0,08
Ají	Diciembre	12,0/kg	85,1	Negativa	0,23
- Cult. de Verano					
Papa tardía	Marzo	8,5/kg	91,9	Negativa	0,44
Maíz grano	Marzo	18,0/kg	77,9	Positiva	0,12
Maíz choclo	Diciembre	5,0 c/u	103,6	Positiva	0,08
Zapallo	Diciembre	10,0/kg	100,0	Positiva	(*)
- Cult.Permanentes					
Alcachofas	Oct/Nov	10,0/unidad	92,2 - 75,0	Positiva	0,22
	Jul/Sep	12,0/unidad	100,4 - 139,6	Positiva	
Pepino dulce	Abril/Junio	11,0/kg	81,1-75,8-79,2	Positiva	0,16

(1) : Corresponde al precio retornado efectivamente a los productores del Valle de Elqui, deducidos los costos comerciales en que ellos incurren.

(2) : Mide la variabilidad de una serie de precios, corresponde por tanto a la expresión de riesgo en el mercado, se calcula como cuociente entre la desviación estándar de la serie y el precio promedio de la misma.

(*) : Presenta un coeficiente de variación de 0,92, exageradamente alto y que está determinado por el crecimiento irregularmente alto de los precios en la serie de tiempo considerada.

Fuente : ODEPA, Precios Agrícolas, Boletín Mensual
Elaboración : INA, Ing. Consultores

Frutas

La uva de mesa es el principal rubro frutícola del Valle de Elqui, destinada a la exportación. El resto de las frutas, como papayas, chirimoyas, paltas, limones y nueces, que siguen en importancia, van destinadas al mercado interno.

En la situación actual de mercado, comercialización y precios de la fruta producida en el valle de Elqui se aprecia una estructura definida aunque compleja de canales comerciales y de opciones de venta para los productores. Las decisiones futuras para mejorar el desempeño comercial a nivel de los productores, siguen cursos de acción variados para cada especie frutal, donde las exportaciones, por ejemplo, tienden a identificarse como una de las más comunes a casi todas las especies.

Una vez analizado el caso de cada una de las especies frutales en situación actual se obtuvieron los precios de retorno al productor que se indican en el cuadro siguiente:

Cultivo	Precio Retorno al Productor (1) $ Febrero de 1985/kg
Uva de Mesa	75,82 (2)
Uva pisquera	12,00
Chirimoya	84,00
Papaya	25,00
Paltas	56,25
Limones	35,00
Nueces	90,00

(1) : Precio retornado efectivamente, deducidos los costos de comercialización.

(2) : Promedio : 70% exportación a $ 102,33 el kg y
30% consumo interno a $ 19,98 el kg

Carne Bovina

En la venta de sus animales de carne, considerando novillos, los productores agrícolas del valle de Elqui están en una situación de marginalidad y asi lo demuestran las escasas producciones de ganado de vacuno.

El precio actual se calculó en $ 82,1/kg de novillo en el predio y en moneda de Febrero de 1985, deduciendo de los precios de feria, actuales, los costos comerciales; fletes, comisión, destare y descarga.

Leche

La leche constituye un rubro de interés para los productores agrícolas del valle, principalmente por generar entradas permanentes a lo largo del período de lactancia de las vacas.

El precio actual se estimó en $ 16,0/litro de leche, en el predio, en moneda de Febrero de 1985.

Heno de Alfalfa

La producción de alfalfa en el valle de Elqui resulta interesante porque abastece las necesidades del ganado local, tanto a nivel de empresarios ganaderos, como de las instituciones, como son Ejército y Carabineros.

El precio para la valoración de la producción actual de heno de alfalfa es de $ 10,2/kg de heno, puesto predio de los productores y expresado en moneda de Febrero de 1985.

Insumos, Fertilizantes y Pesticidas

La demanda por estos insumos tecnológicos, entre los productores del valle de Elqui, está condicionada, al igual que para todos los agricultores, por la orientación de las políticas económicas con respecto a la producción agrícola.

Las políticas de comercio exterior (restricciones a importaciones, tipo de cambio y aranceles); crediticias (costo nominal o real del dinero y acceso al crédito); y precios de los productos (fijaciones, subsidios,

libertad total o banda de precios), repercuten directamente en los rubros productivos.

El destino de la producción - (mercado interno o exportación) - tambien incide en los requerimientos e insumos tecnológicos necesarios para la producción del valle.

2.6.3.5 Análisis de la Situación Futura de Precios

Antecedentes Metodológicos

Para la determinación de precios futuros se empleó la siguiente metodología :

$$\text{Precio proyectado al año } 6^{\circ} : P_6 = P_1 + (C * n)$$

P_1 = precio promedio de la serie utilizada
C = factor resultante de la diferencia entre promedios de la serie histórica
n = número de años hasta donde se proyecta, observado desde el último de la serie

La base de proyección, la representa, por tanto, la serie de precios históricos, ya mencionados en la situación actual. El método se denomina de los semipromedios y cada promedio comprende 5 observaciones.

Este método se utiliza, considerando que los precios futuros seguirán la inercia de sus niveles históricos, linealmente.

La otra opción de precios futuros, corresponde a los que se generan por las exportaciones; para ello, se ha considerado los precios promedios de exportación de los últimos 3 años, descontando los costos comerciales en

que se incurre; transporte, envasado, seguros, etc.

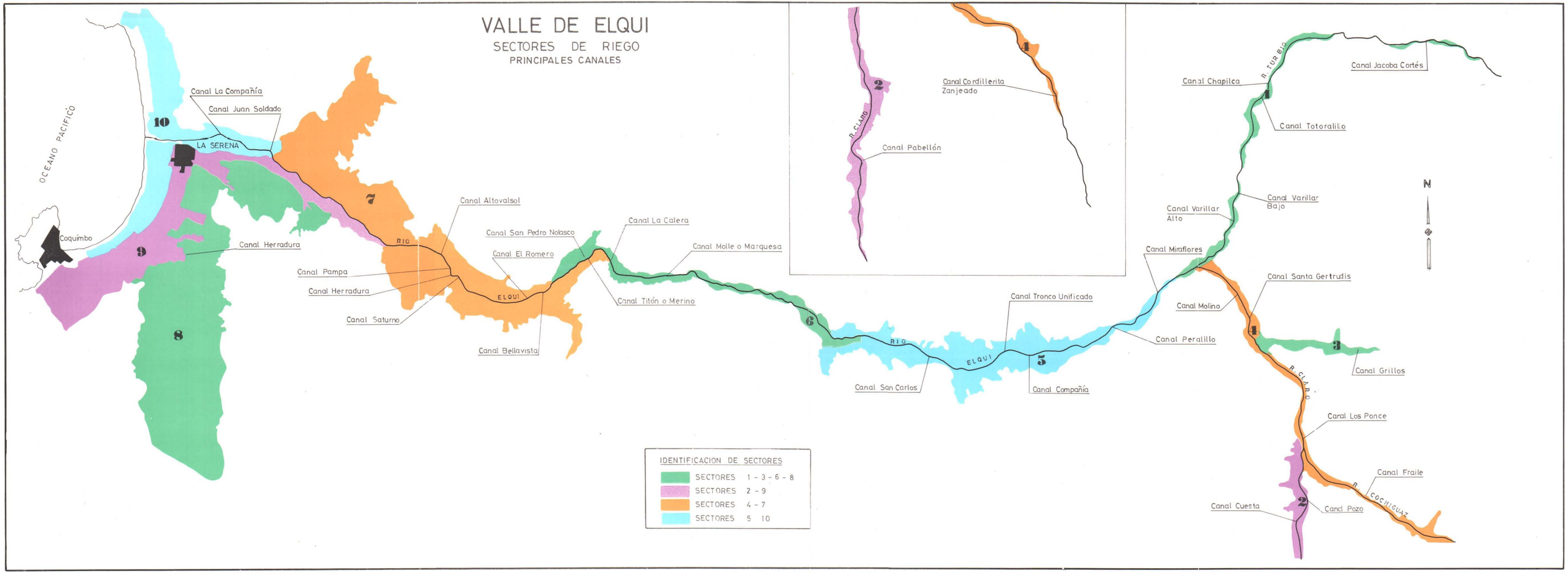
Antecedentes Básicos

La situación futura de los cultivos considerados en el estudio, descansa en el principio de que los productores del valle, al contar con seguridad de riego adecuada, orientarán sus decisiones de producción hacia aquellos rubros que maximicen su rentabilidad, adoptando como señal importante de ello, el nivel de los precios de los productos en el mercado, junto con indicadores de costos relevantes, como son insumos físicos, capital de operación, etc.

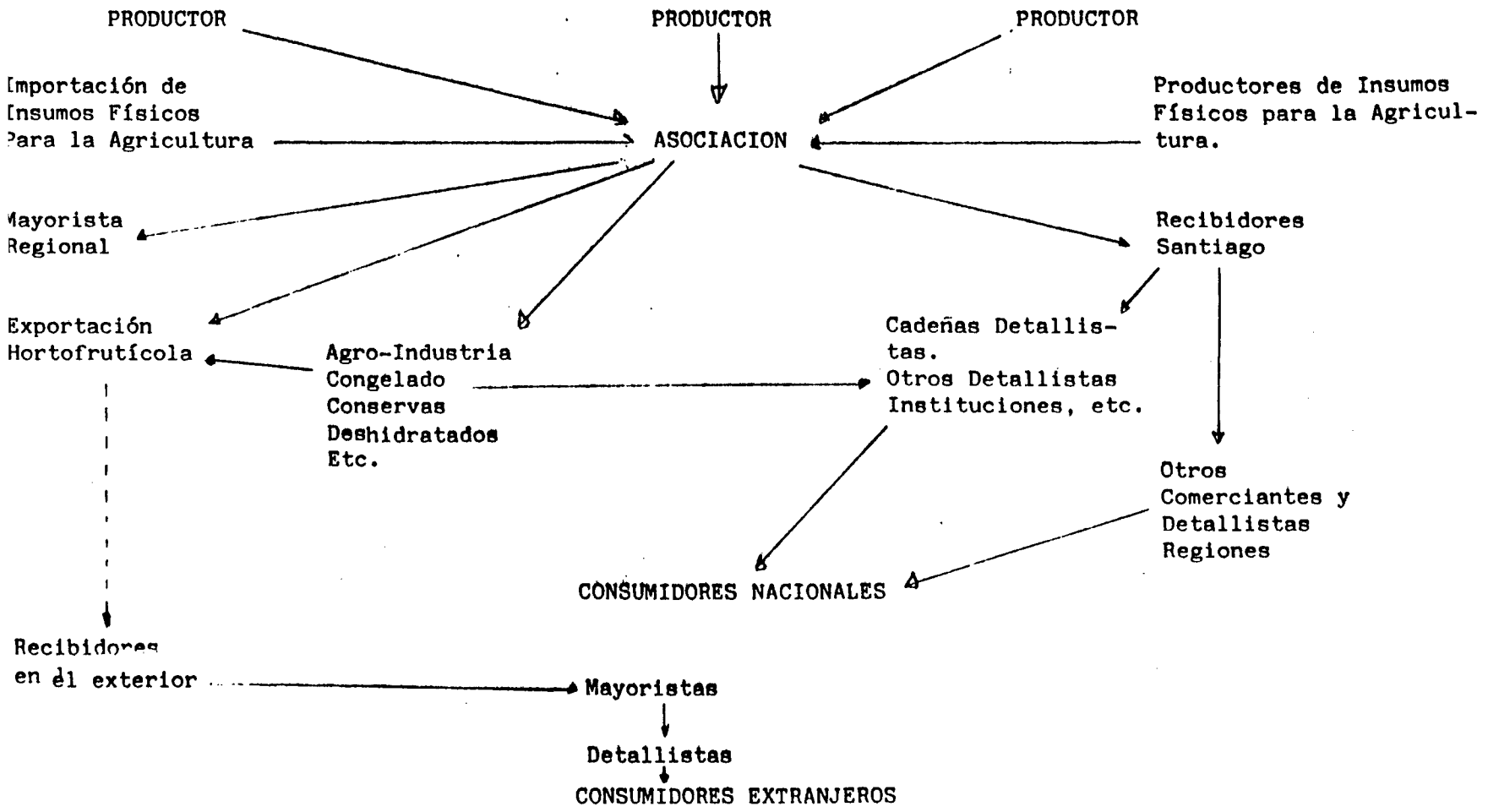
Por otra parte, en la administración de las decisiones de venta de los productores también debe incluirse mejores opciones en la estacionalidad anual de los precios, buscando principalmente almacenar las producciones para vender en momentos de mejores precios, siempre que resulte ventajo so, enfrentado a los costos totales de almacenaje.

Estas acciones están apoyadas en el desarrollo de una capacidad negociadora, que encuentra su expresión en la asociación de los productores del valle, en una entidad que los represente comercialmente. La organización de los productores del Valle de Elqui, en apoyo de su capacidad de negociar sus productos, puede expresarse en una "Asociación de Productores Horto-Frutícolas del Valle de Elqui", entidad que debe posibilitar una gestión comercial eficiente para los productores, no sólo descansando en economías de tamaño en las operaciones a nivel de todo el valle, sino y fundamentalmente, en la búsqueda y desarrollo de mercados objetivos para sus productos y la creación de mecanismos igualmente eficientes, para el abastecimiento de insumos tecnológicos para la producción horto-frutícola del valle.

La gestión de la Asociación de Productores propuesta se muestra gráficamente en la página siguiente, donde se puede apreciar el alto grado de transparencia que se le otorga al mercado, conjuntamente con una participación efectiva de los productores en la actividad comercial.


VALLE DE ELQUI
SECTORES DE RIEGO
PRINCIPALES CANALES
OCEANO PACIFICO
LA SERENA
Coquimbo
Canal La Compañía
Canal Juan Soldado
Canal Herradura
Canal Pampa
Canal Herradura
Canal Saturno
Canal Altovalsol
Canal San Pedro Nolasco
Canal El Romero
Canal Bellavista
Canal La Calera
Canal Molle o Marquesa
Canal Titón o Merino
Canal San Carlos
Canal Tronco Unificado
Canal Compañía
Canal Peralillo
Canal Miraflores
Canal Varillar Alto
Canal Varillar Bajo
Canal Molino
Canal Santa Gertrudis
Canal Grillos
Canal Los Ponce
Canal Fraile
Canal Cuesta
Canal Pozo
Canal Chapilca
Canal Totoralillo
Canal Jacoba Cortés
Canal Cordillerita Zanjeado
Canal Pabellón
R. TURBIO
R. CLARO
R. COCHIGUAZ
RIO ELQUI
N
IDENTIFICACION DE SECTORES
SECTORES 1 - 3 - 6 - 8
SECTORES 2 - 9
SECTORES 4 - 7
SECTORES 5 10

CANALES DE COMERCIALIZACION PROPUESTOS PARA LA PRODUCCION HORTOFRUTICOLA FUTURA DEL VALLE DEL EQLUI



Fuente: Universidad de Chile. Escuela de Agronomía. Cátedra de Comercialización, Investigaciones Comerciales

Elaboración:autor

Cultivos considerados en el Análisis de Mercado, Comercialización y Precios en la Situación Futura.

A.- Invernaderos : Tomates (cosecha y venta en los meses de Septiembre, Octubre y Noviembre).

B.- Cereales : Trigo (cosecha y venta en Diciembre)

C.- Cult. de Invierno: Papa temprana (cosecha en Septiembre); porotos verdes (cosecha en Noviembre); cebollas tempranas (cosecha en Octubre); repollo/coliflor (cosecha en Septiembre); ají (cosecha en Diciembre y Enero); ajos (cosecha en Diciembre); gladiolos (cosecha en Octubre, Noviembre y Diciembre).

D.- Cult. de Verano : Papa tardía (cosecha en Marzo); maíz para grano (cosecha en Marzo); maíz para choclos (cosecha en Diciembre); zapallo (cosecha en Diciembre); porotos verdes (cosecha en Febrero); maní (cosecha en Marzo).

E.- Cult. Permanentes : Alcachofa chilena (1er. año, cosecha en Octubre y Noviembre y 2° a 4° año, cosecha desde Julio a Septiembre); pepino dulce (cosecha en Abril, Mayo y Junio).

La situación comercial de estos rubros en el futuro es analizada en tres cursos de acción que no son excluyentes.

a) Proyección de los precios históricos a 6 y 11 años del proyecto;

b) Orientación de la producción hortícola al mercado, que se base en la información y coordinación comercial de la organización de los productores, con un resultado superior en el nivel de precios proyectados, que se ha estimado considerando la desviación estándar de los precios históricos y estimado en 20,0%. Este porcentaje que está considerado como "neto" corresponde a una apreciación propia del Consultor, que la considera razonable y prudente a la luz de los antecedentes registrados en el país e incluso en el mismo valle (cooperativas pisqueras). Una mayor fundamentación de esta estimación no se justifica por cuanto sólo se presenta como "opción", al no ser considerada en la evaluación del proyecto.

c) Perspectivas de exportación, para rubros viables en ese mercado, elevándose significativamente su nivel de precios.

Una vez analizados los cultivos indicados anteriormente se llegó a los precios futuros probables que se muestran en el cuadro siguiente:

Resumen de Precios Actuales y Probables
en Situación Futura del Proyecto en Cultivos
(Mercado Interno)

Productos	Mes de Cosecha	Unidad	Precio Actual ($)	Precio a 6 años ($)	Precio a 11 años ($)
1. Tomate	Sept.,Oct.,Nov.	kg	25,0	27,6	31,9
2. Trigo	Diciembre	kg	23,0	24,7	28,7
3. Cult.de Invierno					
Papa temprana	Septiembre	kg	15,4	22,4	24,5
Porotos verdes	Octubre	kg	30,0	81,3	85,6
Repollo (coliflor)	Septiembre	100 un.	1.151,3	1.691,3	1.890,8
Ají	Diciembre,Enero	kg	13,8	15,7	14,8
Ajos	Diciembre	1000 un.	1.593,9	1.202,1	645,1
Gladiolos	Oct.,Nov.,Dic.	vara	30,0	36,0	36,0
Cebolla temprana	Octubre	100 un.	163,3	764,5	930,5
4. Cult. de Verano					
Papa tardía	Marzo	80 kg	680,0	822,7	918,2
Maíz grano	Marzo	kg	18,0	18,0	18,9
Maíz choclo	Diciembre	un.	5,1	5,9	6,2
Zapallo	Diciembre	kg	10,0	22,6	30,5
Porotos verdes	Febrero	kg	18,0	28,0	30,3
Maní	Marzo	kg	-	(3) 91,0	(3) 91,0
5. Cult.Permanentes					
Alcachofa chilena	Oct.,Nov.(1)	un.	10,02	12,74	14,26
Alcachofa chilena	Jul.,Sep.(2)	un	(12,0)	14,01	15,69
Pepino dulce	Abril, Junio	kg	11,0	18,5	20,2

(1) : 1er. año
(2) : 2° - 4° año
(3) : corresponde al del estándar

Frutales

Las especies frutales consideradas como rubros productivos interesantes para el desarrollo económico de los productores agrícolas del valle, representan opciones viables, sobre todo si se corrigen los problemas comerciales que hasta ahora repercuten negativamente en el ingreso de los productores.

Los productores deben adoptar una orientación comercial, hacia el mercado, en sus decisiones de producción frutal.

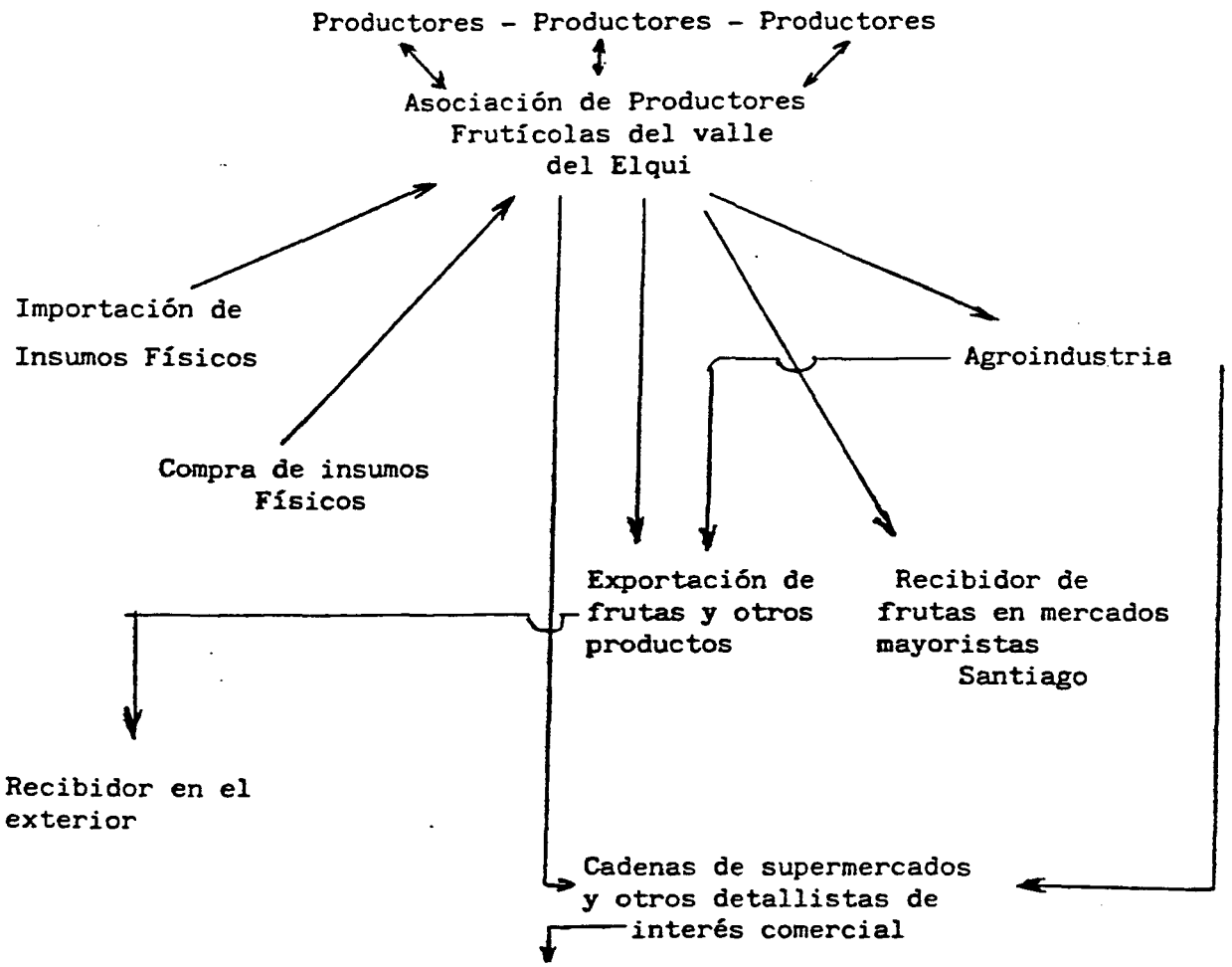
Ello se logrará en la medida que definan los mercados para los cuales tienen ventajas con los productos frutícolas, que de acuerdo con las condiciones agroecológicas del Valle de Elqui, se pueden producir. Esto envuelve decisiones con relación a las especies y variedades frutales que permanecerán o se incorporarán en el mediano y largo plazo.

Por otro lado, será necesario que los productores enfrenten los mercados ya definidos, de modo coordinado entre ellos, y con un nivel adecuado de información, junto con negociar las ventas de frutas en calidades compatibles con la demanda, cubriendo la producción frutícola del valle, que los deje en condiciones competitivas, llegando a mercados finales definidos previamente.

Junto con ello, este esfuerzo se puede orientar a canalizar servicios de apoyo tecnológico a los productores y negociar la compra de insumos físicos, para atender las necesidades productivas, como también, contribuir a una mejor y más eficiente planificación de la actividad productiva y comercial entre los productores del valle, en cada rubro.

A continuación se presenta una estructura de canales de comercialización para la situación futura de la producción frutícola del Valle de Elqui.

ESTRUCTURA DE CANALES DE COMERCIALIZACION PARA LA SITUACION FUTURA DE LA PRODUCCION FRUTICOLA DEL VALLE DEL ELQUI



Es decir, la nueva estructura comercial planteada descansa en negocios de volúmen y normalización de producto, todo lo cual debe contribuir a ganar eficiencia comercial y productiva.

La asociación de los productores propuesta será la responsable de organizar y administrar los servicios necesarios para el acondicionamiento y/o elaboración de los productos frutícolas, mediante instalaciones de packing, bodegas y frigoríficos. Además, de desarrollar las iniciativas ligadas al abastecimiento eficiente de insumos tecnológicos requeridos para la producción de frutas, ya sea adquiriéndolas por mayor y/o importándolas. Por último analizará los contactos comerciales para un eficiente negocio frutícola.

Del análisis de cada una de las especies frutales posibles de explotar en situación futura se obtuvieron los posibles precios de retorno al productor que se indican en el cuadro siguiente:

Resumen Expectativas Futuras al Productor
Rubros Frutícolas Valle de Elqui
($ Febrero de 1985)

Rubro		Retorno Productos $/k	Retorno promedio $/kg
Uvas	mercado interno (25%)	5,00	
	mercado externo (75%)	118,66	90,24
Nectarines	mercado interno (60%)	50,00	
	mercado externo (40%)	131,84	82,74
Duraznos	mercado interno (60%)	50,00	
	mercado externo (40%)	131,84	82,74
Chirimoya	mercado interno (50%)	60,0-100,0	92,74
	mercado externo (50%)	105,47	
Papayos	mercado interno (85%)	30,0	34,5
	mercado externo (15%)	60,0	
Palta Hass	mercado interno (60%)	75,00	58,2
	mercado externo (40%)	32,96	
Palta Fuerte	mercado interno (50%)	80,00	59,8
	mercado externo (50%)	39,55	
Limones	mercado interno (20%)	30,0	36,4
	mercado externo (80%)	62,06	
Nueces	mercado interno (40%)	90,00	
	mercado externo (60%)	131,84	115,1

Mercado, Comercialización y Precios de los Fertilizantes y Pesticidas en Situación Futura

La situación futura de los insumos tecnológicos, fertilizantes y pesticidas, se puede enfrentar en conjunto, desde el punto de vista de los productores agrícolas del Valle de Elqui.

El hecho de que fertilizantes y la mayor parte de los pesticidas presenten canales comerciales claramente identificables, ofrece a los productores del valle la posibilidad clara de enfrentar su abastecimiento en forma conjunta.

Se esperaría que los productores lograrían, negociando coordinados y con compras en volúmenes mayores que individualmente niveles de precios inferiores a los actuales, en alrededor de 20,0%, cifra que sumada al impacto que se espera, por las mismas razones, en el nivel de precios de los productos que ellos vendan en la situación futura, gravitaría muy sensible y positivamente en su nivel de ingresos.

En síntesis, la situación planteada presenta dos cursos de acción: a) mantenerse dentro del nivel histórico de precios de los insumos tecnológicos, proyectándolos y b) corregir los niveles de precios proyectados, en 20,0% por mejor posición competitiva de los productores a través de su asociación.

En el cuadro siguiente se presenta la proyección de precios históricos para fertilizantes y pesticidas considerando el curso de acción a) planteado anteriormente.

Curso de Acción a) Proyección de Precios Históricos para Fertilizantes y Pesticidas ($ Febrero de 1985)

	Precio Promedio 1978/85 $	Proyecciones a 6 años $	Proyecciones a 11 años $	Coef. Variabilidad
Fertilizantes				
Salitre sódico (kg)	16,53	22,74	25,13	0,22
Salitre potásico (kg)	23,38	26,43	28,11	0,20
Urea (kg)	39,48	56,41	65,81	0,16
Superfosfato triple (kg)	33,99	46,05	52,75	0,18
Insecticidas				
Metasystox 25 (lt)	2.211,99	3.313,74	4.415,49	0,22
Cotnion W.P. (kg)	1.860,87	2.780,47	4.517,49	0,28
Fungicidas				
Antracol 70,0% (kg)	1.023,02	1.120,72	1.158,29	0,15
Benlate 50,0% (kg)	5.135,54	8.705,08	10.077,98	0,22
Captan 80,0% (kg)	1.036,90	1.238,95	1.351,20	0,17

Fuente : op.cit.

Elaboración : INA, Ing. Consultores

Rebajando los precios de los insumos tecnológicos en 20,0%, tomando como base las mismas proyecciones realizadas a 6 y 11 años para los precios de los insumos se obtienen los resultados del cuadro siguiente :

Curso de Acción b) Proyección de Precios Históricos de Fertilizantes y Pesticidas con un Descuento de 20% en el Nivel de Precios ($ Febrero de 1985)

		Precio Promedio 1978/85	Proyecciones a 6 años	Proyecciones a 11 años
		$	$	$
Fertilizantes				
Salitre sódico	(kg)	16,53	18,19	20,10
Salitre potásico	(kg)	23,38	21,14	22,49
Urea	(kg)	39,48	45,13	52,65
Superfosfato triple	(kg)	33,99	36,84	42,20
Pesticidas				
Metasystox 25	(lt)	2.211,99	2.651,00	3.532,39
Cotnion W.P.	(kg)	1.860,87	2.224,38	3.614,00
Fungicidas				
Antracol 70%	(kg)	1.023,02	896,58	926,63
Benlate 50%	(kg)	5.135,54	6.964,06	8.062,38
Captan 80%	(kg)	1.036,90	991,16	1.080,96

Fuente : op.cit.

Elaboración : INA, Ingenieros Consultores

Si se comparan los precios históricos, período 1978/85, en su nivel promedio con los precios proyectados rebajados en 20%, los nuevos precios muestran, en casi todos los casos estudiados, niveles superiores a los del período base, es decir, en términos reales, los precios

tendrían, a pesar de la rebaja del 20%, un valor superior al mostrado históricamente durante 1978/85.

Quedan en todo caso, algunas situaciones donde los nuevos niveles de precios aparecen levemente inferiores a los del período base, como ocurre con el salitre potásico y con el Antracol 70% en la proyección a 6 y a 11 años, y con el Captan 80% en la proyección a 6 años. Esta situación no invalida en absoluto la proposición, toda vez que, las imperfecciones de este mercado, muchas veces se manifiestan en exagerados precios pagados por los productores, sin que haya aportes reales al producto en los canales comerciales.

2.6.4 Tasas Futuras de Riego

- **Eficiencia Futura de Riego**

Para calcular las demandas de agua actuales en los diversos rubros posibles en el Valle de Elqui se estimaron eficiencias de aplicación del agua de riego, considerando que los métodos más ampliamente utilizados son el riego por surco con un 45% de eficiencia y el riego por tendido con un 30% de eficiencia.

Para estimar las eficiencias de riego se adoptaron básicamente dos criterios:

a) Se definieron los métodos de riego que pueden ser utilizados en el valle. A estos métodos de riego se les asignó una eficiencia actual obtenida de antecedentes nacionales y una eficiencia máxima que podría obtenerse después de la aplicación contínua de programas de asistencia técnica.

   Entre estos dos considerandos, se obtuvo una eficiencia media del método de riego

En el Cuadro I.2.20 siguiente aparecen las eficiencias de aplicación considerada para cada método de riego.

CUADRO I.2.20

EFICIENCIA DE APLICACION DE LOS DIVERSOS METODOS DE RIEGO EN EL VALLE DEL RIO ELQUI

(en porcentajes)

METODO DE RIEGO	ACTUAL	MEDIA	MAXIMA
Tendido	30	35	40
Surco	45	47	50
Borde	45	50	55
Tazas	45	65	75
Goteo-Aspersión	75	75	75

b) Para evaluar la eficiencia de riego por rubro se proyectó la adopción de métodos de riego tecnificado partiendo de la situación actual. En este sentido se definió la situación actual como la proporción en que son utilizados los distintos métodos de riego.

La distribución de los métodos de riego en situación actual muestra que predomina el riego por surcos y el riego por tendido. Por este motivo se consideró que la eficiencia de aplicación del agua de riego en los distintos rubros, al iniciarse el proyecto era similar en las distintas áreas y correspondía a un 45% al riego por surcos y 30% al riego por tendido.

Al utilizar la distribución de métodos de riego por rubro en situación actual y considerando un aumento de la eficiencia de riego a nivel medio, se obtuvo una eficiencia ponderada, por rubros y por áreas, factible de alcanzar al 5° año de operación del proyecto y que se presenta en el Cuadro I.2.21

CUADRO I.2.21

EFICIENCIA DE APLICACION PONDERADA POR RUBROS Y POR AREAS AL QUINTO AÑO DE OPERACION DEL PROYECTO

(en porcentajes)

RUBROS	METODO DE RIEGO	AREA ALTA	AREA MEDIA	AREA BAJA
Vides	S-G	49	48	47
Frutales	T,S,G	53	47	55
Cultivo Permanente	S	-	47	46
Cultivo Anual	S-B	45	47	47
Cereales	B-Te	35	35	35
Prad. Artificiales	B-Te	36	35	35
Prad. Naturales	Te	35	35	35
Otros	Te	35	35	35

S = surco, G = goteo, T = tajos, B = borde, Te = tendido

Para estimar la eficiencia de riego a futuro (20 años) se consideraron cambios en la distribución de los métodos de riego principalmente en los estratos grandes y medianos. Esta distribución de los métodos se presenta por áreas en el Cuadro I.2.22.

CUADRO I.2.22

DISTRIBUCION DE LOS METODOS DE RIEGO POR RUBROS Y POR AREAS AL TERMINO DEL PROYECTO (20 AÑOS) (en porcentajes)

RUBROS	SURCO	PRESION*	BORDES	TAZAS	TENDIDO
		A R E A A L T A			
Vides	35	65	-	-	-
Frutales	10	15	-	75	-
Cult.Permanente	-	-	-	-	-
Cult.Anual	90	-	10	-	-
Cereales	-	-	100	-	-
Prad. Artificial	-	-	100	-	-
Prad. Natural	-	-	-	-	100
		A R E A M E D I A			
Vides	35	65	-	-	-
Frutales	10	15	-	75	-
Cult. Permanente	100	-	-	-	-
Cult. Anual	90	-	10	-	-
Cereales	-	-	100	-	-
Prad. Artificial	-	-	100	-	-
Prad. Natural	-	-	-	-	100
		A R E A B A J A			
Vides	100	-	-	-	-
Frutales	10	30	-	60	-
Cult. Permanente	100	-	-	-	-
Cult. Anual	90	-	10	-	-
Cereales	-	-	100	-	-
Prad. Artificial	-	-	100	-	-
Prad. Natural	-	-	-	-	100

* : Riego presión se refiere a aspersión, goteo y microjet.
Fuente : Elaboración INA

Ponderando la superficie ocupada por los métodos de riego en cada rubro y la eficiencia máxima ya indicada, se calculó la eficiencia de aplicación del agua de riego a los 20 años de operación del proyecto. Esta eficiencia para cada rubro y para cada área se presenta en el Cuadro I.2.23.

CUADRO I.2.23

EFICIENCIA DE RIEGO POR RUBRO AL AÑO 20 DE OPERACION DEL PROYECTO

(en porcentajes)

R U B R O S	AREA ALTA	AREA MEDIA	AREA BAJA
Vides	66	66	50
Frutales	73	73	73
Cult. Permanente	-	50	50
Cult. Anual	51	51	51
Cereal*	55	55	55
Prad. Artificial*	55	55	55
Prad. Natural	40	40	40

- **Tasas de Riego Unitario**

Las tasas de riego unitarias utilizadas para la cuantificación de las demandas de agua del proyecto en la situación futura se calcularon, al igual que para la situación actual, partiendo de los valores de evapotranspiración de cada rubro. A estos valores y de acuerdo con la distribución de los métodos de riego que se adopte, se les aplica un factor

de eficiencia, obteniéndose como resultado la tasa de riego mensual y total.

En el Cuadro I.2.24 se presentan las evapotranspiraciones anuales, en m^3/ha, correspondientes a los rubros que se explotan en cada una de las tres áreas.

CUADRO I.2.24

EVAPOTRANSPIRACION CULTIVOS DE REFERENCIA (m^3/ha)

R U B R O S	T O T A L E S A N U A L E S		
	AREA ALTA	AREA MEDIA	AREA BAJA
Cult. Permanente	-	-	5.215
Praderas	12.391	11.164	6.150
Cereales	5.032	4.613	2.342
Cult. Verano	8.794	7.170	4.652
Cult. Invierno	2.103	1.912	983
Prad. Naturales	12.391	11.164	6.150
Vides	7.468	6.949	4.010
Frutales	13.942	13.598	7.410

La tasa unitaria de riego, como se definió, corresponde al volumen de agua requerido por el cultivo, tanto mensual como total y que se determina considerando la evapotranspiración mensual y la eficiencia de aplicación del método de riego utilizado por rubro.

En el Cuadro I.2.25 para cada una de las tres áreas del proyecto se entrega la tasa unitaria mensual y total por rubros.

SITUACION FUTURA

CUADRO I.2.25

AREA ALTA

TASA UNITARIA POR RUBROS

m³/mes

MES	VIDES	FRUTALES	CUL.PER.	PRA.ART.	CUL.VER.	CUL.INV.	CEREALES	PRA.NAT.
MAY	0	1059	0	1069	0	659	0	1470
JUN	0	799	0	813	0	698	353	1118
JUL	0	792	0	844	0	1120	427	1160
AGO	306	952	0	1029	0	1647	616	1415
SEP	802	1401	0	1562	0	0	1433	2148
OCT	1439	1953	0	2160	776	0	2793	2970
NOV	1961	2329	0	2687	2355	0	3527	3695
DIC	2155	2644	0	2955	3904	0	0	4065
ENE	1977	2614	0	2920	4251	0	0	4015
FEB	1661	2619	0	2898	3906	0	0	3985
MAR	1015	1937	0	2136	2051	0	0	2938
ABR	0	1390	0	1473	0	0	0	2025
TOT	11315	20489	0	22545	17243	4124	9149	31003

AREA MEDIA

TASA UNITARIA POR RUBROS

m³/mes

MES	VIDES	FRUTALES	CUL.PER.	PRA.ART.	CUL.VER.	CUL.INV.	CEREALES	PRA.NAT.
MAY	0	837	0	864	0	533	0	1188
JUN	0	682	0	695	0	596	302	955
JUL	0	710	0	758	0	992	378	1043
AGO	303	951	0	1016	0	1627	609	1398
SEP	692	1237	0	1347	0	0	1236	1853
OCT	1374	1864	0	2035	771	0	2667	2798
NOV	1774	2108	0	2311	2131	0	3195	3178
DIC	2117	2596	0	2865	3833	0	0	3940
ENE	1923	2541	0	2840	4098	0	0	3905
FEB	1371	2163	0	2362	3225	0	0	3248
MAR	974	1838	0	2025	0	0	0	2785
ABR	0	1100	0	1180	0	0	0	1623
TOT	10529	18627	0	20298	14059	3749	8387	27910

SITUACION FUTURA

CUADRO I.2.25 (continuación)

AREA BAJA

TASA UNITARIA POR RUBROS

m^3/mes

MES	VIDES	FRUTALES	CUL.PER.	PRA.ART.	CUL.VER.	CUL.INV.	CEREALES	PRA.NAT.
MAY	0	589	700	595	0	0	0	818
JUN	0	333	406	338	0	588	147	465
JUL	0	258	328	275	0	608	140	378
AGO	150	352	448	382	0	588	229	525
SEP	434	574	722	640	0	1176	587	880
OCT	990	1016	1238	1125	404	0	1455	1548
NOV	1246	1122	1336	1295	1135	0	1700	1780
DIC	1646	1530	1762	1709	2259	0	0	2350
ENE	1424	1425	1642	1593	2320	0	0	2190
FEB	1044	1248	474	1380	1861	0	0	1898
MAR	748	1084	748	1195	1143	0	0	1643
ABR	338	621	626	656	0	0	0	903
TOT	8020	10151	10430	11182	9122	2961	4258	15375

2.6.5 Mejoramiento de la Puesta en Riego

- Labores de Puesta en Riego

El valle del río Elqui dispone de un desarrollo adecuado en lo que se refiere a las condiciones físicas bajo las cuales se desenvuelve el riego actual, por lo que la "puesta en riego" puede considerarse como ejecutada y que sólo restaría efectuar algunas mejoras en algunas de las prácticas de puesta en riego y de su tecnificación.

La selección de las labores y la ubicación de su ejecución, en cuanto al sector afectado, se indican en el Cuadro I.2.26.

De acuerdo a los antecedentes de los predios tipos se calculó los costos unitarios para la tecnificación del regadío en cada uno de los estratos y áreas del valle.

Cabe señalar que en los costos se incluye la construcción de acequias revestidas que representan un porcentaje importante de la inversión.

- Estimación de la Inversión de Puesta en Riego

La inversión de puesta en riego se presenta en tres partidas, a saber :

i) Labores de despedrado, desmonte, emparejamiento y nivelación
ii) Tecnificación del riego
iii) Embalses nocturnos

La inversión de las partidas i) y ii) que se efectúa en un lapso de 6 años es la siguiente :

CUADRO I.2.26

SUPERFICIE CON LABORES DE PUESTA EN RIEGO (POR SECTORES)

SECTOR	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	TOTAL
Sup.(ha)	462,7	748,2	222,0	887,6	2.427,1	467,3	4.937	6.864	2.334	1.824,5	21.174,4
PRACTICAS											
Desmonte	-	-	-	-	-	-	-	1.200	-	-	1.200
Despedrado	74	127	41	133	-	-	-	1.200	-	-	1.575
Emparejamiento	-	-	-	-	210	51	449	487	183	-	1.380
Tecnif. de riego	71,1	122,5	39,8	126,8	378,3	79,7	541	866	261,1	210,6	2.696,9
Nivelación	198	240	96	179	420	51	274	1.077	-	-	2.535
Emb.Nocturnos	-	-	-	-	1.228	64	1.103	3.650	798	1.158	8.001

Nota : Para calcular el costo medio por ha de puesta en riego se eligió la superficie dada por la alternativa CA03 ya que ésta era la que cubría toda el área bajo canales y es la alternativa base, tal como se indica en el Capítulo X. En todo caso la superficie elegida no es relevante para el cálculo del costo medio por ha.

La superficie de la alternativa CA03, para las labores de puesta en riego es 21.174,4 ha por no incluirse las 1.992 ha de los predios Rur-urbanos (Grupos 1 y 6).

Fuente : Elaboración INA.

	En $	En US$
Inversión de los 3 primeros años	251.042.008	1.904.141
Inversión entre los años 4° y 6°	230.352.087	1.747.209
Inversión total cargable al proyecto	481.394.095	3.651.350

Esta inversión se detalla a nivel de áreas y de estratos y de acuerdo con los dos períodos de inversión en el Cuadro I.2.28.

La inversión de la partida iii) "Embalses Nocturnos" se realizará en los 3 primeros años y en una superficie de 8.001 ha (ver Cuadro I.2.27); para la estimación de esta inversión se adoptaron las siguientes hipótesis de trabajo :

a) Se acepta como volumen necesario de embalse 56 m3/ha, lo que equivale aproximadamente a aceptar una tasa promedio de 1,3 l/s/ha y el riego de día de 12 horas y de 12 horas de embalse.

b) De acuerdo a estudios realizados por el Consultor en el Valle de Nilahue y en el río Maipo, se acepta que la razón agua embalsada-volumen de muro es 5 (este valor oscila entre 2 y excepcionalmente 11); con esto el volumen de muro/ha llegaría a 56/5 = 11,2 m3.

c) Se adoptó el valor de US$ 5/m3 de muro de embalse incluyendo los elementos de toma, eventual vertedero y varios, es decir, como costo total de obra terminada, valor obtenido por el Consultor en estudios similares.

Con estos valores se obtiene un costo por ha de :

US$ 5 * 11,2 = US$ 56/ha

La inversión total por concepto de embalses nocturnos sería entonces de

8.001 ha * US$ 56 = US$ 480.056

C U A D R O I.2.28

COSTO TOTAL DEL MEJORAMIENTO DE LA PUESTA EN RIEGO Y TECNIFICACION DE RIEGO POR PERIODO Y ESTRATO

(en pesos de Febrero de 1985. US$ = $ 131,84)

AREA	GRANDE	MED.GRANDE	MEDIANO	PEQUEÑO	
INVERSION EN LOS 3 PRIMEROS AÑOS					
ALTA	11.046.395	14.633.872	12.452.547	5.802.642	43.935.456
MEDIA	11.350.137	8.064.007	11.035.759	6.170.972	36.620.875
BAJA	56.078.786	20.051.364	76.163.859	13.191.668	170.485.677
				SUB-TOTAL :	$ 251.042.008
				US$	1.904.141
INVERSION ENTRE EL 4° Y 6° AÑO					
ALTA	11.712.678	13.546.784	6.996.105	3.853.073	36.108.640
MEDIA	15.659.939	12.529.002	14.534.430	5.588.736	47.712.107
BAJA	52.399.835	21.869.482	60.464.127	11.797.896	146.531.340
				SUB-TOTAL :	$ 230.352.087
				US$	1.747.209
INVERSION TOTAL EN 6 AÑOS				:	$ 481.394.095
				US$	3.651.350

En resumen, la inversión total de la puesta en riego, de acuerdo a lo indicado, es la siguiente :

a)	En los primeros tres años		US$ 2.384.197
	i) y ii) Mejoramiento de la Puesta en Riego y Tecnif. del Riego	US$ 1.904.141	
	iii) Embalses Nocturnos	480.056	
b)	Entre el 4° y 6° año		US$ 1.747.209
	i) y ii) Mejoramiento de la Puesta en Riego y Tecnif. del Riego	US$ 1.747.209	
	TOTAL INVERSION (a+b)		US$ 4.131.406

Este valor global de la inversión total permite fijar un costo medio estimado por ha del mejoramiento de la puesta en riego, el cual resulta de :

US$ 4.131.406/21.174,4 = US$ 195/ha

2.6.6 Uso Futuro del Suelo

- **Generalidades**

Los estudios básicos efectuados para la formulación de este proyecto, a nivel de factibilidad y, principalmente, los que se refieren al estudio detallado de suelos, al estudio de mercado, comercialización y precios de productos e insumos, al análisis productivo y económico de las principales especies correspondientes a plantaciones y cultivos (descripciones y estándares o patrones de producción), proporcionan una sólida base para sustentar la estructuración que se ha dado al uso futuro del suelo.

Adicionalmente a la consideración de estos estudios básicos, se cuenta con todos los antecedentes que se han presentado en la parte correspondiente a la situación actual de este estudio, principalmente en lo que se refiere al Uso Actual del Suelo, cuya estructura de cultivo se basa en el empadronamiento de la Dirección General de Aguas y en la Encuesta realizada por esta firma consultora, ambos ya debidamente individualizados.

La caracterización productiva y económica de la Situación Actual del Proyecto, refleja la posición promedio del período de 40 años (1940/41; 1980/81) que fue posible obtener al contarse, por una parte, con las disponibilidades del recurso agua entregadas por los desmarques de los canales del valle y por la otra con las demandas de agua, calculadas sobre la base de las tasas estimadas para los diversos cultivos que estructuran la situación productiva actual.

Dentro de esta caracterización productiva se ha centrado un poco más la atención en los aspectos relacionados con el estado actual de las plantaciones y cultivos, nivel productivo, tecnológico y empresarial, en la estructura de la propiedad, etc. con el fin de sustentar, en mejor forma, la programación de la estructura productiva futura.

En este capítulo se caracterizará productiva y económicamente el año meta de desarrollo, que corresponde al de la estructura productiva estabilizada en cuanto a superficie y a nivel de producción y de productividad. Para ello se cuenta con el Embalse Puclaro, seleccionado entre las alternativas analizadas y, al mismo tiempo con su capacidad determinada en los 280 millones de m^3 (1), monto muy acorde con la disponibilidad económica del recurso.

Al concretarse las metas a alcanzar, se hace posible establecer el desarrollo incremental, al confrontar la situación futura con la situación actual. Determinado y cuantificado el cambio se requiere fijar su ritmo o evolución para poder llegar a dimensionar, en mejor forma, los programas de apoyo a la producción que se requieran.

Cuantificada la magnitud del Programa de Desarrollo es posible valorar la significación de la producción futura dentro del contexto regional y nacional.

- **Superficie Regada Física-Productiva**

La tierra regada futura del proyecto que asciende a 23.167 ha (1) corresponde a la superficie física productiva neta. La superficie indirectamente productiva que está destinada a caminos, canales, desagües, construcciones, etc. es adicional a la ya indicada.

Esta superficie regada productiva está compuesta por 21.174,40 ha, que corresponde a la agricultura empresarial o comercial del valle y por 1.992,40 ha que están destinadas a una agricultura de subsistencia o no económica en la que se encuentran ubicados los predios rural-urbanos, integrados por los estratos de tamaño o grupos 1 y 6 (minifundios y V.P. varios propietarios). El destino de estos predios lo constituye su carácter habitacional para sus moradores que, en su mayor proporción corresponden a obreros agrícolas que trabajan fuera del predio.

En el Cuadro I.2.29 se distribuyen estos dos tipos de agricultura, en el que se detalla los estratos de tamaño de los predios, el número de predios, sus superficies y su ubicación en cuanto a sus correspondientes áreas y sectores bajo los cuales se encuentra estructurado el valle.

- **Superficies Productivas por Rubros y por Especies Frutales a Nivel de Proyecto y de Areas**

Las 21.174,40 ha correspondientes a la superficie regada productiva, se destinan en un 20,3% (4.307 ha) a la explotación de vides, como parronales de uva de mesa de exportación y como parronales pisqueros; en un 38,2% (8.093 ha) a la plantación de árboles frutales, cuya mayor extensión está cubierta por las especies semitropicales plantadas en el Area Baja (chirimoyos, paltos, papayos); y en un 41,4% (8.774,40 ha) a la siembra de cultivos y praderas, entre los que se destacan por su mayor extensión los cultivos de invierno y los cereales.

Adicionalmente a la superficie indicada, hay que considerar la correspondiente a la destinada a "doble cultivo" que corresponde a aquellos cultivos que ocupan el suelo una vez que se han cosechado los cultivos de invierno o los tempranos de primavera. La superficie que se destina

al doble cultivo alcanza a 7.141,40 ha, o sea , a un 33,7% de la superficie total.

Esta misma superficie se resume, a nivel de rubros y se presenta en el Cuadro I.2.30 "Uso del Suelo en Situación Futura por Areas del Proyecto. Distribución por Rubros". Para obtener este resumen a nivel de proyecto se elaboró en detalle la distribución por áreas por rubros y se tiene como documento de trabajo N° 1.

Esta misma estructuración del uso del suelo se presenta en el proyecto a nivel de estrato y de predios-tipo.

CUADRO I.2.29
SITUACION FUTURA - SUPERFICIE REGADA PRODUCTIVA EN ESTRATOS DE TAMAÑO
POR AREAS Y SECTORES DEL PROYECTO

AREAS	SECTORES	ESTRATO PEQUEÑO 1 - 5 ha		ESTRATO MEDIANO 5 - 15 ha		ESTR. MED.GRANDE 15 - 30 ha		ESTRATO GRANDE 30 ha		TOTAL ESTRATOS		ESTRATO RURAL-URBANO (1)
		Superf. ha	Nº Predios	Superf. ha	Nº Predios	Superf. ha	Nº Predios	Superf. ha	Nº Predios	Superf. ha	Nº Predios	Sup.ha
ALTA	1	76,4	25	170,3	13	216,0	6	-	-	462,7	44	105,3
	2	127,8	42	228,9	25	193,7	10	197,8	5	748,2	82	231,9
	3	16,5	4	57,2	7	108,3	5	40,0	1	222,0	17	99,4
	4	100,3	27	251,6	20	231,5	8	304,2	4	887,6	59	144,1
	SUB-TOTAL	321,0	98	708,0	65	749,5	29	542,0	10	2.320,5	202	580,7
MEDIA	5	480,0	167	887,9	99	485,8	19	573,4	7	2.427,1	292	371,7
	(2) 6	17,9	5	186,9	17	43,3	2	219,2	4	467,3	28	123,0
	SUB-TOTAL	497,9	172	1.074,8	116	529,1	21	792,6	11	2.894,4	320	494,7
BAJA	7	146,9	32	2.271,2	222	981,5	44	1.537,4	17	4.937,0	315	103,5
	(3) 8	341,9	47	3.783,9	354	585,3	27	2.152,9	25	6.864,0	453	161,2
	9	353,8	73	907,3	81	292,7	11	780,2	8	2.334,0	173	527,8
	10	262,6	51	1.061,9	103	236,4	10	263,6	3	1.824,5	167	124,5
	SUB-TOTAL	1.105,2	203	8.024,3	760	2.095,9	92	4.734,1	53	15.959,5	1.108	917,0
T O T A L		1.924,1	473	9.807,1	941	3.374,5	142	6.068,7	74	21.174,4	1.630	1.992,4

(1) : Excluído de la columna Total Estratos.
(2) : Detalle : Están descontadas las ha del embalse en el Sector Nº 6 que corresponden a una extensión de 809,9 ha, a 55 predios de la sup. productiva y a 122,2 há del estrato Rural-Urbano.
(3) : En el Sector Nº 8 Estrato Grande se incrementó la superficie en 1.000 ha y con un aumento de 10 predios respectivamente.

Fuente : Elaboración de los Consultores.

CUADRO I.2.30

USO DEL SUELO EN SITUACION FUTURA POR AREAS DEL PROYECTO
DISTRIBUCION POR RUBROS
(en ha)

R U B R O S	AREA ALTA	AREA MEDIA	AREA BAJA	TOTAL AREAS DEL PROYECTO
Vides	1.880,0	2.330,0	97,0	4.307,0
Frutales	120,0	220,0	7.753,0	8.093,0
Cult.Permanentes		30,0	720,0	750,0
Cult.Invierno*	260,0	284,4	4.735,0	5.279,4
Praderas Artific.	60,5	30,0	792,5	883,0
Cereales	-	-	1.862,0	1.862,0
SUB-TOTAL	2.320,5	2.894,4	15.959,5	21.174,4
Doble Cultivo	260,0	284,4	6.597,0	7.141,4
T O T A L	2.580,5	3.178,8	22.556,5	28.315,8

* : Incluye invernaderos.

Fuente : Elaboración de los Consultores. Base Documento de Trabajo N° 1

- **Costos, Rendimientos, Producción, Valor de la Producción y Margen Bruto**

. **Introducción**

Todos los parámetros considerados en los ingresos y egresos de los cultivos, praderas y plantaciones frutales, con el fin de presentarlos en forma normalizada se los ha detallado y graficado en un modelo denominado "Estándar de Cultivo".

. **Estándares de Cultivo**

En este estándar de cultivo se consideraron primeramente los costos directos, los que se estructuran en seis item : Mano de Obra (corriente y especializada); Fertilizantes (N, P_2O_5, K); Pesticidas (acaricidas, insecticidas, fungicidas, herbicidas); Materiales y Otros (fletes, esquejes, envases, semillas, plantas, estacas, cajas, sacos, bandejas, etc.); Maquinarias e Implementos (tractor, equipos, motobomba, jornada animal, otros); Imprevistos (10% sobre los item indicados).

En seguida se detalla la distribución de las jornadas mensualmente, para cada una de las actividades culturales, individualizando la labor específica, para terminar en este punto con un resumen por : Horas Tractor Implemento, Jornada-Hombre, Jornada Animal, Jornada Motobomba de Espalda.

En este mismo estándar, se presenta un cuadro resumen en el que se destaca : Total del Costo Directo (en $ y en US$ de Febrero de 1985); Rendimiento (qqm; kg,u); Valor Unitario; Valor de la Producción y Margen Bruto (en $ y en US$); y se presentan algunos antecedentes en relación

con : tipo de cambio utilizado (1 US$ = $ 131,84 Febrero 1985); Area (Alta, Media, Baja); Estrato (pequeño, mediano, mediano-grande y grande); Situación (actual, futura); Años (1 implantación y producción).

En los casos de las plantaciones frutales los estándares se han ampliado, comprendiendo un programa sanitario con aplicación de productos y utilización de equipos y maquinarias.

C U A D R O I.2.31

RESUMEN DE ESTANDARES DE VIDES Y FRUTALES EN SITUACION FUTURA POR HECTAREA
AÑO DE PRODUCCION ESTABILIZADA

C O N C E P T O	VID (2) EXPORTACION		VID PARRONAL PISQUERO (2)		PALTOS (3)		LIMONERO (4)		CHIRIMOYO (5)	
	$	%	$	%	$	%	$	%	$	%
COSTOS DIRECTOS										
1. Mano de Obra	82.001	22,9	46.855	27,6	29.640	20,2	47.089	18,0	122.963	37,8
2. Fertilizantes	27.660	7,7	14.360	8,5	11.546	7,9	40.528	15,5	43.130	13,2
3. Pesticidas	91.450	25,6	28.026	16,5	40.459	27,6	69.079	26,3	105.326	32,4
4. Materiales y Otros	78.775	22,0	33.800	19,9	20.150	13,7	42.600	16,2	2.125	0,6
5. Maquinaria e implementos	45.466	12,7	31.119	18,4	31.525	21,5	39.213	14,9	22.339	6,9
6. Sub-Total Costos Directos	325.352	-	154.160	-	133.320	-	238.509	-	295.883	-
7. Imprevistos	32.535	9,1	15.416	9,1	13.332	9,1	23.851	9,1	29.588	9,1
8. TOTAL COSTOS DIRECTOS	357.887	100,0	169.576	100,0	146.652	100,0	262.360	100,0	325.471	100,0
PRODUCCION										
9. Rendimiento kg	22.000		30.000		10.000		30.000		15.000	
10. Valor Unitario $ (1)	90		12		58		36		93	
11. Valor Producción miles $	1.985		360		582		1.092		1.391	
12. Margen Bruto miles $	1.627		190		435		830		1.066	
13. Margen Bruto US$	12.344		1.444		3.302		6.293		8.083	
14. Costos Directos/ Valor Producción %	18,0		47,1		25,2		24,0		23,4	

(1) : Redondeado al entero más próximo.
(2) : 8° año adelante (estándares por todos los años, desde el 1°)
(3) : 12° año adelante (estándares por todos los años, desde el 1°)
(4) : 12° año adelante (estándares, años : 1,2,5,8 y 12)
(5) : 16° año adelante (estándares, años : 1,2,4,8,12 y 16)
Fuente : Elaboración de los Consultores.

C U A D R O I.2.31 (continuación)

RESUMEN DE ESTANDARES DE VIDES Y FRUTALES EN SITUACION FUTURA POR HECTAREA
AÑO DE PRODUCCION ESTABILIZADA

C O N C E P T O	PAPAYO (6)		DURAZNOS (7)		BERRIES (1)		BABACO (8)		FEIJOA (9)	
	$	%	$	%	$	%	$	%	$	%
COSTOS DIRECTOS										
1. Mano de Obra	54.723	30,0	68.153	39,2	178.515	57,6	51.655	26,9	21.329	29,8
2. Fertilizantes	44.280	24,3	30.774	17,7	53.480	17,2	23.380	12,2	17.138	24,0
3. Pesticidas	46.560	25,5	24.619	14,2	20.486	6,6	83.460	43,5	3.920	5,5
4. Materiales y Otros	3.050	1,7	2.175	1,2	1.375	0,4	1.315	0,7	1.000	1,4
5. Maquinaria e implementos	17.096	9,4	32.321	18,6	28.157	9,1	14.517	7,6	21.629	30,2
6. Sub-Total Costos Directos	165.709	-	158.042	-	282.013	-	174.327	-	65.016	-
7. Imprevistos	16.571	9,1	15.804	9,1	28.201	9,1	17.433	9,1	6.502	9,1
8. TOTAL COSTOS DIRECTOS	182.280	100,0	173.846	100,0	310.214	100,0	191.760	100,0	71.518	
PRODUCCION										
9. Rendimiento kg	30.000		14.000		6.500		30.000		20.000	
10. Valor Unitario $ (10)	35		83		176		82		149	
11. Valor Producción miles $	1.035		1.158		1.141		2.445		2.980	
12. Margen Bruto miles $	853		985		831		2.253		2.909	
13. Margen Bruto US$	6.468		7.468		6.303		17.091		22.061	
14. Costos Directos/ Valor Producción %	17,6		15,0		27,2		7,8		2,4	

(1) : Berries. El estandar usado pertenece a la frambuesa; 3er. año hasta el 10°:(estandares, años 1,2,3-10)
(6) : 5° año adelante (estandares, años: 1,2,3,4,5,6,7,8,9)
(7) : 6° año adelante (estandares, años: 1,2,3,4,5,6-11)
(8) : 4° año adelante (estandares, años: 1,2,3,4,7,8,9)
(9) :10° año adelante (estandares, años: 1,2,3,4,5,6,7,8,9,10-30)
(10): Redondeado al entero más próximo
Fuente : Elaboración de INA.

- **Superficie, Rendimiento, Producción, Valor de la Producción, Costos Directos, Margen Bruto**

. **Introducción**

En este capítulo se presentan las características de la producción agrícola del valle para el año meta del desarrollo, o sea, para el año en el que se estabilizan tanto la superficie como la producción. Con el uso del suelo, tanto a nivel de rubros como de especies y con los estándares de producción de cultivos y plantaciones señalados en los capítulos precedentes, se pasa a calificar y a cuantificar todos los parámetros que definen la producción agrícola.

. **A Nivel de Proyecto**

En el documento de trabajo N° 10 se detalla, a nivel del proyecto, para el año meta del desarrollo, la producción agrícola, para cada uno de los grandes rubros en los que está estructurada : vides, frutales, cultivos permanentes, cultivos de invierno, praderas artificiales, cereales y doble cultivo, los que a su vez se han desagregado en especies.

Esta estructuración del uso del suelo, a nivel de especies se caracteriza productiva y económicamente, detallándose los siguientes parámetros:

- Superficie, en ha
- Rendimiento, en kg/ha, qq/ha, u/ha, etc.
- Producción total, en ton
- Valor unitario, $/kg, $/u
- Valor de la producción unitaria, $/ha
- Valor de la producción total, en miles de $

- Costo directo unitario, $/ha
- Costo directo total, en miles de $
- Margen bruto unitario, en $/ha
- Margen bruto total, en miles de $

El margen bruto total del proyecto, para el año meta alcanza a $ 13.498,9 millones, de los cuales el 58% proviene de la producción de los frutales, el 30% de la producción de uva, restando sólo 12% para la producción de cultivos y praderas.

Esta misma información, resumida a nivel de rubros, se presenta en el Cuadro I.2.32.

. **A nivel de Areas**

En igual forma y con el mismo detalle con que se han presentado los parámetros productivos para el total del proyecto, se exponen, a nivel de cada una de las tres áreas, en los correspondientes cuadros.

La producción del Area Alta, que se registra en el documento de trabajo N° 11, representa un margen bruto de $ 2.079,7 millones de pesos, de los cuales el 93% proviene de la uva, el 4% de los frutales y sólo el 3% restante está aportado por los cultivos y praderas.

Un resumen, sólo a nivel de rubros, de esta información se registra en el Cuadro I.2.33.

La producción del Area Media, que se presenta en el documento de trabajo N° 12, alcanza a una margen bruto de $ 2.221,1 millones de pesos, de los cuales el 88,9% corresponde a la uva, el 6,7% a los frutales y solamente

el 4,4% restante a los cultivos y praderas.

En el Cuadro I.2.34 se indica esta misma información, pero sólo a nivel de rubros.

La producción del Area Baja, que se indica en el documento de trabajo N° 13, se valora, como margen bruto en $ 9.198,2 millones, que corresponden en un 82,3% a las plantaciones frutales y el saldo de 17,7% a los cultivos y praderas, incluídos los doble cultivos.

En igual forma, que en las áreas anteriores, se presenta el Cuadro I.2.35 que resume, a nivel de rubros, la información detallada registrada en el cuadro anterior.

Esta misma información se presenta en el proyecto a nivel de Sectores del Area Baja, a nivel de estratos por áreas y a nivel de predios-tipo por áreas.

CUADRO I.2.32

CARACTERISTICAS DE LA PRODUCCION AGRICOLA EN SITUACION FUTURA POR RUBROS

AÑO ESTABILIZADO (1)

RESUMEN DEL PROYECTO

RUBROS					VALOR DE LA PRODUCCION		COSTOS DIRECTOS		MARGEN BRUTO	
	SUPERF.	REND.	PRODUC.	VALOR	UNIT.	TOTAL	UNIT.	TOTAL	UNIT.	TOTAL
	ha	kg/ha	ton	$/kg	$/ha	miles $	$/ha	miles $	$/ha	miles $
VIDES	4.307,0	22.663	97.611	-	1.196.677	5.154.089	266.063	1.145.933	930.614	4.008.156
FRUTALES	8.093,0	17.090	138.311	-	1.180.472	9.553.559	215.230	1.741.860	965.241	7.811.699
CULT.PERMANENT(2)	750,0	-	-	-	842.799	632.099	436.244	327.183	406.555	304.916
CULT.INVIERNO (2)	5.279,4	-	-	-	317.433	1.675.858	168.453	889.333	148.980	786.525
PRAD.ARTIFICIALES	883,0	18.000	15.894	6,6	118.800	104.900	71.364	63.015	47.434	41.885
CEREALES	1.862,0	5.000	10.241	23,0	126.499	235.541	60.246	112.178	66.253	123.363
SUB-TOTAL	21.174,4	-	-	-	819.671	17.356.046	202.107	4.279.502	617.564	13.076.544
DOBLE CULTIVO (2)	7.141,4	-	-	-	197.144	1.407.885	137.999	985.505	59.145	422.380
TOTAL	28.315,8	-	-	-	662.667	18.763.931	185.939	5.265.007	476.728	13.498.924

(1) : Año en que la superficie y la producción quedan estabilizadas.

(2) : Para cultivos permanentes, cultivos de invierno y doble cultivo no se da el dato de producción por tratarse de unidades diferentes.

Fuente : Elaboración de los Consultores.

C U A D R O T.2.33

CARACTERISTICAS DE LA PRODUCCION AGRICOLA EN SITUACION FUTURA POR RUBROS

AÑO ESTABILIZADO (1)

AREA ALTA

R U B R O S					VALOR DE LA PRODUCCION		COSTOS DIRECTOS		MARGEN BRUTO	
	SUPERF.	REND.	PRODUC.	VALOR	UNIT.	TOTAL	UNIT.	TOTAL	UNIT.	TOTAL
	ha	kg/ha	ton	$/kg	$/ha	miles $	$/ha	miles $	$/ha	miles $
VIDES	1.880,0	23.234	43.680	-	1.304.860	2.453.138	277.446	521.599	1.027.414	1.931.539
FRUTALES	120,0	12.116	1.454	-	907.100	108.852	157.892	18.947		
CULT.PERMANENT(2)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CULT.INVIERNO (2)	260,0	-	-	-	302.381	78.593	152.881	39.749	149.400	38.844
PRAD.ARTIFICIALES	60,5	18.000	1.089	6,6	118.793	7.187	71.355	4.317	47.438	2.870
CEREALES	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SUB-TOTAL	2.320,5	-	-	-	1.141.034	2.647.770	251.934	584.612	889.101	2.063.158
DOBLE CULTIVO (2)	260,0	-	-	-	199.604	51.897	135.985	35.356	63.619	16.541
T O T A L	2.580,5	-	-	-	1.046.180	2.699.667	240.251	619.968	805.929	2.079.699

(1) : Año en que la superficie y la producción quedan estabilizadas.

(2) : Para cultivos permanentes, cultivos de invierno y doble cultivo no se da el dato de producción ya que existen diferentes unidades.

Fuente : Elaboración de los Consultores.

C U A D R O I.2.34

CARACTERISTICAS DE LA PRODUCCION AGRICOLA EN SITUACION FUTURA POR RUBROS

AÑO ESTABILIZADO (1)

AREA MEDIA

R U B R O S					VALOR DE LA PRODUCCION		COSTOS DIRECTOS		MARGEN BRUTO	
	SUPERF.	REND.	PRODUC.	VALOR	UNIT.	TOTAL	UNIT.	TOTAL	UNIT.	TOTAL
	ha	kg/ha	ton	$/kg	$/ha	miles $	$/ha	miles $	$/ha	miles $
VIDES	2.330	22.396	52.185	-	1.102.390	2.568.569	255.332	594.923	847.058	1.973.646
FRUTALES	220	42.259	2.697	-	833.482	183.366	151.632	33.359	681.850	150.007
CULT.PERMANENT(2)	30	110.000	3.300	25,0	2.750.000	82.500	1.636.589	49.098	1.113.411	33.402
CULT.INVIERNO (2)	284,4	23.920	6.803	-	300.007	85.322	154.114	43.830	145.893	41.492
PRAD.ARTIFICIALES	30	18.000	540	6,6	118.800	3.564	71.367	2.141	47.433	1.423
CEREALES	-	-	-	-	-	-	-	-		-
SUB-TOTAL	2.894,4	-	-	-	1.009.992	2.923.321	249.914	723.351	760.078	2.199.970
DOBLE CULTIVO (2)	284,4	14.240	-	-	213.386	60.687	139.181	39.583	74.205	21.104
T O T A L	3.178,8	-	-	-	938.722	2.984.008	240.007	762.934	698.715	2.221.074

(1) : Año en que la superficie y la producción quedan estabilizadas.

(2) : Para cultivos permanentes, cultivo de invierno y doble cultivo, no se da el dato de producción ya que existen diferentes unidades.

Fuente : Elaboración de los Consultores.

C U A D R O I.2.35

CARACTERISTICAS DE LA PRODUCCION AGRICOLA EN SITUACION FUTURA POR RUBROS

AÑO ESTABILIZADO (1)

AREA BAJA

R U B R O S					VALOR DE LA PRODUCCION		COSTOS DIRECTOS		MARGEN BRUTO	
	SUPERF.	REND.	PRODUC.	VALOR	UNIT.	TOTAL	UNIT.	TOTAL	UNIT.	TOTAL
	ha	kg/ha	ton	$/kg	$/ha	miles $	$/ha	miles $	$/ha	miles $
VIDES	97,0	18.000	1.746	-	1.364.760	132.382	303.202	29.411	1.061.558	102.971
FRUTALES	7.753,0	17.304	134.160	-	1.194.549	9.261.341	217.923	1.689.554	976.626	7.571.787
CULT.PERMANENT(2)	720,0	-	-	-	763.332	549.599	386.229	278.085	377.103	271.514
CULT.INVIERNO (2)	4.735,0	-	-	-	319.312	1.511.943	170.170	805.754	149.142	706.189
PRAD.ARTIFICIALES	792,5	18.000	14.265	6,6	118.800	94.149	71.365	56.557	47.435	37.592
CEREALES	1.862,0	5.500	10.241	23,0	126.499	235.541	60.246	112.178	66.253	123.363
SUB-TOTAL	15.959,5	-	-	-	738.429	11.784.955	186.192	2.971.539	552.237	8.813.416
DOBLE CULTIVO (2)	6.597,0	-	-	-	196.347	1.295.301	138.027	910.566	58.320	384.735
T O T A L	22.556,5	-	-	-	579.889	13.080.256	172.106	3.882.105	407.783	9.198.151

(1) : Año en que la superficie y la producción quedan estabilizadas.

(2) : Para cultivos permanentes, cultivos de invierno y doble cultivo no se da el dato de producción ya que existen diferentes unidades.

Fuente : Elaboración de los Consultores.

- **Costos Indirectos e Ingreso Neto**

. **Costos Indirectos**

En toda empresa agrícola hay partidas de gastos que no son imputables directamente a los cultivos sino que los afectan indirectamente, de ahí entonces su denominación. Estos costos son fijos e independientes de la superficie cultivable en el año.

Los costos indirectos de las explotaciones agrícolas están integrados por los siguientes item:

- Gastos Administrativos, corresponden a los inherentes a la gestión de administración propiamente tal de la empresa agrícola.

- Mantención de la Infraestructura, es el costo que representa la conservación y reparación de las construcciones: casas, bodegas y galpones.

- Luz Eléctrica, corresponde al gasto de consumo en el predio.

- Agua de Riego, se refiere a los pagos por uso del agua de regadío.

- Contribuciones Territoriales, es el impuesto que se paga por las propiedades agrícolas.

Los costos indirectos de los predios agrícolas para la situación futura se determinaron sobre la base de los establecidos para la situación actual, considerándose un incremento que, en cada caso, se señala, en atención a la mayor actividad que significará la puesta en marcha del Plan de Desarrollo Agrícola.

En el Cuadro I.2.36 se presentan los costos indirectos anuales en situación futura, en miles de $ de Febrero de 1985, a nivel de cada uno de los cinco rubros que los componen y para el total de ellos, estructurándolos por predios tipo, por estratos, para cada una de las áreas y para el total del proyecto.

CUADRO I.2.36

RESUMEN DE LOS COSTOS INDIRECTOS ANUALES EN SITUACION FUTURA
(en miles de $ de Febrero de 1985)

AREA	ESTRATRO Y PREDIO	GASTOS ADMINIST.		MANTENCION CONSTR.*		LUZ ELECTRICA		AGUA DE RIEGO		CONTRIBUCIONES		TOTAL COSTO INDIR.	
		PREDIO	ESTRATO	PREDIO	ESTRATO	PREDIO	ESTRATO	PREDIO	ESTRATO	PREDIO	ESTRATO	PREDIO	ESTRATO
ALTA	PEQUEÑO	210,6	20.638,8	4,2	416,8	10,0	980,0	8,2	802,5	9,2	901,6	242,2	23.739,7
	MEDIANO	468,0	30.420,0	18,6	1.211,1	28,5	1.852,5	27,2	1.770,0	24,7	1.605,5	567,0	36.859,1
	MED.GRANDE	471,6	13.676,4	29,3	848,7	32,2	933,8	64,6	1.873,7	40,2	1.165,8	637,9	18.498,4
	GRANDE	724,8	7.248,0	84,7	847,2	45,1	451,0	135,5	1.355,0	43,4	434,0	1.033,5	10.335,2
	TOTAL AREA ALTA	356,3	71.983,2	16,5	3.323,8	20,9	4.217,3	28,7	5.801,2	20,3	4.106,9	444,7	89.432,4
MEDIA	PEQUEÑO	191,6	32.955,2	5,6	960,2	11,0	1.892,0	7,2	1.244,7	10,3	1.769,8	225,7	38.821,9
	MEDIANO	451,2	52.339,2	24,6	2.850,8	58,2	6.751,2	23,2	2.687,0	21,9	2.539,6	579,1	67.167,8
	MED.GRANDE	454,8	9.550;8	37,3	782,4	71,3	1.497,3	63,0	1.322,7	74,2	1.559,0	700,6	14.712,2
	GRANDE	691,2	7.603,2	100,3	1.103,6	87,3	960,3	180,1	1.981,5	100,8	1.108,5	1.159,7	12.757,1
	TOTAL AREA MEDIA	320,2	102.448,4	17,8	5.697,0	34,7	11.100,8	22,6	7.235,9	21,8	6.976,9	417,1	133.459,0
BAJA	PEQUEÑO	168,8	34.266,4	10,8	2.201,2	22,7	4.608,1	13,6	2.763,0	19,0	3.857,1	234,9	47.695,8
	MEDIANO	450,0	342.000,0	21,3	16.183,1	38,4	29.184,0	26,4	20.060,7	29,4	22.339,3	565,5	429.767,1
	MED.GRANDE	480,0	44.160,0	57,4	5.282,8	57,7	5.308,4	56,9	5.239,7	46,9	4.311,3	698,9	64.302,2
	GRANDE	735,6	38.986,8	100,4	5.323,7	110,4	5.849,6	223,3	11.835,2	98,3	5.207,9	1.268,0	67.203,2
	TOTAL AREA BAJA	414,6	459.413,2	26,2	28.990,8	40,6	44.950,1	36,0	39.898,6	32,2	35.715,6	549,6	608.968,3
TOTAL PROYECTO	PEQUEÑO	185,7	87.860,4	7,6	3.578,2	15,8	7.480,1	10,2	4.810,2	13,9	6.528,5	234,1	110.257,4
	MEDIANO	451,4	424.759,2	21,5	20.245,0	40,2	37.787,7	26,1	24.517,7	28,1	26.484,4	567,3	533.794,0
	MED.GRANDE	474,6	67.387,2	48,7	6.913,9	54,5	7.739,5	59,4	8.436,1	40,6	7.036,1	685,6	97.512,8
	GRANDE	708,4	53.838,0	95,7	7.274,5	95,5	7.260,9	199,6	15.171,7	88,8	6.750,4	1.188,0	90.295,5
	TOTAL AREA PROYECTO	389,3	633.844,8	23,3	38.011,6	37,0	60.268,2	32,5	52.935,7	28,7	46.799,4	510,9	831.859,7

* : Bodegas, galpones y casas.

Fuente : Elaboración de los Consultores.

2.6.7 Programa de Implantación del Plan de Desarrollo Agrícola

- **Introducción**

La información, en detalle, presentada en el diagnóstico de la situación actual y la correspondiente al año estabilizado de la situación futura, que se entregó en el capítulo anterior, permiten visualizar con amplitud y profundidad la magnitud del cambio.

Fijado el cambio de situación actual a situación futura, tanto en forma cualitativa como cuantitativamente, procede entonces, la determinación del ritmo o la evolución del cambio, a través de la formulación del programa de implantación del Plan de Desarrollo.

El programa se ha formulado para cada una de las tres áreas de planificación que comprende la superficie del Proyecto. El Area Baja, a su vez, se ha formulado para cada uno de sus cuatro sectores.

De acuerdo a las especiales características de este valle, el Plan Frutícola constituye la base en la que se sustenta el Proyecto, plan que presenta características muy diferenciadas entre las áreas Alta y Media con respecto al Area Baja; le sigue en orden de importancia, el Plan Hortícola y Cultivos de Primor, continúa con los Cultivos Normales y el Doble Cultivo, para terminar con las Praderas.

El cronograma de las actividades agrícolas, correspondiente al Plan de Desarrollo, que se trata en este capítulo, en lo que a nominación de años se refiere, se ha efectuado en relación con la actividad agrícola exclusivamente; en consecuencia, con respecto al cronograma de la construcción de las obras hidráulicas o actividades del Proyecto en su conjunto, se presenta con un desfase de tres años.

El plazo de construcción de las obras hidráulicas se ha estimado en 5 años, no obstante ello se considera muy conveniente, adelantar la iniciación del desarrollo agrícola, a una escala reducida, centrándose en aquellas actividades técnicamente factibles y que no signifiquen incremento de superficie que demanden un mayor consumo de agua en relación con la situación actual.

Cronograma de Actividades:

Construcción de Obras Hidráulicas	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6....	Año 33
Programa de Desarrollo Agrícola	-	-	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3....	Año 30

- **Evolución de las Superficies Productivas Rubros-Especies por Areas**

Dadas las características diferenciadas que presentan las Areas del Proyecto, se ha preferido presentar la evolución de su superficie productora a nivel de cada una de las tres áreas para respetar esta diferenciación.

. **Area Alta**

La evolución de la superficie física productora entre la Situación Actual (año agrícola 0) con 1.891,8 ha y el año estabilizado en superficie de la Situación Futura (año agrícola 6) con 2.320,5 ha, significa un incremento de 428,7 ha físicas y 144,2 ha de doble cultivo.

Las variaciones de superficie de los grandes rubros entre el año 0 y el año 7 se resumen en el Cuadro I.2.37.

CUADRO I.2.37

EVOLUCION DE LA SUPERFICIE PRODUCTIVA POR RUBROS. AREA ALTA

RUBROS	AÑO 0		AÑO 7		INCREMENTO	
	ha	%	ha	%	ha	%
Vides	1.327,6	66	1.880,0	73	552,4	96
Frutales	112,5	6	120,0	5	7,5	1
Cult. y Prad.	451,7	22	320,5	12	-131,2	2
Sub-Total	1.891,8	94	2.320,5	90	428,7	75
Doble Cultivo	115,8	6	260,0	10	144,2	25
TOTAL	2.007,6	100	2.580,5	100	572,9	100

Fuente : Elaboración de INA, Ingenieros Consultores

. **Area Media**

La transformación de la superficie física productiva entre la Situación Actual (año agrícola 0) y la Situación Futura para el año estabilizado (año agrícola 6) va de 2.492,6 ha a 2.894,4 ha, o sea, un incremento efectivo de superficie regada de 401,8 ha y que en términos de superficie cultivada, incluido el doble cultivo, asciende a 531,6 ha.

En cuanto a la evolución de la estructura productiva, sobre la base de los grandes rubros se destaca el crecimiento de las vides que asciende a 683,4 ha, o sea muy superior al crecimiento físico de la superficie regada, mayor crecimiento que se hace a expensas del rubro cultivos y praderas, como se puede observar en el Cuadro I.2.38.

CUADRO I.2.38

EVOLUCION DE LA SUPERFICIE PRODUCTIVA POR RUBROS

AREA MEDIA

RUBROS	AÑO 0		AÑO 6		INCREMENTO	
	ha	%	ha	%	ha	%
Vides	1.646,6	62	2.330,0	73	683,4	129
Frutales	153,0	6	220,0	7	67,0	13
Cult. y Prad.	693,0	26	344,4	11	-348,6	- 66
Sub-Total	2.492,6	94	2.894,4	91	401,8	76
Doble Cultivo	154,6	6	284,4	9	129,8	24
TOTAL	2.647,2	100	3.178,8	100	531,6	100

Fuente : Elaboración de INA, Ing. Consultores

. **Area Baja**

La transferencia de la estructura productiva de la Situación Actual (año agrícola 0) a la Situación Futura, para el año estabilizado (año agrícola 7) se observa, primeramente, en el apreciable incremento de la superficie de los frutales que, de 1.089 ha, correspondientes al año 0 se llega a las 7.753 ha, o sea, un área incremental de 6.664 ha.

La evolución de esta superficie productora se puede observar en el Cuadro I.2.39.

CUADRO I.2.39

EVOLUCION DE LA SUPERFICIE PRODUCTIVA POR RUBROS

AREA BAJA

RUBROS	AÑO 0		AÑO 7		INCREMENTO	
	ha	%	ha	%	ha	%
Vides	97,0	-	97,0	-	-	-
Frutales	1.089,0	9	7.753,0	34	6.664,0	-
Cult. y Prad.	9.045,1	75	8.109,5	36	- 935,6	-
Sub-Total	10.231,1	84	15.959,5	71	5.728,4	-
Doble Cultivo	1.894,5	16	6.597,0	29	4.702,5	-
TOTAL	12.125,6	100	22.556,5	100	10.430,9	100

Fuente : Elaboración de INA, Ing. Consultores

- **Costos Directos**

En estos estándares, los costos unitarios de producción consideran un alto nivel tecnológico, es decir un adecuado grado de mecanización de las labores culturales y un oportuno y apropiado empleo de insumos tecnológicos, acordes con los rendimientos que se esperan obtener.

En los Costos de los Cultivos Anuales, al igual que en los rendimientos y en la producción se ha supuesto un incremento progresivo desde la situación actual hasta llegar a los costos proyectados para el año meta, los que se alcanzan en cuatro temporadas. En el hecho este diferencial de costos se ha distribuido en: 25% para el 3er. año agrícola, 50% para el 4° año agrícola, 75% para el 5° año agrícola y 100% para el 6° año agrícola.

- **Rendimientos y Valor de la Producción**

Anteriormente se detallaron las características de la producción agrícola en relación con las plantaciones y los cultivos y en los estándares de producción, se especificaron los rendimientos esperados para cada especie.

Los rendimientos de los cultivos anuales, suponen al igual que los costos, un incremento progresivo, desde la situación actual hasta llegar al rendimiento postulado para la situación futura.

El incremento es de un 25% para el 3er. año agrícola, 50% para el 4° año agrícola, 75% para el 5° año agrícola y 100% para el 6° año agrícola.

Al experimentar los rendimientos un incremento progresivo la producción, en consecuencia observa el mismo crecimiento.

- **Margen Bruto**

El margen bruto, para los efectos de este proyecto, se ha considerado como el producto resultante de deducirle al valor de la producción sus correspondientes costos directos.

Este margen bruto, se presenta al mismo nivel de detalle con que se ha entregado la información referente a costo de producción y a valor de la producción.

Para apreciar rentabilidades diferenciadas por especies, el mejor indicador se obtiene del análisis del margen bruto, ya que el margen neto o ingreso neto está afectado por un factor fijo por unidad de superficie

(ha), cualquiera sea el cultivo y que corresponde a los costos indirectos, con lo que se distorsiona un tanto el resultado.

La información del margen bruto se presenta, en forma resumida, para cada uno de los treinta años agrícolas, a nivel sólo de los cuatro grandes rubros: vides, frutales, cultivo-praderas y doble cultivo, para el Area Alta en el Cuadro I.2.40, para el Area Media en el Cuadro I.2.41 y para el Area Baja en el Cuadro I.2.42. Finalmente, el margen bruto se resumen aún más, presentándose a nivel de áreas y a nivel de proyecto, por años, en el Cuadro I.2.43.

CUADRO RESUMEN I.2.40

AREA ALTA MARGEN BRUTO (en miles de $)

RUBRO	AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5	AÑO 6	AÑO 7
VIDES	304672	29584	-18770	-2123	284579	565052	909754	1212915
FRUTALES	11585	8169	6207	7090	7189	11854	28640	45405
CULT. Y PRADERAS	35136	35136	55175	50573	40412	38792	41712	41712
SUB TOTAL	351393	72889	42612	55540	332180	615698	980106	1300032
DOBLE CULTIVO	3402	3402	6949	10589	12262	14315	16541	16541
TOTAL AREA	354795	76291	49561	66129	344442	630013	996647	1316573

RUBRO	AÑO 8	AÑO 9	AÑO 10	AÑO 11	AÑO 12	AÑO 13	AÑO 14	AÑO 15
VIDES	1541526	1762272	1889623	1926168	1931522	1931522	1931522	1931522
FRUTALES	61962	78468	84052	85761	87263	88408	89006	89725
CULT. Y PRADERAS	41712	41712	41712	41712	41712	41712	41712	41712
SUB TOTAL	1645200	1882452	2015387	2053641	2060497	2061642	2062240	2062959
DOBLE CULTIVO	16541	16541	16541	16541	16541	16541	16541	16541
TOTAL AREA	1661741	1898993	2031928	2070182	2077038	2078183	2078781	2079500

RUBRO	AÑO 16	AÑO 17	AÑO 18	AÑO 19	AÑO 20	AÑO 21	AÑO 22	AÑO 23
VIDES	1931522	1931522	1931522	1931522	1931522	1931522	1931522	1931522
FRUTALES	87961	80482	79314	80472	80508	79670	85947	89154
CULT. Y PRADERAS	41712	41712	41712	41712	41712	41712	41712	41712
SUB TOTAL	2061195	2053716	2052548	2053706	2053742	2052904	2059181	2062388
DOBLE CULTIVO	16541	16541	16541	16541	16541	16541	16541	16541
TOTAL AREA	2077736	2070257	2069089	2070247	2070283	2069445	2075722	2078929

RUBRO	AÑO 24	AÑO 25	AÑO 26	AÑO 27	AÑO 28	AÑO 29	AÑO 30
VIDES	1931522	1931522	1931522	1931522	1931522	1931522	1931522
FRUTALES	89942	89942	89942	89942	89942	89942	89942
CULT. Y PRADERAS	41712	41712	41712	41712	41712	41712	41712
SUB TOTAL	2063176	2063176	2063176	2063176	2063176	2063176	2063176
DOBLE CULTIVO	16541	16541	16541	16541	16541	16541	16541
TOTAL AREA	2079717	2079717	2079717	2079717	2079717	2079717	2079717

CUADRO RESUMEN I.2.41

AREA MEDIA MARGEN BRUTO (en miles de $)

RUBRO	AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5	AÑO 6	AÑO 7
VIDES	788853	534698	505786	667303	920941	1114235	1344335	1575554
FRUTALES	36398	33972	31245	30813	31658	40362	54722	78510
CULT. Y PRADERAS	66272	42017	40480	59660	77295	81800	76317	65741
SUB TOTAL	891523	610687	577511	757776	1029894	1236397	1475374	1719805
DOBLE CULTIVO	7315	7315	9160	12607	14819	16742	21104	21104
TOTAL AREA	898838	618002	586671	770383	1044713	1253139	1496478	1740909

RUBRO	AÑO 8	AÑO 9	AÑO 10	AÑO 11	AÑO 12	AÑO 13	AÑO 14	AÑO 15
VIDES	1803267	1931736	1927783	1928887	1928887	1928887	1928887	1928887
FRUTALES	102887	124804	141280	146580	147861	149152	149247	149826
CULT. Y PRADERAS	60451	71029	76317	76317	65741	60451	71029	76317
SUB TOTAL	1966605	2127569	2145380	2151784	2142489	2138490	2149163	2155030
DOBLE CULTIVO	21104	21104	21104	21104	21104	21104	21104	21104
TOTAL AREA	1987709	2148673	2166484	2172888	2163593	2159594	2170267	2176134

RUBRO	AÑO 16	AÑO 17	AÑO 18	AÑO 19	AÑO 20	AÑO 21	AÑO 22	AÑO 23
VIDES	1928887	1928887	1928887	1928887	1928887	1928887	1928887	1928887
FRUTALES	150009	142115	136000	129707	125407	129092	133093	142019
CULT. Y PRADERAS	76317	65741	60451	71029	76317	76317	65741	60451
SUB TOTAL	2155213	2136743	2125338	2129623	2130611	2134296	2127721	2131357
DOBLE CULTIVO	21104	21104	21104	21104	21104	21104	21104	21104
TOTAL AREA	2176317	2157847	2146442	2150727	2151715	2155400	2148825	2152461

RUBRO	AÑO 24	AÑO 25	AÑO 26	AÑO 27	AÑO 28	AÑO 29	AÑO 30
VIDES	1928887	1928887	1928887	1928887	1928887	1928887	1928887
FRUTALES	148432	150009	150009	150009	150009	150009	150009
CULT. Y PRADERAS	71029	76317	76317	65741	60451	71029	76317
SUB TOTAL	2148348	2155213	2155213	2144637	2139347	2149925	2155213
DOBLE CULTIVO	21104	21104	21104	21104	21104	21104	21104
TOTAL AREA	2169452	2176317	2176317	2165741	2160451	2171029	2176317

CUADRO RESUMEN I.2.42

AREA BAJA MARGEN BRUTO (en miles de $)

RUBRO	AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5	AÑO 6	AÑO 7
VIDES	102971	102971	102971	102971	102971	102971	102971	102971
FRUTALES	345733	194956	143857	39584	166644	419520	836324	1595789
CULT. Y BEBIDAS	821666	775420	804976	932155	1129068	1152450	1167215	1117504
SUB TOTAL	1270370	1073347	1051804	1074710	1398683	1679941	2106510	2816264
DOBLE CULTIVO	66775	66775	130601	257381	294519	340782	380859	384737
TOTAL AREA	1337145	1140122	1182405	1332091	1693202	2020723	2487369	3201001

RUBRO	AÑO 8	AÑO 9	AÑO 10	AÑO 11	AÑO 12	AÑO 13	AÑO 14	AÑO 15
VIDES	102971	102971	102971	102971	102971	102971	102971	102971
FRUTALES	2107844	2416545	2640019	2919279	3408864	3816044	4281026	4910208
CULT. Y BEBIDAS	1106928	1085774	1117504	1138657	1117504	1106928	1085774	1117504
SUB TOTAL	3317743	3605290	3860494	4160907	4629339	5025943	5469771	6130683
DOBLE CULTIVO	384737	384737	384737	384737	384737	384737	384737	384737
TOTAL AREA	3702480	3990027	4245231	4545644	5014076	5410680	5854508	6515420

RUBRO	AÑO 16	AÑO 17	AÑO 18	AÑO 19	AÑO 20	AÑO 21	AÑO 22	AÑO 23
VIDES	102971	102971	102971	102971	102971	102971	102971	102971
FRUTALES	5732511	6133218	6203507	5947574	5837556	5825146	5855480	5993623
CULT. Y BEBIDAS	1138657	1117504	1106928	1085774	1117504	1138657	1117504	1106928
SUB TOTAL	6974139	7353693	7413406	7136319	7058031	7066774	7075955	7203522
DOBLE CULTIVO	384737	384737	384737	384737	384737	384737	384737	384737
TOTAL AREA	7358876	7738430	7798143	7521056	7442768	7451511	7460692	7588259

RUBRO	AÑO 24	AÑO 25	AÑO 26	AÑO 27	AÑO 28	AÑO 29	AÑO 30
VIDES	102971	102971	102971	102971	102971	102971	102971
FRUTALES	6154672	6513585	6682621	6469944	6116177	5921800	5903453
CULT. Y BEBIDAS	1085774	1117504	1138657	1117504	1106928	1085774	1117504
SUB TOTAL	7343417	7734060	7924249	7690419	7326076	7110545	7123928
DOBLE CULTIVO	384737	384737	384737	384737	384737	384737	384737
TOTAL AREA	7728154	8118797	8308986	8075156	7710813	7495282	7508665

CUADRO I.2.43
CUADRO RESUMEN DEL PROYECTO
MARGEN BRUTO (en Miles de$)

	AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5	AÑO 6	AÑO 7
Total Area Alta	354.795	72.691	49.561	66.129	344.442	630.013	996.647	1.316.573
Total Area Media	898.838	618.002	586.671	770.383	1.044.814	1.253.139	1.496.478	1.740.909
Total Area Baja	1.337.145	1.140.122	1.182.405	1.332.091	1.693.202	2.020.723	2.487.369	3.201.001
TOTAL AREAS	2.590.778	1.834.415	1.818.637	2.168.603	3.082.458	3.903.875	4.980.494	6.258.483

	AÑO 8	AÑO 9	AÑO 10	AÑO 11	AÑO 12	AÑO 13	AÑO 14	AÑO 15
Total Area Alta	1.661.741	1.898.003	2.031.928	2.070.182	2.077.038	2.078.183	2.078.781	2.079.500
Total Area Media	1.987.709	2.148.673	2.166.484	2.172.888	2.163.593	2.159.594	2.170.267	2.176.134
Total Area Baja	3.702.480	3.990.027	4.245.231	4.545.644	5.014.076	5.410.680	5.954.508	6.515.420
TOTAL AREAS	7.351.930	8.037.693	8.443.643	8.788.714	9.254.707	9.648.457	10.103.556	10.771.054

	AÑO 16	AÑO 17	AÑO 18	AÑO 19	AÑO 20	AÑO 21	AÑO 22	AÑO 23
Total Area Alta	2.077.736	2.070.257	2.069.089	2.070.247	2.070.283	2.069.445	2.075.722	2.078.929
Total Area Media	2.176.317	2.157.847	2.146.442	2.150.727	2.151.715	2.155.400	2.148.825	2.152.461
Total Area Baja	7.358.876	7.738.430	7.798.143	7.521.056	7.442.768	7.451.511	7.460.692	7.588.259
TOTAL AREAS	11.612.929	11.966.534	12.013.674	11.742.030	11.664.766	11.676.356	11.685.239	11.819.649

	AÑO 24	AÑO 25	AÑO 26	AÑO 27	AÑO 28	AÑO 29	AÑO 30
Total Area Alta	2.079.717	2.079.717	2.079.717	2.079.717	2.079.717	2.079.717	2.079.717
Total Area Media	2.169.452	2.176.317	2.176.317	2.165.741	2.160.451	2.171.029	2.176.317
Total Area Baja	7.728.154	8.118.797	8.308.986	8.075.156	7.710.813	7.495.282	7.508.665
TOTAL AREAS	11.977.323	12.374.831	12.565.020	12.320.614	11.950.981	11.746.028	11.764.699

- **Margen Neto**

Para este proyecto el concepto de Margen Neto corresponde a la diferencia que se produce al deducir del margen bruto los costos indirectos, los que no son imputables directamente a cada una de los cultivos.

El margen neto corresponderá a la utilidad líquida que percibe el agricultor antes de deducir algún costo o gasto, como los de carácter financiero (intereses por créditos), los no monetarios (algunas depreciaciones y castigos) y algunos de tipo impositivo (impuesto a la renta).

El margen neto, al igual que el margen bruto, se presenta con el mismo detalle, a nivel de proyecto y a nivel de áreas, año a año y para los 3 años correspondientes al horizonte de evaluación del proyecto.

A nivel de proyecto, en el Cuadro Resumen I.2.44 se consigna el margen neto para cada uno de los 30 años, a partir del margen bruto y deducidos los costos indirectos. De su análisis se observa el crecimiento de este margen que va de $ 2.108,7 millones, con un índice 100, al año 0 hasta los $ 11.134,7 millones, con un índice de 528, al año 17, año en el que se estabiliza este ingreso neto.

CUADRO I.2.44

CUADRO RESUMEN DEL PROYECTO

MARGEN NETO (en miles de $)

		AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5	AÑO 6	AÑO 7
Total Area Alta	M.B.	354.795	76.291	49.561	66.129	344.442	630.013	996.647	1.316.573
Total Area Media	M.B.	898.838	618.002	586.671	770.383	1.044.814	1.253.139	1.496.478	1.740.909
Total Area Baja	M.B.	1.337.145	1.140.122	1.182.405	1.332.091	1.693.202	2.020.723	2.487.369	3.201.001
Total Proyecto	M.B.	2.590.778	1.834.415	1.818.637	2.168.603	3.082.458	3.903.875	4.980.494	6.258.483
Costos Indirectos		482.078	482.078	482.078	482.078	482.078	482.078	482.078	831.860
Margen Neto		2.108.700	1.357.337	1.336.559	1.686.525	2.600.380	3.421.797	4.498.416	5.426.623
Indice		100	64	64	80	123	162	213	257

		AÑO 8	AÑO 9	AÑO 10	AÑO 11	AÑO 12	AÑO 13	AÑO 14	AÑO 15
Total Area Alta	M.B.	1.661.741	1.898.993	2.031.928	2.070.182	2.077.036	2.078.183	2.078.791	2.079.500
Total Area Media	M.B.	1.937.709	2.148.673	2.166,484	2.172.888	2.163.593	2.159.594	2.170.267	2.176.134
Total Area Baja	M.B.	3.702.480	3.990.027	4.245.231	4.545.644	5.014.076	5.410.680	5.954.508	6.515.420
Total Proyecto	M.B.	7.351.930	8.037.693	8.443.643	8.788.714	9.254.707	9.648.457	10.103.556	10.771.054
Costos Indirectos		831.860	831.860	831.860	831.860	831.860	831.860	831.860	831.860
Margen Neto		6.520.070	7.205.833	7.611.783	7.956.854	8.422.847	8.816.597	9.271.696	9.939.194
Indice		309	315	361	377	399	418	440	471

		AÑO 16	AÑO 17	AÑO 18	AÑO 19	AÑO 20	AÑO 21	AÑO 22	AÑO 23
Total Area Alta	M.B.	2.077.736	2.070.257	2.069.089	2.070.247	2.070.283	2.069.445	2.075.722	2.078.929
Total Area Media	M.B.	2.176.317	2.157.947	2.146,442	2.150.727	2.151.715	2.155.400	2.148.825	2.152.461
Total Area Baja	M.B.	7.358.873	7.738.430	7.798,143	7.521.056	7.442.768	7.451.511	7.460.692	7.588.259
Total Proyecto	M.B.	11.612.929	11.966.534	12.013.674	11.742.030	11.664.766	11.676.356	11.685.239	11.819.644
Costos Indirectos		831.860	831.860	831.860	831.860	831.860	831.860	831.860	831.860
Margen Neto		10.781.069	11.134.674	11.121.814	10.910.170	10.837.906	10.844.496	10.853.379	10.987.789
Indice		511	528	*	*	*	*	*	*

		AÑO 24	AÑO 25	AÑO 26	AÑO 27	AÑO 28	AÑO 29	AÑO 30
Total Area Alta	M.B.	2.079.717	2.079.717	2.079.717	2.079.717	2.079.717	2.079.717	2.079.717
Total Area Media	M.B.	2.169.452	2.176.317	2.176.317	2.165.741	2.160.451	2.171.029	2.176.317
Total Area Baja	M.B.	7.728.154	8.118.797	8.308.986	8.075.156	7.710.813	7.495.282	7.508.665
Total Proyecto	M.B.	11.977.323	12.374.831	12.563.020	12.320.614	11.950.981	11.746.028	11.764.699
Costos Indirectos		831.860	831.860	831.860	831.860	831.860	831.860	831.860
Margen Neto		11.145.463	11.542.971	11.733.160	11.488.754	11.119.121	10.914.168	10.932.839
Indice		*	*	*	*	*	*	*

(*) Estabilizado

2.6.8 Programas de Apoyo a la Producción

- Introducción

Para que la programación establecida en la implantación del Plan de Desarrollo Agrícola y para que se puedan alcanzar las metas,que en él se postulan, dentro de los lapsos previstos, se hace necesario la plena operación de los programas conocidos como de "Apoyo a la Producción".

Este apoyo a la producción está constituido básicamente por tres programas, debidamente coordinados entre sí, cuyo establecimiento se trata en los numerales siguientes:

1° Investigación, Transferencia Tecnológica y Asistencia Ténica.
2° Crédito Agrícola ; y
3° Organización de los Agricultores.

- Investigación, Transferencia Tecnológica y Asistencia Técnica.

El Plan de Desarrollo Agrícola consulta, por una parte la implantación en frutales, de especies nuevas, como el babaco, feijoa, berries, etc. y variedades nuevas, principalmente en duraznos y damascos, dentro de las especies existentes y una mayor diversidad en hortalizas, por la otra Como además se postulan sustanciales incrementos en la productividad agrícola, se requiere necesariamente del establecimiento de este Programa, que esté estructurado sobre la base de los tres ya individualizados subprogramas:

a) Investigación y Experimentación.
b) Transferencia Tecnológica ; y
c) Asistencia Técnica.

Estos subprogramas corresponden, prácticamente, a las tres etapas, directamente relacionadas entre sí, por las que transcurre la tecnología agrícola aplicada.

Los tres subprogramas, a su vez, están subdivididos en tres especialidades, que se consideran básicas para el Proyecto: Frutícola, hortícola y riego.

- **Investigación y Experimentación**

. **Fruticultura**

Este subprograma presenta diferencias sustanciales en cuanto a su aplicación en las tres áreas que integran el Proyecto.

En las áreas Alta y Media, con aptitud para las vides y para las especies frutales de hoja caduca, la Subestación Experimental de La Platina, en Vicuña, está en muy buenas condiciones para continuar e incrementar la atención que, en este campo, ha estado otorgando a estas dos áreas. En cambio para el Area Baja, por tratarse de un medio totalmente diferente, se requiere disponer de una pequeña propiedad agrícola (10 há) para establecer en ella una parcela experimental, debidamente dotada, para la plantación de especies subtropicales.

. **Hortalizas y Cultivos**

La parte hortícola de este Subprograma, al igual que el frutícola, deberá estar centrado en el Area Baja. A diferencia de éste, y por tratarse de cultivos anuales, es preferible contar con tres pequeñas parcelas de 2 há cada una que se arrendarían para tener una mayor movilidad y poder así cubrir, en mejor forma, las especiales caracteristicas de los Sectores y Subsectores del Area Baja.

. **Regadío**

En esta especialidad, salvo en lo realcionado con laboratorios y oficina, no se requiere disponer de terreno propio o arrendado, ya que toda la experimentación se puede efectuar en los predios de los agricultores que otorguen las mayores facilidades y que presentan características de predios demostrativos para cumplir con los fines prácticos y realistas que se persiguen.

Las actividades propiamente de oficina y de laboratorio podrán efectuarse en la Parcela Experimental que se adquiera para la actividad frutícola, la que en realidad debería constituirse en el centro de la actividad de Investigación, Experimentación y Transferencia Tecnológica del Proyecto en el Area Baja.

- **Asistencia Técnica**

El objetivo de este Subprograma es el de promover un mejoramiento productivo y económico de los agricultores del Proyecto a través de la implantación, a nivel de predio, del Plan de Desarrollo Agrícola, mediante

la introducción y adopción de una adecuada tecnología que estará a cargo de un equipo profesional y técnico.

Como las metas postuladas por el Plan son altas y la tecnología que se recomienda adoptar también es alta, se hace necesario que la Asistencia Técnica sea de este mismo nivel y además integral para toda la explotación predial.

Esta Asistencia deberá comprender todas las actividades consideradas como esenciales para el otorgamiento de esta prestación.

- **Duración de los Subprogramas**

Los Subprogramas de Investigación y transferencia para el Proyecto se crean con el carácter de permanentes, dada la necesidad de disponer del conocimiento actualizado en todos los aspectos que comprende la tecnología agrícola y principalmente en la actividad hortofrutícola.

El subprograma de Asistencia Técnica también tiene un carácter permanente, aún cuando la actividad una vez estabilizada la implantación del Plan, decrece sustancialmente.

El lapso de actividad intensiva de la Asistencia Ténica, para este Proyecto, se estima en 6 años.

- **Necesidades de personal**

Para los subprogramas de Investigación y Transferencia Tecnológica se ha estimado la necesidad de personal para las tres especialidades, en 6 In-

genieros Agrónomos, 6 Técnicos Agrícolas, 3 Administrativos y 8 Obreros de carácter permanente. Para el subprograma de asistencia técnica las necesidades de personal se han estimado en 8 ingenieros agrónomos, 30 técnicos agrícolas y 3 administrativo.

- **Inversiones**

Para que los Subprogramas de Investigación,Transferencia Tecnológica y Asistencia Técnica puedan desarrollarse en forma satisfactoria, se debe dotarlos de un equipamiento material mínimo consistente en:

- Adquisición de una Parcela de 10 ha para Estación Experimental Frutícola de especies subtropicales, en el Area baja.

- Plantación de 8 ha con especies y variedades diversas en la Estación Experimental Frutícola.

- Construcción de una pequeña oficina y bodega con una superficie de unos 200 m2 en la Estación Experimental.

- Equipamiento de un laboratorio para análisis y exámenes corrientes.

- Equipamiento de dos oficinas: muebles, máquinas de escribir, calculadoras, fotocopiadoras.

- Adquisición de vehículos para el personal técnico de campo.

- Adquisición de un tractor mediano con todos sus implementos.

Estas necesidades de inversión por Subprograma ascienden a 46,5 millones de pesos (US$ 352.700).

Sobre la base de una superficie regada neta, destinada a una agricultura empresarial de 21.174,4 ha , el costo de esta inversión para los programas de apoyo ($ 46.500.000) alcanza a un valor de $ 2.196 por ha (US$ 16.66).

CUADRO I.2.45
INVERSIONES POR SUBPROGRAMAS

Item	Precio Unitario Miles $	Invest. y Transf. Técnica		Asist. Técnica		Total	
		Nº	Miles $	Nº	Miles $	Nº	Miles $
1. Adquisición Parcela	500/ha (1)	10 ha	5.000	-	-	10 ha	5.000
2. Plantación Frutales	338/ha (2)	8 ha	2.704	-	-	8 ha	2.784
3. Construcción Ofc. y bodegas	12/m2 (3)	200 m2	2.400	-	-	200 m2	2.400
4. Equipamiento Laboratorio	GL. (4)		5.000	-	-	1	5.000
5. Equipamiento Oficina	220 (5)	2	440	-	-	2	440
6. Adquisición Vehículos	527,4 (6)	6	3.164	38	20.040	44	23.204
7. Adquisición Tractor/impl.	3.428 (7)	1	3.428	-	-	1	3.428
8. Imprevistos	(8)		2.364	-	1.960		4.324
TOTAL INVERSIONES			24.500		22.000		46.500

(1) Estimado sobre la base de un valor de $ 500.000 la ha
(2) Estimado de acuerdo al costo promedio de plantación de 1 ha de: Paltos, Limones, Chirimoyos, Papayos, Duraznos,Babaco y Feijoa.
(3) Precio promedio estimado para construcción de oficina y bodega
(4) Considera la adquisición de todos los elementos necesarios para análisis y exámenes, cámara de frío.etc.
(5) Incluye muebles, máquinas de escribir,calculadoras, fotocopiadoras etc
(6) Estimación a US$ 4.000 la unidad a la unidad a $ 131,84 el dólar
(7) Considera tractor equipado con todos sus implementos y accesorios arado, rastra, subsolador, nebulizador.
(8) Estimación aproximada al 10%.

Fuente : Elaboración de los Consultores.

- **Costos de Operación**

Estos costos están integrados por sueldos, jornales, viáticos, gastos de movilización , mantención de oficinas, material de divulgación, adquisición de semillas, plantas, insumos arriendo de oficinas y parcelas.

La distribución y valoración por subprogramas se detalla en el Cuadro I.2.46, ascendiendo a un total anual de 74 millones de pesos (US$ 561.286). El costo por este concepto, sobre la base de 21.174,4 há netas de agricultura de riego empresarial, es de $ 3.495/há (US$ 26,50).

CUADRO I.2.46

GASTOS DE OPERACION POR SUBPROGRAMAS

Item	Precio Unit.	Invest. y Transf. Técnica		Asist. Técnica		T o t a l	
	Miles $	Nº	Miles $	Nº	Miles $	Nº	Miles $
1. Sueldos y Salarios							
1.1 Ing. Agrónomos	1.582 (1)	6	9.492	8	12.656	14	22.248
1.2 Téc. Agrícolas	480 (2)	6	2.880	30	14.400	36	17.280
1.3 Administrativos	240 (3)	3	720	3	720	6	1.440
1.4 Obreros	180 (4)	8	1.440	-	-	8	1.440
2. Viáticos							
Asig. S/Subprograma	61 (5)	12	1.440	38	9.120	50	10.560
3. Operación Vehículos	61 (6)	6	648	38	9.120	44	9.768
4. Oficinas							
Arriendo	35 (7)	-		2	840	2	840
Materiales	20 (8)	2	480	2	480	4	960
5. Parcel.Exp.-Hortal.							
Arriendo	40 (9)	6 ha	240	-	-	6 ha	240
Insumos	171 (10)	6 ha	1.026	184	1.144	16 ha	2.170
	143 (11)						
6. Laboratorio							
Materiales	20 (12)	1	240			1	240
7. Material divulgación	3,5(13)	36	126	60	210	96	336
8. Impresión	(14)		1.768		4.810		6.578
TOTAL GASTO OPERACION			20.500		53.500		74.000

- **Crédito Agrícola**

El plan de Desarrollo Agrícola formulado para el Valle tendrá éxito en la medida que los agricultores cuenten con una oportuna y suficiente asistencia financiera para su implantación, junto con una adecuada y coordinada asistencia técnica.

Los créditos agrícolas, por su propia naturaleza, deben ser de fomento, o sea, deben suministrarse en volúmenes adecuados, en plazos, incluso los necesarios de gracia, acordes con el ritmo de maduración de las inversiones y a intereses compatibles con su rentabilidad.

La información que se presenta no corresponde a la formulación de un Plan de Crédito Agrícola propiamente tal, sino que a la estimación de los Capitales que se sugieren para el financiamiento de las principales inversiones agrícolas del Proyecto. Estas inversiones, basicamente, se subdividen en tres categorías:

a) Inversiones en Capital Fijo

i) Plantación de Parronales
La inversión para la plantación de 1.983 ha de parronales asciende a un monto de $ 1.500 millones.

ii) Plantación de especies frutales
La inversión para la plantación de 7.068 ha de frutales alcanza a un monto de $ 850 millones.

iii) Mejoramiento de la Puesta en Riego y tecnificación del Regadío
La estimación de las inversiones para este item asciende a un monto de $ 550 millones, según se detalló en el capítulo pertinente.

Todas estas inversiones se desarrollan en un lapso de hasta 6 años.

b) Inversiones en Capital de Explotación

Estas inversiones financiables, a mediano plazo, están destinadas a la adquisición de maquinarias y ganado y a la implantación de praderas.

En cuanto a la maquinaria agrícola, en el diagnóstico de la situación actual se dejó expresa constancia de la existencia de una dotación muy superior a la razonablemente aceptada en el área del Proyecto; en consecuencia, las necesidades que se puedan presentar serán reducidas y especificas para un determinado tipo de requerimiento.

En lo que se refiere al ganado y a las praderas, se ratifica a este respecto, lo ya indicado en el sentido que este Proyecto se caracteriza por la explotación de cultivos de alta rentabilidad y que,en consecuencia, la actividad pecuaria no tiene una justificada ubicación en él.

c) Financiamiento de Capital de Operación

Tradicionalmente el financiamiento agrícola se ha circunscrito básicamente al Crédito Operacional que se otorga para la atención de los gastos anuales de las empresas agrícolas.

La estimación de los requerimientos de este tipo de financiamiento, considerando que se trata de un crédito rotativo, asciende a $ 1.800 millones.

En resumen, la estimación de los fondos que se requieren para la atención del financiamiento de las inversiones y del capital operacional para la implantación del plan de Desarrollo Agrícola son los siguientes:

	En millones de $	En miles de US$
Capital Fijo	2.900	21.996
Capital Operacional	1.800	13.653
TOTAL	4.700	35.649

- **Organización de los Agricultores**

Los agricultores de las áreas Alta y Media, en su gran mayoría. se encuentran afiliados a las Cooperativas Pisqueras existentes y por consiguiente,conocen su financiamiento y los beneficios que perciban para un adecuado manejo técnico-empresarial de sus predios. El buen resultado alcanzado por estas cooperativas es un antecedente positivo en beneficio de posibles futuras organizaciones de agricultores.

El éxito del Plan de Desarrollo dependerá, en gran medida, de la voluntad que demuestren los agricultores en seguir sus recomendaciones, situación que se facilitará considerablemente si se se logra organizar previamente a los productores.

Esta organización adquiere especial importancia en el Area Baja, no sólo por la gravitación que tiene esta área en el plan desarrollo futuro del Valle, sino porque en ella no existe algún tipo de organización de agricultores. Por ello deberá promoverse la creación a futuro, de agrupaciones de agricultores, que representen los intereses de los productores

y encaucen los esfuerzos, en forma mancomunadas, con las entidades del gobierno regional y privadas a favor del desarrollo integral del Valle del rio Elqui.

Estas organizaciones deberán actuar en la prestación de servicios y en la comercialización de la producción de sus asociados.

Entre los servicios a prestar , se destacan los correspondientes a:

- Centralizar la adquisición de insumos, principalmente, pesticidas y fertilizantes.

- Proporcionar servicios de maquinaria y equipos agrícolas mecanizados.

- Participar en los programas de apoyo a la producción.

En cuanto a la comercialización, la participación de estas Asociaciones es esencial como se ha hecho presente en el Capítulo Mercados, Comercialización y Precios.

2.7 DEMANDAS FUTURAS DEL AGUA

Este capítulo tiene por objeto determinar las demandas de cada sector de riego para cada una de las cuatro alternativas que se analizaron con el Modelo de Simulación. La descripción de estas alternativas aparece en el capítulo correspondiente a dicho modelo.

El cálculo de las demandas se efectuó separando, primeramente, la superficie total a regar en cada sector, en 8 rubros de referencia, que son : vides, frutales, cultivos permanentes, praderas artificiales, cultivos de verano, cultivos de invierno, cereales y praderas naturales. A cada uno de estos rubros de referencia se les aplicó su propia tasa de evapotranspiración mensual, obtenida en el Capítulo V.3, Demandas de Agua por Cultivos, y la eficiencia de aplicación futura, obtenida como promedio ponderado entre las eficiencias futuras a los 5 años y a los 20 años, las cuales fueron calculadas en el Capítulo VIII.4, Tasas de Riego.

En el Cuadro I.2.47 se indican las demandas mensuales, en m^3/mes para cada sector de riego, en la alternativa CA03, que es la alternativa básica que ha sido analizada en detalle en la mayoría de los capítulos.

CUADRO I.2.47

DEMANDAS MENSUALES POR SECTORES

CASO CA03

Sector	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Sup. Regada ha	568	980	321	1.032	2.798	590	5.041	7.025	2.862	1.949
Demanda m3/mes										
Mayo	183.944	391.269	147.347	311.644	585.581	243.237	1.508.899	3.355.772	1.140.145	405.777
Junio	152.779	313.944	137.344	254.130	507.492	209.659	2.176.727	2.717.231	1.274.436	608.449
Julio	182.738	358.029	132.095	296.728	621.293	252.449	2.028.718	2.316.930	1.163.228	558.556
Agosto	362.454	652.479	226.376	617.076	1.543.236	453.878	2.298.277	2.880.515	1.339.466	707.163
Septiembre	525.198	988.339	337.583	964.609	2.208.112	517.673	4.343.819	5.077.886	2.434.714	1.455.552
Octubre	907.503	1.641.330	550.903	1.653.999	4.199.062	941.993	4.590.724	7.228.787	2.525.596	2.711.694
Noviembre	1.283.689	2.262.860	754.050	2.303.521	5.489.407	1.232.904	6.947.464	9.210.839	3.580.347	4.008.572
Diciembre	1.495.241	2.601.924	866.381	2.654.605	6.877.561	1.595.573	10.022.953	12.625.200	5.552.104	4.068.654
Enero	1.442.138	2.509.263	838.400	2.543.992	6.500.920	1.548.725	9.889.322	12.126.228	5.403.625	4.075.227
Febrero	1.291.566	2.275.088	766.975	2.270.860	4.887.825	1.209.105	7.940.382	9.976.132	4.437.524	3.341.036
Marzo	816.406	1.475.668	503.257	1.442.733	3.174.078	755.955	5.730.385	7.971.083	3.375.142	2.274.356
Abril	195.091	459.445	176.900	343.878	640.162	270.733	1.602.444	3.505.637	1.220.791	431.434
TOTAL	8.838.247	15.929.638	5.417.612	15.657.774	37.234.728	9.231.883	59.080.112	78.992.239	33.447.119	24.646.469

2.8 OPERACION MODELOS DE SIMULACION

2.8.1 Modelo de Simulación de los Recursos Hidráulicos Superficiales

Se ha preparado un modelo de simulación para estudiar paramétricamente la operación del sistema bajo condiciones futuras. En él se han incluido las alternativas de embalses más convenientes según el capítulo VIII.1.- Alternativas de Obras Civiles -, considerándose en forma separada las demandas de agua de los diferentes sectores de riego. Los embalses considerados en el modelo, además de la Laguna que es existente, son el embalse Puclaro en representación de los embalses en río Elqui propiamente tal, el embalse Bucalume en representación de los embalses en el río Turbio, el embalse Pan de Azúcar que es el más económico de los embalses estudiados y el embalse Arrayán que es el más económico de los embalses laterales. No se consideró ningún embalse en los ríos Claro y Cochiguas, por ser estos de muy alto costo. Tampoco se consideró el embalse Lagunillas por pertenecer a una cuenca totalmente independiente y no ser solución para los problemas del valle del río Elqui.

Por último se incluyó en el modelo, el embalse Piuquenes en el río Derecho a pesar de no contar en un principio con antecedentes suficientes para estimar su costo. Posteriormente, en visitas efectuadas a la zona del muro se vió la imposibilidad de construir dicho embalse, por motivos geotécnicos.

Con este modelo es posible determinar seguridades de riego para diferentes tipos de demandas, especificándose los volúmenes servidos y los eventuales volúmenes de fallas. Es posible además definir con el modelo las captaciones de todas las obras alternativas propuestas.

La interconexión de este Modelo con el modelo hidrogeológico se hace a

través de los déficit que resulta de la operación de los recursos hidráulicos superficiales. En efecto, de dicha operación resultan ciertos déficit en los años de falla, los cuales se tratará de satisfacer mediante las aguas subterráneas. De esta manera los déficit, que son resultados del primer Modelo, pasan a ser los datos de entrada, en cuanto a demanda, del Modelo Hidrogeológico.

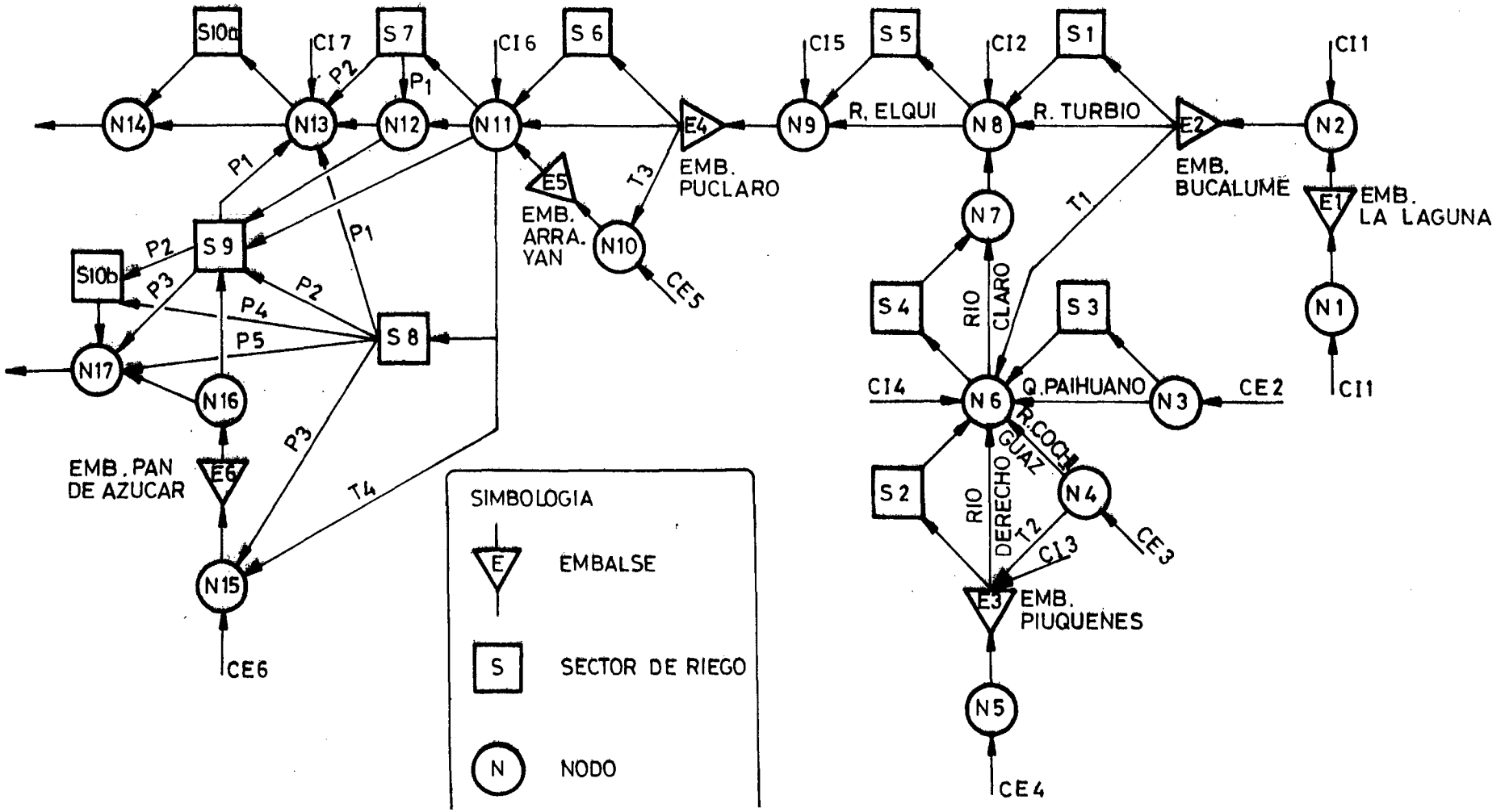
- **Representación del Sistema**

El sistema de recursos hidráulicos del valle del río Elqui se ha concebido como un conjunto de elementos interrelacionados. Dichos elementos son los sectores de riego en que se dividió el valle, los embalses de regulación, los canales de trasvase y los nodos que corresponden a puntos de interés en el río donde se concentra el caudal del río y también las demandas o caudales requeridos por los sectores de aguas abajo.

En la figura I.2. 2 , se presenta el esquema del sistema a partir del cual se ha construído el modelo matemático de operación del sistema cuyo objetivo es estudiar el comportamiento hidráulico de diferentes esquemas alternativos de obras que se han planteado y permitir también la determinación de las dimensiones de estas obras así como la magnitud de las superficies que es posible regar con adecuada seguridad.

FIGURA I.2.2

VALLE DEL RIO ELQUI
ESQUEMA DEL SISTEMA



- **Alternativas Analizadas**

En las primeras pasadas del modelo de simulación se analizó, en base a tasas de riego preliminares, el riego de la superficie máxima bajo canal con demandas futuras, para diferentes situaciones de embalses. Además se analizó el regadío limitado a la capacidad actual de los canales, regando mayor superficie en invierno que en verano. Por último, se estudió lo que ocurría al usar el embalse Pan de Azúcar como complemento de Puclaro.

De estos primeros estudios se concluyó que para desarrollar el regadío del valle de Elqui es indispensable un embalse de regulación interanual, esto último debido a que los recursos están concentrados en dos o tres años y se producen en ciclos de alrededor de 8 a 10 años, por lo que es necesario almacenar esos excedentes de agua que se producen, para utilizarlos en los años más secos. Dado lo anterior, se concluyó además que no tiene mayores ventajas regar mayor superficie en invierno y es preferible dejar esos recursos para regar una mayor superficie en verano. Por último se constató que el embalse Pan de Azúcar por si solo, no era solución para los problemas del valle y que como complemento del embalse Puclaro era casi lo mismo que el agua esté almacenada en cualquiera de los dos embalses, por lo que era netamente de carácter económico la decisión de construir o nó el embalse Pan de Azúcar.

En una segunda ronda de pasadas del Modelo de Simulación y siempre en base a tasas de riego preliminares se buscó la capacidad de embalse necesaria para regar con 85% de seguridad diversas superficies.

En estos procesos preliminares dado que los terrenos de las áreas Alta y Media (Sectores 1 al 6) tienen más alta rentabilidad que los del área Baja (sectores 7 al 10), se consideraron para los sectores 1, 4, 5 y 6,

las superficies máximas regables, haciendo variar sólo la superficie de los sectores restantes.

En el caso de los sectores 2 y 3, que quedan fuera de la zona de influencia de los embalses posibles de construir, sólo se le consideró la superficie que tiene actualmente bajo riego, la cual mejoraría su seguridad de riego como producto de un aumento en la eficiencia de riego. Cabe recordar que el embalse Piuquenes, para el sector 2, no es factible desde un punto de vista geotécnico.

Posteriormente y en base a los resultados obtenidos en las alternativas preliminares se procedió a analizar cuatro alternativas definitivas.

Para elaborar las cuatro alternativas, se utilizó la información definitiva elaborada durante el estudio; básicamente fueron utilizadas las tasas de riego definitivas (ver capítulo V) y se adoptaron las superficies y distribución de cultivo recomendadas en el Plan de Desarrollo Agrícola, recomendado (Cap. VIII). Con esta información se procedió a procesar en el Modelo de Simulación las 4 alternativas elegidas obteniéndose para cada una de ellas el volumen útil de embalse requerido para garantizar la seguridad de riego de 85% en las áreas de cada alternativa.

Del análisis de los recursos obtenidos con la operación del Modelo de Simulación se puede observar que en general, los sectores 1 al 6 no tienen mayores problemas debido en parte a que por estar ubicados aguas arriba de la posición de los posibles embalses de regulación se les ha dado prioridad en el uso de los recursos. Analizando sector por sector es posible concluir lo siguiente:

- Sector 1 Río Turbio : Riega con 100% de seguridad la superficie rega-

ble bajo canal (568 há).

- Sector Río Derecho : La superficie total regable bajo canal (1.180 há) requiere de un embalse de 1,0 millón de m^3 en Piuquenes, o bien de un trasvase desde el río Cochiguas. Como la primera de estas obras no es factible por motivos geotécnicos y la segunda es excesivamente costosa (alrededor de US$ 20.000 por há) sólo es posible regar con 85% de seguridad una superficie de 980 há, por efecto sólo de un aumento en la eficiencia.

- Sector 3 Quebrada de Paihuano : La superficie actualmente regada (321 há) tendría a un futuro una seguridad de 85%, por efecto sólo de mejorar la eficiencia. No hay otra solución para aumentar la superficie regada en este sector.

- Sector 4 Ríos Claro y Cochiguas : La superficie total regable bajo canal (1.032 há) se regaría con una seguridad de 95% en cualquier caso.

- Sector 5 Vicuña : La superficie máxima regable bajo canal (2.799 há) se riega con 95% de seguridad en cualquier caso.

En el cuadro I.2.48 se indica para cada uno de los sectores 1 al 6, la superficie actualmente regada según encuesta D.G.A., la seguridad de riego asociada a esa superficie, la superficie regada actualmente con seguridad 85%, la superficie regada a futuro según el Modelo de Simulación, su seguridad de riego y finalmente, las obras civiles que se requerirán (además del embalse principal).

CUADRO Nº I.2.48

SUPERFICIES ACTUALES Y FUTURAS. AREA SOBRE EMBALSE

Sector Nº	Sup.Regada Actual ha	Seguridad Actual %	Sup.Regada 85% Segurid.	Sup.Regable a Futuro	Seguridad a Futuro %	Obras Necesarias
1	424	77	354	568	100	Mej.canales secundarios
2	980	(1)	(1)	980	85	Unif.canales y Mej.Sec.
3	321	80	300	321	85	No se hacen obras
4	682	69	426	1.032	95	Unif.canales. Mej.canales
5	2.251	40	1.196	2.799	95	Unif.y Ampl.canales y Mej. red secundaria
6	652	57	475	590	95	Sin Obras

(1): Sin información

La superficie regable a futuro que se indica en el cuadro anterior, corresponde a la superficie máxima regable bajo canales actuales, excepto en el caso del sector 6, en que existen 990 há bajo canal, pero de construirse el embalse Puclaro dicha cifra baja a 590 há.

En los sectores de la zona La Serena (7 al 10) la situación es bastante diferente, ya que depende exclusivamente de la capacidad del embalse futuro. La única excepción la constituye el sector 10b Vegas Sur, el cual depende de los derrames y recuperaciones de los sectores 8 y 9 y del recurso almacenado en el subsuelo por las lluvias. Como este último recurso no es posible de estimar con este modelo, en los resultados del mismo este sector aparece generalmente con grandes fallas. En todo caso, como no se aumenta sustancialmente la superficie que actualmente se riega en este sector, éste seguirá funcionando con la misma seguridad que tienen en la actualidad. Cabe hacer notar que varias de las parcelas de este sector se han transformado en centros turísticos, por lo que se espera a futuro una baja en la superficie total regada.

En el Cuadro I.2.49 se presenta un resumen de los resultados obtenidos con el Modelo de Simulación para las alternativas definitivas de los sectores 7 al 10. En este cuadro se indica para cada sector de riego la superficie actualmente regada, según el empadronamiento de la D.G.A., la seguridad de riego de dicha superficie, la superficie actualmente regada con seguridad 85%, la superficie total regable bajo canales actuales (Potencial) y finalmente, la superficie regada a futuro con 85% de seguridad, en cada uno de los sectores analizados.

Todo lo anterior se complementa con la capacidad de embalse nueva necesaria para cada alternativa (no se incluye la capacidad del embalse La Laguna ya que éste es existente).

CUADRO Nº I.2.49

SUPERFICIES ACTUALES Y FUTURAS. AREA BAJO EMBALSE

Superficies Regadas por Canales	Sector 7	Sector 8	Sector 9	Sector 10(1)	Total Area Bajo Embalse	Capacidad Emb. Necesaria 10^6 m3
Actual (há) (3)	4.350	5.131	1.808	1.451	12.740	--
Seguridad Actual (%) (4)	31	31	31	31	--	--
Actual con 85% Seg.(há) (4)	1.933	2.280	804	645	5.662	--
Potencial Regable (há)	5.041	8.025(2)	2.862	1.949	17.877	--
Futura con 85% seg. Alt.1	4.582	5.904	2.674	1.717	14.877	180
Futura con 85% seg. Alt.2	5.041	6.025	2.862	1.949	15.877	215
Futura con 85% aeg. Alt.3	5.041	7.025	2.862	1.949	16.877	280
Futura con 85% seg. Alt.4	5.041	8.025	2.862	1.949	17.877	360

(1): Incluyen subsectores 10a y 10b

(2): Incluye 2.000 há actualmente de secano, pero que eran regadas antiguamente por el canal Bellavista.

Además del embalse indicado, para las alternativas 1 al 4 se requiere el mejoramiento de la red secundaria. En el caso del sector 8, sólo se requiere una ampliación del canal Bellavista, sin canales nuevos.

La determinación de las alternativas más convenientes en cuanto a la capacidad final de los embalses le dará el estudio económico de las alternativas.

CUADRO I.2.50

SUPERFICIE DE RIEGO NUEVO EQUIVALENTE S/ALTERNATIVAS
AREA TOTAL DEL VALLE

Alternativa	Situación	CA01	CA02	CA03	CA04
	Actual				
Sup.Regada 85% segurid.	9,393	21,167	22,167	23,167	24,167
Sup.Riego Nuevo Equiv.	-	11.774	12.774	13.774	14.774

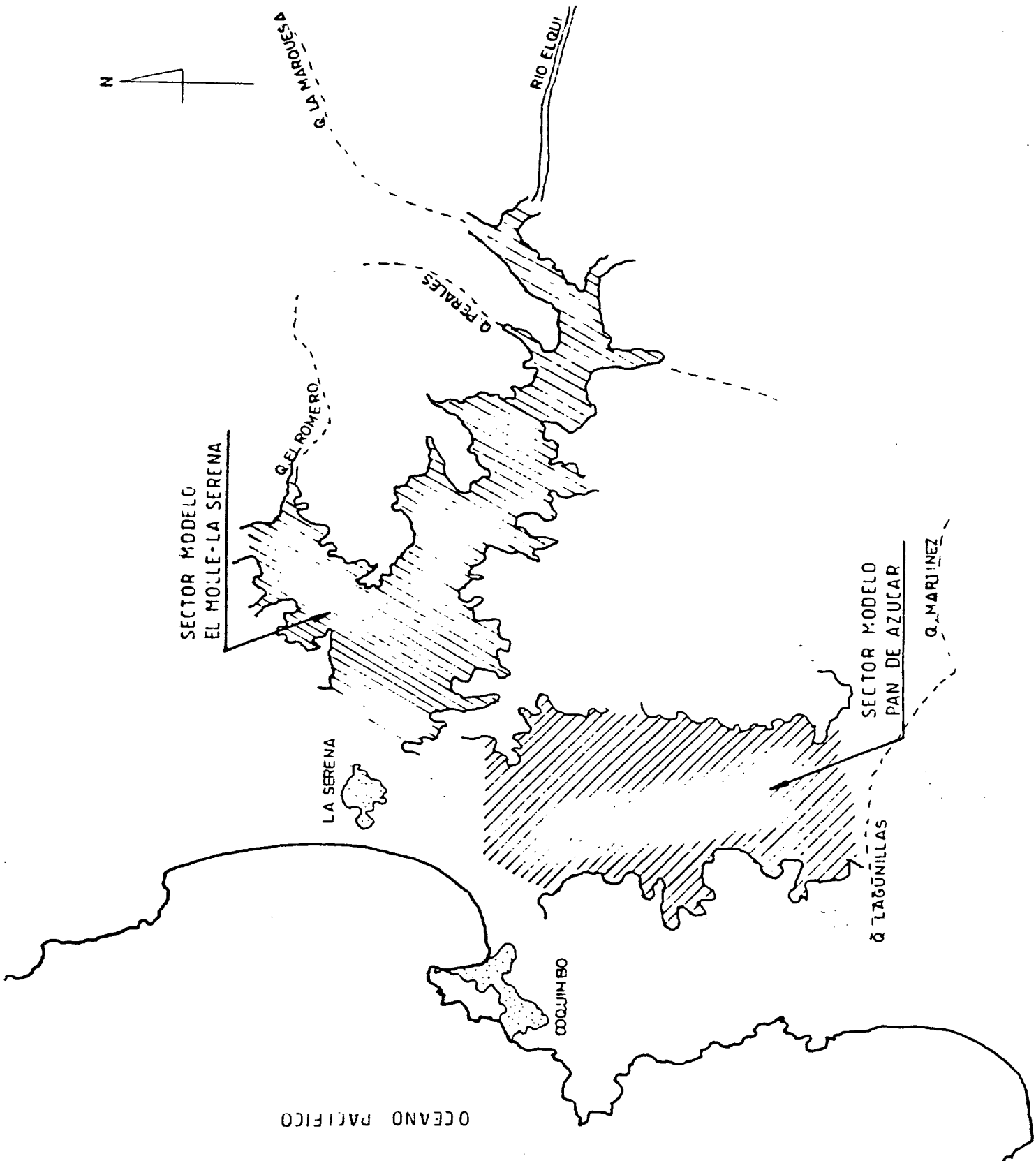
2.8.2 Modelo de Simulación Hidrogeológico

Con el objeto de determinar la magnitud y posibilidad de aprovechamiento del recurso de aguas subterráneas en el Valle del Río Elqui, se aplicó un modelo de simulación a las zonas de El Molle - La Serena y Pan de Azúcar (ver Fig. I.2.3), que corresponden a las hidrogeológicamente más relevantes del valle y las que presentan un mayor número de pozos perforados, según se concluye en el Capítulo IV.4 "Estudio Hidrogeológico" del presente trabajo.

FIGURA I.2.3

PLANO GENERAL DE UBICACION DE LOS SECTORES MODELADOS

ESCALA 1 250 000



El modelo aplicado corresponde al desarrollado en el estudio "Modelo de Simulación del Comportamiento de Bombeo desde Pozos" (Cabrera y Mechaca, 1981). En él se utiliza el método numérico de elementos finitos en conjunto con el método residual de Galerkin, con lo cual es posible determinar el potencial hidráulico o niveles piezométricos en régimen impermanente. La malla de elementos finitos que se usa está conformada por elementos isoparamétricos y funciones de aproximación de primer, segundo y tercer grado, con lo que se consigue una buena representación del bombeo desde pozos y de contornos geométricos sinuosos. Con el modelo es posible, además, representar el efecto de recargas naturales o artificiales provenientes de infiltración desde ríos, canales no revestidos o áreas de riego, y la extracción desde sistemas de drenaje naturales o artificiales.

Haciendo uso de los planos topográficos escala 1:50.000 y los planos de curvas de isotransmisibilidad elaborados en el Estudio Hidrogeológico, se discretizó cada zona en una malla de elementos cuadriláteros isoparamétricos, cuidando de representar adecuadamente los contornos del contacto roca-relleno, el trazado del río y de canales, y los límites de zonas geológicamente similares. Finalmente se asignó a cada elemento valores para los coeficientes de transmisibilidad y almacenamiento representativos de su área.

Con estos antecedentes, más la información sobre caudales de bombeo desde pozos, número de horas diarias de bombeo en cada mes, tasas de infiltración desde el río Elqui y canales, tasas de extracciones artificiales desde el dren Punta de Piedra en el sector El Molle - La Serena, y los niveles piezométricos medidos mensualmente en los pozos de las zonas en estudio, se calibró y validó el modelo para ambas zonas de modo de representar adecuadamente los sistemas de aguas subterráneas en explotación.

En la zona El Molle - La Serena los costados norte y sur corresponden al contacto roca-relleno, asimilados a bordes impermeables. Los límites oriente y poniente son secciones de recarga y descarga natural del sistema acuífero, respectivamente, en tanto que los límites poniente y nor-poniente fueron adoptados en forma artificial, de modo que aproximadamente coinciden con el límite natural de la cuenca del río Elqui en esos sectores. En esta zona se tuvo especial cuidado en representar el trazado de los canales de regadío y del río Elqui para poder considerar la infiltración que se produce hacia la napa de aguas subterráneas. La malla elaborada está compuesta de 171 elementos y 366 nudos.

En la zona Pan de Azúcar los costados oriente y poniente corresponden a cerros, los que fueron asimilados a bordes impermeables para efectos de la aplicación del modelo. Se definieron los límites norte, nor-poniente y sur de la zona, de modo que a través de los límites sur y nor-poniente el escurrimiento subterráneo fuera normal a ellos tal como efectivamente ocurre y, en el límite norte, correspondiente a la Quebrada Peñuelas, tangencial. Esta zona se dividió en una malla de 50 elementos y 152 nudos distribuidos de manera de hacer coincidir la ubicación de los sondajes existentes con algunos de los nudos.

- **Simulación de Años con Demanda de Aguas Subterráneas para Riego**

En el estudio de la hidrogeología del Valle de Elqui efectuada en el Capítulo IV.4, se llegó a la conclusión que los recursos subterráneos no eran una solución para los problemas hídricos del valle. Por esta razón se decidió utilizar dichos recursos para satisfacer, o bien, paliar en parte los déficit que se presentarán en el manejo de los recursos superficiales.

El caso que se analizó con el modelo corresponde al caso CA03 que es el que se ha utilizado como básico en todos los estudios realizados.

Las demandas al sistema subterráneo corresponden a los caudales que no pudieron ser suplidos por el sistema de aguas superficiales, incluido el embalse Puclaro.

Las demandas de los sectores de riego 7 (Altovalsol) y 9 (Pampa - Herradura) deben ser suplidas por el denominado sector El Molle - La Serena del Modelo Hidrogeológico. Las demandas del sector de riego 8 (Bellavista) es suplida por el sector Pan de Azúcar de dicho modelo.

En los cuadros I.2.51, I.2.52, y I.2.53, se reproducen las demandas de riego indicadas.

Cabe hacer notar que estas demandas corresponden exclusivamente a las de regadío, por lo que son independientes de las demandas de agua potable e industrial existentes en cada zona.

Se hace necesario conocer entonces, la respuesta de ambos sistemas acuíferos a los requerimientos, por lo que se diseñó un esquema de simulaciones de acuerdo con la siguiente metodología de trabajo:

1) Se simuló períodos de 12 meses, partiendo en el mes de Octubre, que corresponde al primer mes de la temporada de riego con demanda de aguas subterráneas.

2) De acuerdo a los cuadros anteriores, se definió 7 años a procesar, los que en orden de demandas decrecientes para riego son : 71-72, 70-71, 69-70, 62-63, 61-62, 60-61 y 76-77.

CUADRO I.2.51

DEMANDAS A LOS RECURSOS SUBTERRANEOS (m^3/s)

SECTOR 7 ALTOVALSOL

AÑOS	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR
1960	000	000	000	000	000	000	000	022	000	879	1.392	000
1961	000	000	000	000	000	000	005	924	3.180	2.818	1.212	000
1962	000	000	000	000	000	002	1.185	3.750	3.786	3.298	1.659	000
1969	000	000	000	000	001	1.284	2.572	3.318	3.354	3.042	1.605	000
1970	000	000	000	000	001	972	2.891	4.065	4.018	3.557	2.148	125
1971	000	000	000	000	000	1.658	2.903	4.075	4.023	3.478	1.880	055
1976	000	000	000	000	000	000	000	000	018	000	788	000

CUADRO I.2.52

DEMANDAS A LOS RECURSOS SUBTERRANEOS (m^3/s)

SECTOR 9 LA PAMPA-LA HERRADURA

AÑOS	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR
1960	000	000	000	000	000	000	000	000	000	499	882	000
1961	000	000	000	000	000	000	000	472	1.946	1.769	753	000
1962	000	000	000	000	000	000	669	2.343	2.338	2.084	1.073	000
1969	000	000	000	000	000	792	1.498	2.057	2.059	1.916	1.035	000
1970	000	000	000	000	000	596	1.689	2.552	2.488	2.253	1.425	086
1971	000	000	000	000	000	1.032	1.696	2.559	2.491	2.202	1.233	022
1976	000	000	000	000	000	000	000	000	000	000	448	000

CUADRO I.2.53

DEMANDAS A LOS RECURSOS SUBTERRANEOS (m^3/s)

SECTOR 8 BELLAVISTA

AÑOS	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR
1960	000	000	000	000	000	000	000	028	000	1.114	1.953	000
1961	000	000	000	000	000	000	007	1.173	3.931	3.569	1.701	000
1962	000	000	000	000	000	003	1.585	4.763	4.680	4.178	2.327	000
1969	000	000	000	000	001	2.038	3.439	4.214	4.147	3.854	2.252	000
1970	000	000	000	000	001	1.544	3.866	5.163	4.967	4.506	3.014	276
1971	000	000	000	000	000	2.633	3.882	5.176	4.973	4.406	2.638	121
1976	000	000	000	000	000	000	000	000	022	000	1.106	000

3) Se analizó la infraestructura de sondajes existentes, determinándose la capacidad máxima de extracción de caudal desde ellos en cada zona.

4) Los pozos destinados a agua potable o a uso industrial se mantuvieron inalterados, manteniendo el caudal y número de horas de bombeo actuales por mes.

5) Para satisfacer la demanda de aguas subterráneas se modificó proporcionalmente a la situación actual (de calibración), el tiempo de operación de cada pozo existente. Sin embargo, en los meses de mayor demanda, el número existente de pozos de riego se hace insuficiente, por lo que se simuló suponiendo la existencia de más pozos en la misma ubicación y de las mismas características de los existentes, cuando fue necesario. Esto quedó representado en el modelo, por tiempos mayores a las 24 horas diarias de operación.

6) Se planteó, como operación alternativa de los sistemas, ubicar nuevos pozos en otros puntos de la zona, dando una distribución más uniforme al caudal extraído. Para ello se dividió cada sistema en subsectores de características similares, adoptando dichas características para los nuevos pozos. Esta situación de operación fue necesaria, tal como se describe más adelante, en los 3 años de mayor demanda, ya que al estar el bombeo muy concentrado se producían depresiones superiores a las aceptables en nudos aislados, en circunstancias que en otros nudos aún existía un volumen almacenado posible de extraer.

- Conclusiones

Los resultados obtenidos confirman lo aseverado anteriormente respecto a que las aguas subterráneas no son solución para los problemas hídricos del valle, pues no son capaces siquiera de solucionar los déficit de los recursos superficiales, incluídos nuevos embalses de regulación.

Los únicos años en que los recursos subterráneos, con la actual infraestructura de pozos, son capaces de satisfacer la demanda que se les plantea, son los años 60/61 y 76/77.

La temporada 76/77 corresponde a un año en que si bien hubo un déficit en los recursos superficiales, no es considerado como año fallado, por cuanto la falla total anual es menor de un 10% de la demanda total anual.

De los años que realmente pueden considerarse fallados, sólo se puede satisfacer su demanda en el año 60/61 en todos los sectores analizados, con la actual infraestructura de pozos.

En los sectores de riego 7 y 9 esta demanda es satisfecha además en los años 61/62 y 62/63. Para satisfacer la demanda planteada en los demás años se requiere de pozos adicionales y es preciso efectuar recargas a la napa.

En el sector de riego 8 ni siquiera aumentando el número de pozos es posible satisfacer todas las demandas planteadas en los años 61/62, 62/63, 69/70, 70/71 y 71/72.

Por lo anterior, no se estima necesario la construcción de nuevos pozos, ya que sólo solucionarían los problemas de unos pocos años pero no

eliminarían los déficit en otros, siendo necesario hacer inversiones de cierta importancia con un lucro cesante muy grande. Además, significaría tener que efectuar recargas a la napa con un cierto costo que no se justifica por los resultados a obtener.

La actual infraestructura de pozos permite satisfacer totalmente la demanda planteada por los déficit de los recursos superficiales en aquellos años en que dichos déficit no son considerados como fallas debido a la norma utilizada, o sea, en aquellos años en que los déficit son menores que un 10% de la demanda total.

2.9 ANTEPROYECTO DE OBRAS CIVILES

2.9.1 ESTUDIO DE LAS CRECIDAS

Estudio de Crecidas (Método Probabilístico)

. Introducción y Antecedentes Existentes

La cuenca del río Elqui se encuentra ubicada entre los 29°20' y los 30°30' de latitud Sur, distinguiéndose tres subcuencas : Cuenca del río Turbio, Cuenca del río Claro y Cuenca baja o del Valle del río Elqui.

La cuenca del río Turbio tiene una superficie de 4.196 km^2 y sus recursos hídricos provienen esencialmente de la alta cordillera, producto de los deshielos de la nieve acumulada.

La cuenca del río Claro tiene una superficie de 1.552 km^2 y sus recursos hídricos provienen, fundamentalmente, de los derretimientos de nieve de la alta cordillera y, ocasionalmente, de las crecidas generadas por los grandes temporales que algunos años tienen lugar durante el período Mayo-Septiembre.

La cuenca del valle del río Elqui corresponde a la subcuenca comprendida entre la junta de los ríos Claro y Turbio y su desembocadura en el Océano, con una superficie de 3.897, Km^2 .

Los antecedentes disponibles corresponden a las series anuales de los caudales medios máximo diarios (QMd) y en algunos casos a los caudales peak o máximos instantáneos (QMi) de las estaciones fluviométricas estudiadas en el capítulo IV Recursos de Agua.

Para cada estación se ha seleccionado una serie anual para el período pluvial y otra para el período de deshielo.

En estas series se han incluído todos los años de los cuales se posee estadística, con el fin de tener una serie más representativa, lo que es muy interesante en zonas semi áridas como Elqui, donde la iregularidad de las precipitaciones es grande.

Analizando hidrológicamente las estadísticas se concluye :

- Desde el punto de vista hidrológico el período pluvial abarca los meses de Mayo-Agosto y el de deshielo el de Septiembre-Abril, ya que en el mes de Septiembre comienza el deshielo y dura al menos hasta el mes de Abril.

- Existen numerosos años durante los cuales no se producen grandes precipitaciones, por lo cual prácticamente no se generan crecidas pluviales ni de deshielo.

- Cuando se produce un año muy lluvioso su influencia afecta al año siguiente. Esto se advierte fácilmente cuando un año es poco lluvioso, ya que la onda de deshielo se continúa durante el período pluvial, dándose el caso que el mayor QMd de este período se produce el 1° de Mayo. Esta influencia llega a abarcar el período siguiente de deshielo.

- Es frecuente que los QMd del deshielo sean superiores al QMd del período pluvial, especialmente para pequeños períodos de retorno.

- Las crecidas pluviales tienen, generalmente, su QMd el mismo día en todas las estaciones fluviométricas.

- Como el máximo deshielo de la cuenca alta del río Turbio no coincide con el de la cuenca alta del río Claro, los QMd anuales de las crecidas de deshielo no se producen el mismo día, lo cual influye en el día en que se produce el QMd a lo largo del río Elqui.

. Método de Trabajo

Se efectuó un análisis del período 1947/48-1980/81, durante el cual existen datos de seis de las estaciones fluviométricas con bastante continuidad, y posteriormente se efectuó un estudio del período 1941/42-1980/81 del cual se tiene estadísticas en las estaciones del río Turbio en Varillar y río Claro en Rivadavia.

. Análisis y Correción de las Estadísticas Período 1947/48-1980/81

Para el análisis de las estadísticas de QMd se han realizado correlaciones gráficas, para los períodos pluvial y de deshielo.

El análisis de bondad del QMd se realizó solamente para aquellos años que presentan dispersión en alguna correlación.

. Relación entre el Caudal Medio Máximo Diario (QMd) y el Caudal Máximo Instantáneo (QMi).

Para calcular la probabilidad de los QMi, se obtuvo la relación :

$$QMi = f\ (QMd)$$

efectuando una correlación gráfica entre ambos valores, en aquellas estaciones en las cuales, por tener control limnigráfico se han obtenido los dos caudales de una misma crecida.

Las estaciones en las cuales se tienen valores de los QMd y QMi son :

Río Turbio en Huanta
Río Claro en Montegrande
Río Elqui en Algarrobal
Río Elqui en Almendral
Río Elqui en Punta de Piedra

Crecidas de Deshielo:

En Chile en el caso de las crecidas de deshielo, que son un "tren" de ondas diarias, de tipo sinusoidal, la relación entre el QMi y el QMd varía entre 1,40 y 1,05, según se mida el caudal en la alta cordillera o en el valle, disminuyendo su valor conforme nos dirigimos a la desembocadura, por amortiguamiento de la onda y aplanarse por ondas afluentes al cauce principal y cuya hora del QMi es distinto.

En este caso, ambos son muy parecidos, por lo cual se adoptó como valor del coeficiente de regresión el valor conservador de 1,10, o sea :

$$QMi = 1,1\ QMd$$

Crecidas Pluviales:

Al seleccionar las crecidas para formar la serie anual de los QMd, se adoptó como tal el máximo valor producido en el año, como es lógico. Sin embargo, en este caso, el máximo valor no siempre corresponde a una crecida propiamente tal sino a una ondulación generada por una lluvia poco importante o bien, a la recesión del año anterior o a la continuación del deshielo.

Por este motivo, al llevar a cabo las correlaciones gráficas el coeficiente de regresión es cercano a 1,0 , solamente en el caso del río Elqui en Algarrobal, se tiene una ecuación de regresión,

$$QMi = 1,36\ QMd$$

para los años 1949, 1960, 1965, 1978 y 1980, durante los cuales se produjeron crecidas bien definidas.

En el caso del río Elqui en Punta de Piedra la relación es más alta, m = 1,70, existiendo bastante dispersión.

Estas discrepancias son debidas a deficiencias del control y a curvas de descarga poco definidas en la parte alta. Por este motivo, y de acuerdo a la experiencia obtenida en otras cuencas, se adoptará para todas las estaciones la relación :

$$QMi = 1{,}50\ QMd$$

- **Probabilidad de los Caudales medios máximos diarios (QMd) y Caudales Máximos Instantáneos (QMi)**

El análisis de las series al dibujarlas en los gráficos de Gummbel demuestra que no se le puede ajustar esta distribución. Por este motivo se ha realizado una ajuste gráfico, teniendo en cuenta la tendencia de los puntos; tendencia que es válida solamente para períodos de retorno pequeño como se ve posteriormente en el punto 1.1.7 del Capítulo XI.

Período Pluvial:

Teniendo en cuenta lo expresado en puntos anteriores, se han obtenido los siguientes caudales de cada estación, incluidos a continuación:

CUENCA RIO ELQUI

CRECIDAS PLUVIALES

PROBABILIDAD DE LOS QMd Y QMi (METODO DE GUMBEL)

RIO TURBIO EN HUANTA								
TR (años)	5	10	20	50	100	200	500	1.000
QMd (m^3/s)	7,5	11,0	14,0	18,5	21,5	25,0	29,0	32,5
QMi (m^3/s)	11,5	16,5	21,0	28,0	32,5	37,5	43,5	49,0
RIO TURBIO EN VARILLAR								
TR (años)	5	10	20	50	100	200	500	1.000
QMd (m^3/s)	9,0	14,7	20,0	24,5	32,5	37,5	44,5	49,5
QMi (m^3/s)	13,5	22,0	30,0	37,0	49,0	56,5	67,0	74,5
RIO CLARO EN MONTEGRANDE								
TR (años)	5	10	20	50	100	200	500	1.000
QMd (m^3/s)	7,5	14,0	23,0	35,0	44,0	53,0	65,0	74,0
QMi (m^3/s)	11,5	21,0	34,5	52,5	66,0	79,5	97,5	111,0
RIO CLARO EN RIVADAVIA								
TR (años)	5	10	20	50	100	200	500	1.000
QMd (m^3/s)	9,0	16,0	28,0	45,0	57,0	69,0	85,0	98,0
QMi (m^3/s)	13,5	24,0	42,0	67,5	85,5	103,5	127,5	147,0

Continuación

RIO ELQUI EN ALGARROBAL								
TR (años)	5	10	20	50	100	200	500	1.000
QMd (m^3/s)	18	25	44	68	87	105	130	149
QMi (m^3/s)	27	38	66	102	131	158	195	224
RIO ELQUI EN GUALLIGUAICA								
TR (años)	5	10	20	50	100	200	500	1.000
QMd (m^3/s)	19	28	48	74	94	114	141	161
QMi (m^3/s)	29	42	72	111	141	171	212	242
RIO ELQUI EN ALMENDRAL								
TR (años)	5	10	20	50	100	200	500	1.000
QMd (m^3/s)	21	32	54	82	104	125	154	175
QMi (m^3/s)	32	48	81	123	156	188	231	263
RIO ELQUI EN PUNTA DE PIEDRA								
TR (años)	5	10	20	50	100	200	500	1.000
QMd (m^3/s)	28	42	72	111	140	170	208	237
QMi (m^3/s)	42	63	108	167	210	255	312	356

Período de Deshielo:

En este caso se presenta el mismo problema que en el período pluvial, respecto a la distribución probabilística de los QMd.

Del análisis de las series se concluye que las crecidas de deshielo en el río Turbio en Huanta y Varillar son iguales, igual cosa ocurre con las del río Claro en Montegrande y Rivadavia y a lo largo del río Elqui por no tener aportes nivales entre ellas.

Los resultados obtenidos se incluyen a continuación:

CUENCA RIO ELQUI

CRECIDAS DE DESHIELO

PROBABILIDAD DE LOS QMd y QMi (METODO DE GUMBEL)

RIO TURBIO EN HUANTA								
RIO TURBIO EN VARILLAR								
TR (años)	5	10	20	50	100	200	500	1.000
QMd (m^3/s)	16	26	39	60	76	91	112	128
QMi (m^3/s)	18	29	43	66	84	100	123	141
RIO CLARO EN MONTEGRANDE								
RIO CLARO EN RIVADAVIA								
TR (años)	5	10	20	50	100	200	500	1.000
QMd (m^3/s)	15	26	38	53	64	75	90	101
QMi (m^3/s)	17	29	42	58	70	83	99	111
RIO ELQUI EN ALGARROBAL								
TR (años)	5	10	20	50	100	200	500	1.000
QMd (m^3/s)	30	50	68	92	111	129	154	172
QMi (m^3/s)*	33	55	75	101	122	142	169	189

*) : El valor de QMi se amortigua en dirección hacia el mar (desembocadura.

- **Ondas de Crecida (Hidrograma Unitario)**

. **Introducción. Antecedentes**

En el estudio se calcularon ondas de crecida de diferente período de retorno en aquellas cuencas controladas limnigráficamente y que además se puedan obtener ondas de crecidas históricas.

Las únicas estaciones limnigráficas válidas son :

- Turbio en Varillar
- Elqui en Algarrobal

Para determinar la precipitación media de la cuenca se poseen estaciones pluviométricas en :

- Fundo Los Nichos
- Rivadavia

de las cuales sólo Rivadavia es pluviográfica pero cuyo registro no es contínuo.

Se adoptó como línea de nieve la cota 2.400 m.s.n.m.

. Conclusiones, Observaciones y Recomendaciones

Analizando los resultados obtenidos se concluye :

1° Utilizando el método de Gumbel para ajustar una ley de probabilidades a las series anuales de los QMi de las crecidas de deshielo y pluviales del río Turbio en Varillar, se observa que las crecidas de deshielo son mayores que las pluviales, aún cuando aquellas están influenciadas por la regulación del embalse La Laguna, que no se ha tomado en cuenta por falta de antecedentes. No ocurre igual para los grandes períodos de retorno al considerar los QMi obtenidos utilizando el método del Hidrograma Unitario.

Esto puede observarse en el siguiente cuadro :

	QMi		
Período de Retorno (años)	Pluvial (Gumbel)	Deshielo (Gumbel)	Pluvial (H.U.)
20	30	43	15
50	37	66	63
100	49	84	192
200	57	100	314
500	67	123	468
1.000	75	141	581

2° Al aplicar el método de Gumbel a las series anuales de los QMi del río Claro en Rivadariva, la crecida de deshielo es muy superior a la pluvial para períodos de retorno hasta 20 años, después son mayores las crecidas pluviales; mientras que en Montegrande para períodos de retorno altos los QMi tienden a igualarse, como puede observarse en el siguiente cuadro :

TR (años)	5	10	20	50	100	200	500	1000
Desh.QMi m3/s	17	29	42	58	70	83	99	111
Pluv. QMi(CM) m3/s	11,5	21,0	34,5	52,5	66,0	79,5	97,5	111
QMi(CR) m3/s	13,5	24,0	42,0	67,5	85	103,5	127,5	147

3° Las crecidas de deshielo son superiores en el río Turbio que en el río Claro, como puede observarse en el siguiente cuadro comparativo :

Período de Retorno (años)	QMi(m3/s) Río Claro (m3/s)	QMi(m3/s) Río Turbio (m3/s)
5	17	33
10	29	55
20	42	75
50	58	101
100	70	122
200	83	142
500	99	169
1.000	111	189

4° Las crecidas pluviales aumentan al dirigirnos hacia la desembocadura, lo que es lógico por irse incorporando nuevas cuencas colaborantes.

5° A lo largo del río Elqui las crecidas pluviales son mayores que las de deshielo.

Para mostrar lo que ocurre en el río Elqui en Algarrobal, en el cuadro siguiente se comparan los QMi de diferente período de retorno de la crecidas de deshielo y pluviales obtenidos utilizando el método de Gumbel y el de estas últimas obtenidas a partir del método del Hidrograma Unitario.

Período de Retorno (años)	QMi		
	Método de Gumbel		Método del H.U.
	Deshielo (m3/s)	Pluvial (m3/s)	Pluvial (m3/s)
5	33	27	-
10	55	38	-
20	75	66	35
50	101	102	298
100	122	131	536
200	142	158	712
500	169	195	1.011
1.000	189	224	1.208

. **Estimación de Ondas de Crecida en la Cuenca**

Cuencas de los Ríos Claro y Turbio:

Para la estimación de ondas de crecida en estas cuencas el procedimiento seguido es el siguiente :

1° A partir de los Hidrogramas Unitarios calculados se obtuvo las constantes C_p y C_t del Hidrograma Unitario Sintético, manteniendo las restantes constantes iguales a las correspondientes a los Hidrogramas Unitarios Sintéticos de la zona Aconcagua-Maule (Revista de la Sociedad de Ingeniería Hidráulica. Número 1, Volumen 1, Agosto 1986).

2° Se calculó la precipitación media de la cuenca considerando el efecto orográfico, manteniendo la distribución temporal.

3° Se adoptó como válida la curva de infiltración

Cuenca del Río Elqui:

En este caso de operó en forma diferente. En primer lugar se estimó el QMi y a partir de él la onda de crecida, como se indica a continuación.

Estimación del QMi:

Para ello se establecerá una relación del tipo

$$m = \frac{QMi(EX)}{QMi(EAg)} = \quad (AX-AAg)$$

donde

QMi(EAg) = QMi en el río Elqui en Algarrobal

QMi(EX) = QMi en el río Elqui en el punto X

AAg = Area de la cuenca del río Elqui en Algarrobal

AX = Area de la cuenca del río Elqui en el lugar X

La relación de los QMi es el coeficiente de regresión respecto Elqui en Algarrobal.

En el siguiente cuadro se incluyen los valores de los diferentes factores :

Cuenca	AT (km2)	AN (km2)	AP (km2)	EP(EAg)-SP(X)	m
R.Elqui en Algarrobal	5.787	5.052	735	0	1,00
R.Elqui en Almendral	6.782	5.052	1.710	975	1,17
R.Elqui en Pta.de Piedra	8.337	5.052	3.285	2.550	1,35

Llevando estos puntos a un gráfico se obtiene en forma gráfica la relación buscada.

Estimación de la Onda de Crecida:

Para calcularlas se transformaron las ondas de crecida de distinto período de retorno del río Elqui en Algarrobal en porcentuales, dándole al QMi el valor de 1,0.

Adoptando estas formas de la onda de crecida válidas para todo el valle del Elqui se pudo calcular la de cada lugar individualmente conocido el

valor de QMi.

El método si bien no es exacto, es aceptable teniendo en cuenta que por la escasez de antecedentes es difícil obtener buenas estimaciones por otros métodos.

Estimación de los QMi del Río Elqui en Embalse Puclaro:

Para estimar los QMi afluentes al embalse Puclaro se aplicará la metodología explicada anteriormente.

Tenemos :

Cuenca total R.Elqui en Emb. Puclaro	S_T = 7.350 km^2
Cuenca nival R.Elqui en Emb. Puclaro	S_N = 5.052 "
Cuenca pluvial R.Elqui en Emb.Puclaro	S_{PL} = 2.298 "

Según el gráfico de la lámina XI.1.17a, del capítulo XI.

$$m = 1{,}325$$

por lo tanto los QMi para los distintos períodos de retorno serán los siguientes :

Período de Retorno (años)	QMi (m3/s) R.Elqui en Algarrobal t = 24h	R.Elqui en Algarrobal t = 48h	R.Elqui en Emb.Puclaro t = 24h	R.Elqui en Emb.Puclaro t = 48h
20	35	35	46	46
50	298	178	395	236
100	536	365	710	484
200	712	484	943	641
500	1.011	637	1.340	844
1.000	1.208	771	1.601	1.022

- **Estudio de las Precipitaciones Máximas de 24 y 48 Horas**

. **Introducción y Antecedentes Disponibles**

Para el estudio de las precipitaciones máximas se han seleccionado las estaciones pluviométricas con estadísticas más largas de acuerdo al estudio fluviométrico realizado en el capítulo IV. Recursos de Agua. De éstas, una se encuentra situada en el valle del río Turbio (Huanta), tres en el valle del río claro (Fundo Los Nichos, Pisco Elqui y Paihuano), una en la confluencia de estos ríos (Rivadavia), y dos en el valle del río Elqui (Vicuña y La Serena).

De un primer análisis se concluye :

1° Ampliando las series de Pisco Elqui y completando las restantes se puede analizar el período anual de 1941-1980.

2° Se puede analizar, análogamente, el período común de 1919-1980, de las estaciones de Paihuano, Rivadavia, Vicuña y La Serena.

. **Conclusiones**

Analizando los resultados se pueden extraer las siguientes conclusiones:

1° La curva de distribución de la probabilidad de las precipitaciones máximas de 24 y 48 horas se ajusta bastante bien a los datos observados, utilizando el método de Gumbel, en contraposición con lo que ocurría con los caudales máximos. La razón estriba en que para que se produzca escorrentía apreciable debe producirse una determinada precipitación por ser la infiltración inicial muy alta y la relación entre la infiltración y la precipitación no es lineal. Comparando las curvas de P24 y P48 y QMd tenemos que las grandes crecidas se producen a partir de un TR 8 años, lo que equivale a P24 muy superiores a 50 mm y P48 superioresa unos 60 mm.

2° El período 1919-1980 presenta valores de P24 y P48 superiores a los obtenidos a partir del período 1941-1980, sin embargo, se recomiendan estos últimos valores, por considerarlos más representativos de las características pluviométricas actuales.

3° Los temporales en el valle del río Claro son más violentos que en los valles del río Turbio y río Elqui, lo que explica que las crecidas pluviales del río Claro sean mayores que las del río Turbio.

2.9.2 Bases Topográficas

Para la realización de los anteproyectos de las obras civiles del "Estudio Integral de Riego del Valle del Elqui" ha sido necesario efectuar diferentes trabajos topográficos en terreno, según sea la

naturaleza de las obras por proyectar.

En estos trabajos se distinguieron tres grandes grupos, a saber: apoyo topográfico para anteproyectos de embalses, canales de interconexión de cuencas y unificación de canales.

2.9.3 Anteproyecto de Embalses

- Embalse Puclaro

. Generalidades

El embalse Puclaro se ubicará a 70°53'W y 30°01'S en el valle del río Elqui a aproximadamente 41 km de la ciudad de La Serena y a 18 km de Vicuña. La obra principal del embalse la constituye un muro de tierra, de aproximadamente 100 m de altura máxima, que se emplazará en un estrechamiento del valle y conocido como angostura Puclaro.

El propósito principal del embalse es servir de elememto de regulación de las aguas del río Elqui, para su aprovechamiento en el regadío. Adicionalmente se podría instalar una pequeña central hidroeléctrica al pié del muro. La capacidad útil del embalse (volumen de regulación) será de 320 millones de metros cúbicos. Las características más relevantes del embalse Puclaro son las siguientes:

Volumen útil embalsado	320 * $10^6 m^3$
Volumen muerto	5,7 * $10^6 m^3$
Volumen total embalsado	325,7 * $10^6 m^3$
Nivel máximo normal de operación	521,00 m.s.n.m
Nivel máximo eventual	524,73 m.s.n.m
Nivel mínimo operación central hidroeléctrica	475,00 m.s.n.m
Nivel mínimo normal de operación del embalse	450,00 m.s.n.m
Cota coronamiento presa	527,00 m.s.n.m
Volumen de rellenos presa	9,5 * $10^6 m^3$
Potencia instalada central	9.000 KW

. Antecedentes Utilizados para la Elaboración del Anteproyecto

Antecedentes Existentes:

Los antecedentes existentes corresponden a los recogidos y elaborados por la empresa consultora SALZGITTER INDUSTRIEBAU GESELLSCHAFT MBH, cuando realizó el Estudio de Factibilidad Física del Embalse Puclaro en Septiembre de 1972, para la D.R. del M.O.P.

En dicho informe se indican en detalle y se incluyen los antecedentes existentes respecto a topografía, climatología, geología de la zona y del lugar de implantación de la presa, hidrología y acarreo de sólidos.

Teniendo en cuenta que uno de los objetivos básicos del estudio fue la comparación técnica y económica entre los embalses Algarrobal y Puclaro, se estimó necesario utilizar bases de diseño homogéneas para el anteproyecto de sus correspondientes estructuras.

De acuerdo a dicho criterio se determinó que los antecedentes hidrológicos contenidos en el Estudio de Factibilidad Física del Embalse Puclaro, realizado por la empresa consultora Salzgitter en el año 1982, eran apropiados para efectuar el prediseño de las obras hidráulicas de los dos embalses.

Antecedentes Complementarios:

En esta etapa de los estudios, en que se ha efectuado un anteproyecto preliminar de las obras para definir su factibilidad, los antecedentes disponibles en el informe mencionado en el punto anterior han sido suficientes para realizar el diseño de las obras. Los antecedentes existentes sólo se han complementado con visitas a terreno para reconocer la zona de la angostura Puclaro y los sitios de empréstito, desde los cuales se extraerán los materiales para construir el muro del embalse.

Presupuesto Embalse Puclaro:

El presupuesto de las obras ha sido estimado al nivel de precios de Febrero de 1985; se han considerado las cubicaciones de las obras sobre la base de los diseños realizados y se han efectuado análisis de precios unitarios de las partidas fundamentales que definen no menos de un 80% del costo de las obras y para los precios no analizados se han adoptado precios por comparación con obras similares o se han aceptado valores globales también por comparación con casos similares de obras de reciente construcción.

Para obtener los precios unitarios totales, se ha agregado al costo directo un 40% por concepto de gastos generales o indirectos, los cuales incluyen los gastos de administración, financieros, impuestos, utilidad del Contratista y varios; con esto se obtiene el Costo Directo Total de las obras.

Para obtener el Costo Final de las obras se ha agregado al Costo Directo Total un 15% por concepto de imprevistos, valor que se estima aceptable para el nivel de los anteproyectos realizados y que está dentro de los valores usados normalmente en este tipo de obras; se han agregado además los costos de "Ingeniería", estimados en un 3% del Costo Directo Total y los costos de supervisión de la construcción, estimados en 5% del Costo Directo Total; a continuación se da un resumen del presupuesto final de las obras del Embalse Puclaro en miles de US$ con nivel de precios de Febrero de 1985 y para una capacidad útil de 320 millones de m^3.

1.- Muro de Presa	US$	69.926,4 miles
2.- Obras de Evacuación de Crecidas	US$	5.428,6 miles
3.- Obras de Entrega	US$	3.732,8 miles
4.- Túnel de Acceso	US$	183,7 miles
5.- Obras de Desviación y Desagüe de Fondo	US$	3.662,3 miles
6.- Suministro y Montaje de Equipos	US$	10.313,2 miles
COSTO DIRECTO TOTAL DE LAS OBRAS	**US$**	**93.247,0 miles**
7.- Imprevistos 15% sobre C.D.T.O.	US$	13.987,1 miles
8.- Gastos de Ingeniería 3% sobre C.D.T.O.	US$	2.797,4 miles
9.- Gtos. Supervisión Constr.5% C.D.T.O.	US$	4.662,4 miles
COSTO DIRECTO FINAL DE LAS OBRAS	**US$**	**114.693,9 miles**

A este costo final de las obras hay que agregar el costo de reubicaciones y de expropiaciones, este último se ha obtenido ponderando el valor de expropiación de los terrenos a orillas del río y cerros (que son la mayoría) y el de algunos terrenos cultivables al final del área de inundación.

1) Area a expropiar : 1.020 há
   Precio medio/há : US$ 300
   Valor expropiación — US$ 306,0 miles

2) Reubicación Camino Principal
   13 km a US$ 435.000 — US$ 5.655,0 miles

3) Reubicación Línea Alta Tensión
   13 km a US$ 6.000 — US$ 78,0 miles

4) Otras infraestructuras e imprevistos — US$ 2.000,0 miles

US$ 8.039,0 miles

Con este valor se obtiene el siguiente costo del Embalse Puclaro, incluídas las expropiaciones y reubicaciones:

COSTO DIRECTO TOTAL OBRAS	: US$	114.693,9 miles
EXPROPIACIONES Y REUBICACIONES:	US$	8.039,0 miles
COSTO TOTAL	**: US$**	**122.732,9 miles**

- **Embalse Algarrobal**

. **Generalidades**

El embalse Algarrobal se ubicará a 70°35'W y 30°01'S en el valle del río Elqui a aproximadamente 74 km de la ciudad de La Serena y a 15 km de Vicuña. La obra principal del embalse la constituye un muro de tierra, de 105 m de altura máxima, que se emplazará en un estrechamiento del valle, conocido como angostura Algarrobal.

El propósito principal del embalse es servir de elemento regulador de las aguas del río Elqui, para su aprovechamiento en el regadío. Adicionalmente, podría resultar atractivo instalar una pequeña central hidroeléctrica al pié del muro. La capacidad útil del embalse (volumen de regulación) será de 320 millones de metros cúbicos. Las características más relevantes del embalse Algarrobal son las siguientes:

Volumen útil embalsado	$320 * 10^6 m^3$
Volumen muerto	$6 * 10^6 m^3$
Volumen total embalsado	$326 * 10^6 m^3$
Nivel máximo normal de operación	883,50 m.s.n.m
Nivel máximo eventual	887,24 m.s.n.m
Nivel mínimo operación central hidroeléctrica	835,00 m.s.n.m
Nivel mínimo normal de operación del embalse	805,50 m.s.n.m
Cota coronamiento presa	890,00 m.s.n.m
Volumen de rellenos presa	$13,2 * 10^6 m^3$
Potencia instalada central	10.200 KW

. **Antecedentes Utilizados para la Elaboración del Anteproyecto**

Antecedentes Existentes:

Los antecedentes existentes los podemos agrupar en tres grandes grupos: hidrológicos, geotécnicos y topográficos.

Respecto a los antecedentes hidrológicos, se supuso que los caudales afluentes al embalse Algarrobal serán los mismos que los usados para el embalse Puclaro. Esto es plenamente válido, en el sentido que la parte de la cuenca del río Elqui que contribuye fundamentalmente al escurrimiento superficial corresponde a la hoya de los ríos Claro y Turbio, que convergen formando el río Elqui sólo algunos kilómetros aguas arriba de la angostura Algarrobal. Lo señalado también puede decirse que es válido para el arrastre sólido, por lo cual se consideraron como válidos para Algarrobal los valores deducidos para el embalse Puclaro en el informe elaborado por la empresa consultora Salzgitter Industriebau Gesellschft Mbh en el año 1972.

Respecto a los hidrogramas de crecidas en Algarrobal, también se utilizaron los antecedentes expuestos en el informe Salzgitter ya que para los efectos prácticos se puede despreciar la hoya comprendida entre Rivadavia, lugar de confluencia de los ríos Turbio y Claro, y Algarrobal.

En lo que se refiere a geotecnia, la Dirección de Riego entre los años 1946 y 1952 realizó exploraciones del subsuelo mediante sondajes y calicatas. Adicionalmente, se tuvieron a la vista informes geotécnicos preparados por los señores Juan Kühn y Ricardo Fenner.

Antecedentes Complementarios:

Para la elaboración del anteproyecto se llevaron a cabo una serie de reconocimientos y prospecciones que fueron las siguientes :

- reconocimiento de perfiles geosísmicos
- ejecución de perfiles geosísmicos
- calicatas y ensayos de laboratorio, tanto en el área de la presa como en los sitios de yacimiento
- ejecución de un sondaje de reconocimiento en el eje de la presa, aproximadamente al centro del valle

Presupuesto Embalse Algarrobal:

En general tanto la situación geográfica, la calidad de los materiales, su utilización y el diseño de las obras del embalse Algarrobal son similares al embalse Puclaro por lo que se estima que, para el nivel de anteproyecto son aplicables los mismós precios unitarios en las excavaciones, hormigones y rellenos de la presa, dado que también las distancias de acarreo son similares. En cuanto a los equipos electromecánicos, han sido estimados separadamente para cada embalse, adoptándose valores globales.

A continuación se da un resumen del presupuesto final de las obras del embalse Algarrobal con nivel de precios a Febrero de 1985 y para una capacidad útil de 320 millones de m^3, en miles de US$:

1.-	Muro de Presa	US$	90.482,3 miles
2.-	Obras de Evacuación y Crecidas	US$	3.249,8 miles
3.-	Obras de Desviación y Desagüe de Fondo	US$	3.550,1 miles
4.-	Túnel de Acceso	US$	1.121,3 miles
5.-	Obras de Entrega	US$	5.168,1 miles
6.-	Suministro y Montaje de Equipos	US$	12.424,6 miles
	COSTO DIRECTO TOTAL DE LAS OBRAS	**US$**	**115.996,2 miles**
7.-	Imprevistos 15% sobre C.D.T.O.	US$	17.399,4 miles
8.-	Gastos Ingeniería, 3% sobre C.D.T.O.	US$	3.480,0 miles
9.-	Gastos Superv. Construcción, 5% C.D.T.O.	US$	5.799,8 miles
	COSTO FINAL OBRAS	**US$**	**142.675,4 miles**

A este costo final de las obras hay que agregar el costo de las expropiaciones y reubicaciones, las cuales se estiman en US$ 7.170,0 miles, debiendo aclararse que este valor debería ser aumentado en el costo que podría significar la reubicación del pueblo de Rivadavia y otros poblados que no han sido considerados. En todo caso, estos posibles valores sólo incrementarían el valor del proyecto Algarrobal, que ya resulta decididamente superior al embalse Puclaro.

La estimación de las expropiaciones en Algarrobal es mayor que en Puclaro debido a que inunda una mayor área cultivable. Los costos de expropiación y reubicación de algunas infraestructuras son los siguientes:

1)	Area a expropiar : 720 há Precio medio/há : US$ 600 Valor expropiación :	US$	432,0 miles
2)	Reubicación Caminos 23 km a US$ 200.000	US$	4.600,0 miles
3)	Reubicación Línea Alta Tensión 23 km a US$ 6.000	US$	138,0 miles
4)	Otras infraestructuras e imprevistos	US$	2.000,0 miles
		US$	**7.170,0 miles**

Con este valor se obtiene el siguiente costo del Embalse Algarrobal incluídas expropiaciones, pero excluída la reubicación de Rivadavia y poblados.

COSTO DIRECTO TOTAL OBRAS	US$	142.675,4 miles
EXPROPIACIONES Y REUBICACIONES	US$	7.170,0 miles
COSTO TOTAL	**US$**	**149..845,4 miles**

2.9.4 Anteproyecto de Canales

El presente estudio corresponde a la elaboración del anteproyecto de algunos canales en el Valle del Río Elqui. El número de canales consultados es cuatro, pero debe hacerse una diferenciación entre ellos.

En dos canales, se contempla el estudio y evaluación de las obras necesarias para aumentar su capacidad, ya que son canales existentes y en funcionamiento. Ellos son, el Canal Peralillo y el Canal San Pedro Nolasco.

Los otros dos son canales nuevos, pretendiéndose con ellos llevar a cabo el traspaso de recursos hídricos entre subcuencas contiguas en la parte alta del valle. Se les ha denominado genéricamente como "Canales de Trasvase".

- **Canales de Trasvase**

El caudal efectivo de ambos canales en la llegada al río de destino debe ser 1 m^3/s.

Presupuesto Canal Turbio-Claro

Canal	:	US$	2.754.950
Obras de Arte	:	US$	193.088
Sub-total	:	US$	2.948.038
Imprevistos 15%	:	US$	442.206
Ingeniería 3%	:	US$	88.441
Supervisión Construcción 5%	:	US$	147.402
TOTAL CANAL TURBIO-CLARO	**:**	**US$**	**3.626.087**

Presupuesto Canal Cochiguaz-Derecho

Canal	:	US$	1.793.177
Obras de Arte	:	US$	69.180
Sub-total	:	US$	1.862.357
Imprevistos 15%	:	US$	279.354
Ingeniería 3%	:	US$	55.871
Supervisión Construcción 5%	:	US$	93.118
TOTAL CANAL COCHIGUAZ-DERECHO	**:**	**US$**	**2.290.700**

- **Ampliación de Canales Existentes**

Introducción

Se contempla el anteproyecto y la evaluación económica de las obras civiles necesarias para aumentar la capacidad de los canales Peralillo y San Pedro Nolasco, actualmente en funcionamiento. Se persigue también, llevar a cabo la modificación del sistema de entregas para adecuarlo a la remodelación propuesta en la Primera Etapa del **"Estudio Integral de Riego del Valle de Elqui".**

Canal Peralillo:

El canal Peralillo tiene su bocatoma situada en el río Elqui, unos 3 km aguas arriba de la localidad de Diaguita. Se desarrolla por la caja del río hasta el km 1,0 en el cual, después de cruzar el Camino Internacional Coquimbo-San Juan, remonta la ladera Sur del valle por la que avanza hasta la altura de la ciudad de Vicuña aproximadamente, donde termina tras un recorrido de 18,5 km.

La principal limitante de la capacidad del canal son sus obras de arte y algunos tramos localizados de poca profundidad de cuneta, en menor grado.

Tomando en consideración la limitación de capacidad de las obras y el mal estado en que se encuentran algunas de ellas, se ha optado por cambiarlas todas, exceptuando el tubo que atraviesa el Camino Internacional por el alto costo de reemplazo y los problemas que representa su construcción en el tráfico vehicular.

Canal San Pedro Nolasco:

El canal San Pedro Nolasco tiene ubicada su bocatoma en los alrededores de la localidad de Marquesa, tomando la ladera derecha del valle después de atravesar el Ferrocarril en el km 1,150. Entre los km 2,521 y 2,877 se desarrolla en túnel. Termina en el km 30,95 después de cruzar la quebrada Santa Gracia.

En general, no dispone de obras adecuadas en los cruces de quebradas y, exceptuando el cruce del Ferrocarril, los cruces de caminos son puentes rústicos. Para efectuar las entregas dispone de algunos marcos partidores y compuertas rústicas en las cuales se evidencia la colocación de tacos de tierra en el canal.

La principal limitante del canal San Pedro Nolasco para llevarlo a una capacidad de diseño inicial de 2,6 m^3/s la constituye el canal mismo, cuya cuneta posee una capacidad de porteo inferior, de acuerdo a sus dimensiones y pendientes.

Presupuesto Ampliación Canal Peralillo

Canal	:	US$	60.088
Obras de Arte	:	US$	68.942
Sub-total	:	US$	129.030
Imprevistos 15%	:	US$	19.355
Ingeniería 3%	:	US$	3.871
Supervisión Construcción 5%	:	US$	6.452
TOTAL AMPLIACION CANAL PERALILLO	**:**	**US$**	**158.708**

Presupuesto Ampliación Canal San Pedro Nolasco

Canal	:	US$	238.488
Obras de Arte	:	US$	84.665
Sub-total	:	US$	323.153
Imprevistos 15%	:	US$	48.473
Ingeniería 3%	:	US$	9.695
Supervisión Construcción 5%	:	US$	16.158
TOTAL AMPLIACION CANAL S.P.NOLASCO	**:**	**US$**	**397.479**

2.10 EVALUACION ECONOMICA

2.10.1 Análisis de Indicadores Económicos

Los estudios realizados para el desarrollo agrícola del Valle del Río Elqui han demostrado fehacientemente que este desarrollo requiere obligadamente la necesidad de contar con un elemento regulador de los recursos hídricos; dichos estudios han indicado además que la mejor solución que puede ser seleccionada, dentro del gran número de posibilidades examinadas, es la que proporcionaría un embalse en la zona de Puclaro; el problema básico a resolver fue entonces la capacidad útil que tendría, bajo la condición de que el riego que él satisfaga tenga una seguridad hidrológica de no menos de 85% adoptado en el estudio.

Basado en los estudios de Ingeniería Agronómica, en el presente capítulo se obtuvieron los elementos necesarios, en términos cuantitativos que dan ciertos indicadores económicos, para la toma de decisión sobre la capacidad útil final que puede ser recomendada como la más conveniente; estos indicadores económicos fueron determinados para las alternativas de capacidad útil seleccionadas dentro de un rango de variación que fue previamente determinado; con el conjunto de valores que se obtuvo para estos indicadores, unidos a consideraciones del valle y de posibles políticas a adoptar sobre la magnitud y alcance de las inversiones a realizar, se estima, que proporcionaron elementos de juicio confiables para definir la capacidad final de la obra.

La Oficina de Planificación Nacional, ODEPLAN, es la entidad gubernamental encargada de dictar normas para la presentación y evaluación de proyectos, con el fin de uniformar criterios que permitan la comparación de proyectos, la selección de inversiones, facilitando a las instancias de inversión pública, el conocimiento de criterios e indicadores a ser

zados. Asimismo es la que determina anualmente los precios sociales de los factores básicos.

La metodología de evaluación económico-social referida en este estudio, se ciñe a las normas dictadas por ODEPLAN, en este estudio.

2.10.1.1 Aspectos Metodológicos

- **Aspectos Generales**

La evaluación de las distintas alternativas de inversión, según capacidad del Embalse Puclaro y superficie regable, se ha efectuado de acuerdo a criterios de rentabilidad económico-social.

Por una parte, se ha efectuado la evaluación bajo el enfoque tradicional a precios de mercado.

La justificación de la evaluación a precios sociales reside en que proyectos de esta características benefician a toda la comunidad.

La evaluación considerará el aumento en lo beneficios netos incrementales por efecto del embalse, en combinación con las distintas alternativas de desarrollo agrícola. En el estudio se han analizado 5 alternativas, de las cuales, la primera corresponde a la situación actual o " sin proyecto " , y las restantes, a distintas alternativas de desarrollo del plan agrícola propuesto para diferentes capacidades del Embalse Puclaro.

2.10.1.2 Alternativas Consideradas para la Evaluación

Las alternativas propuestas son mutuamente excluyentes y reflejan a distintas capacidades de embalse, la cobertura de superficie posible de regar en el Valle de Elqui, siendo el área total regable del proyecto de 24.167 há.

Para cada una de las alternativas, se han valorizado tanto los beneficios derivados de la producción agrícola, como los costos incurridos en las obras civiles y en la producción agrícola, de manera de hacer comparables los flujos de beneficios y costos, o beneficios incrementales, producidos en el horizonte de vida del proyecto estimado en 33 años para fines de evaluación.

- **Situación Actual**

Comprende la actual estructura productiva con una superficie regada en promedio de 14.615,5 ha , a lo largo de 40 años.

El flujo de beneficios y costos de la situación actual se calculó con base en superficies regadas para cada cultivo, las cuales se estimaron a partir de una estadística de caudales captados en bocatoma por los canales del Valle y las demandas hídricas de la estructura productiva actual, dando prioridad en el abastecimiento a los cultivos permanentes.

Para hacer comparables la situación actual a las demás alternativas, en el período de estudio, se determinó el mismo horizonte de análisis, manteniendo la estructura productiva e incorporándole a esta situación actual promedio, el incremento del índice del producto geográfico bruto agrícola regional, en un período de 12 años (1970-1982). Este índice es de 1,87% anual para el período indicado.

- **Situación Futura**

En situación futura se han analizado cuatro alternativas en cada una de las cuales se ha considerado la construcción de un embalse en Puclaro que da una seguridad hidrológica de 85% a la superficie considerada en cada alternativa. Además se considera la ejecución de obras complementarias en mejoramiento de la red de canales existentes y en mejoramiento de la puesta en riego y un plan de asistencia técnica, investigación y transferencia tecnológica.

Aunque la superficie total regada varía en cada alternativa, la superficie de las áreas alta y media (sectores 1 a 6) se mantiene constante e

igual a 6.290 ha, variando sólo la superficie del área baja (sectores 7 al 10) entre 14.167 ha para la alternativa 1 y 17.167 ha para la alternativa 4.

En el cuadro que viene a continuación se presenta, para cada alternativa de la situación futura, la capacidad de embalse requerida y la superficie total regada con 85% de seguridad.

SITUACION FUTURA

Alternativa	Capacidad Embalse millones de m^3	Superficie Regada ha
1	180	21.467
2	214	22.167
3	280	23.167
4	360	24.167

2.10.3 Análisis de las Alternativas

Un examen global de los indicadores económicos calculados para las cuatro alternativas muestra que, en general, los VAN tanto a precios de mercado como a precios sociales aumentan desde la Alternativa 4 hacia la Alternativa 1; estos aumentos se hacen mayores a medida que crece la tasa de actualización que se adopte; se considera que para procurar una fundamentación adecuada de la recomendación que pueda hacerse sobre la capacidad útil final que debería dársele al Embalse Puclaro, se requiere analizar con detalle los resultados obtenidos para los indicadores económicos; en los numerales que siguen se harán los análisis que se consideran oportunos para este fin.

2.10.3.1 Alternativas Elegidas para el Análisis

Con el fin de facilitar una mejor comprensión de la interpretación de los resultados es necesario tener presente algunas consideraciones referentes a las alternativas consideradas en el análisis económico; fue necesario seleccionar algunas alternativas de capacidad útil de embalse (cuatro en nuestro caso) que cubrirán el posible rango en que podría ubicarse la solución recomendada; obviamente se eligió como una de ellas la que permitía cubrir toda el área posible de regar en el valle que sería presumiblemente la mayor en magnitud; las restantes se elegieron asignándole sucesivamente 1.000 há menos; los valores de las áreas cubiertas por cada alternativa fueron las siguientes:

	AREA EN Há			
	ALT.1	ALT.2	ALT.3	ALT.4
a) Area Neta para Análisis Económico	19.175	20.175	21.175	22.175
b) Area Total a servir con el Embalse	21.167	22.167	23.167	24.167

Las áreas de b) corresponden a las áreas totales a las cuales el embalse le entregaría recursos de agua, pero sólo las áreas de a) tienen valor económico para los efectos de evaluación. La diferencia entre ambas áreas corresponde a 1.992 há de propiedades rural-urbanas y huertos familiares que no aportan ingresos al proyecto pero sí requieren de recursos de agua.

La Alternativa 4 representa el área máxima regable dentro del valle; la Alternativa 1 se consideró el límite inferior, bajo el cual el valle quedaría condenado a un desarrollo limitado, presumiblemente en forma indefinida.

Para cada una de estas alternativas se determinaron los costos de inversión de la infraestructura de riego compuesta por los siguientes rubros:

a) Costos del Embalse Puclaro
b) Costos de mejoramiento de canales y canales nuevos
c) Costos de la puesta en riego cargable a inversión
d) Costos de operación de las obras

Utilizando la información de los estudios, se obtuvo a través del programa computacional de regulación del embalse, los volúmenes de embalse útil requeridos para cada una de las alternativas de áreas a regar; se obtuvieron los siguientes resultados :

	Volumen Util $mill.m^3$	Area a Regar Há
Alternativa 1	180	21.167
Alternativa 2	215	22.167
Alternativa 3	280	23.167
Alternativa 4	360	24.167

Puede notarse que el volumen útil de embalse que se requeriría para cubrir las 24.167 há posibles de regar en el valle, sería de 360 $mill.m^3$, valor este que resultó algo superior al valor de 320 $mill.m^3$ que se utilizó para la elaboración del anteproyecto de la presa.

2.10.3.2 Resumen de Resultados de los Indicadores Económicos

En el cuadro que se incluye a continuación aparecen los indicadores económicos VAN y TIR, del proyecto obtenidos para las 4 alternativas consideradas tanto a precios de mercado como a precios sociales.

VAN Y TIR A PRECIOS DE MERCADO

(En Miles de US$)

		ALTERNATIVAS			
		CA01	CA02	CA03	CA04
TASA INTERNA DE RETORNO %		16.5	16.3	15.8	15.3
VAN	al 10%	112.531	112.737	108.920	104.822
	al 11%	84.991	84.652	80.422	75.918
	al 12%	62.379	61.584	57.019	52.186
	al 13%	43.748	42.572	37.735	32.636
	al 14%	28.348	26.852	21.795	16.482
	al 15%	15.584	13.819	8.584	3.100
	al 16%	4.978	2.985	-2.392	-8.012
	al 17%	-3.854	-6.039	-11.529	-17.255

VAN Y TIR A PRECIOS SOCIALES

(En Miles de US$)

		ALTERNATIVAS			
		CA01	CA02	CA03	CA04
TASA INTERNA DE RETORNO %		18.2	18.0	17.5	17.0
VAN	al 10%	150.734	153.485	152.319	150.385
	al 11%	117.730	119.647	117.761	115.129
	al 12%	90.569	91.782	89.299	86.089
	al 13%	68.130	68.749	65.768	62.079
	al 14%	49.526	49.642	46.245	42.158
	al 15%	34.052	33.738	29.995	25.577
	al 16%	21.143	20.462	16.428	11.735
	al 17%	10.343	9.348	5.072	152

Un primer examen indica que los indicadores económicos a precios sociales son más favorables que los calculados a precios de mercado; puede, por ejemplo, decirse que la tasa interna de retorno es del orden de un 2% mayor a precios sociales que a precios de mercado para las 4 alternativas; el valor de estas tasas varía entre 16,5 y 15,3 a precios de mercado y de 18,2 a 17,0 a precios sociales al pasar de la alternativa 1 a la alternativa 4; se aprecia que el VAN de la alternativa 4 se aproxima a cero con tasa de actualización cercana a 15% a precios de mercado y de 17% a precios sociales.

Con el fin de obtener la sensibilidad de los indicadores económicos se calcularon aumentando los costos en un 10% y disminuyendo los beneficios en un 10%.

En estos cálculos de sensibilidad se pudo observar que las diferencias de los VAN con respecto a los del proyecto son mayores cuando los beneficios disminuyen que cuando los costos aumentan en 10%.

Se puede apreciar que la variación porcentual promedio de los VAN a precios de mercado es de 0,43 y 0,15 para aumento de costos y disminución de beneficios respectivamente; estas variaciones a precios sociales pasan a ser 0,65 y 0,39, lo cual da una idea de la fuerte diferencia de sensibilidad del proyecto para las condiciones elegidas.

Con el fin de visualizar el conjunto de indicadores económicos se han elaborado las figuras I.2.6 y I.2.7 en los cuales se muestran en absisas los volúmenes útiles de embalse en millones de m^3 y en ordenadas los valores de los VAN en millones de US$ para tasas de actualización comprendidas entre 10 y 17% y considerando precios de mercado (figura I.2.6) y precios sociales (figura I.2.7); en estas figuras se han marcado con líneas contínuas el valor de los VAN para el proyecto sin variación y

con líneas de segmentos el valor de los VAN del proyecto con disminución de 10% de los beneficios (no se marcó el caso de aumento de 10% en los costos por ser de inferior incidencia).

FIGURA I . 2 . 6

VAN A PRECIOS MERCADO VS. VOLUMEN UTIL EMBALSE

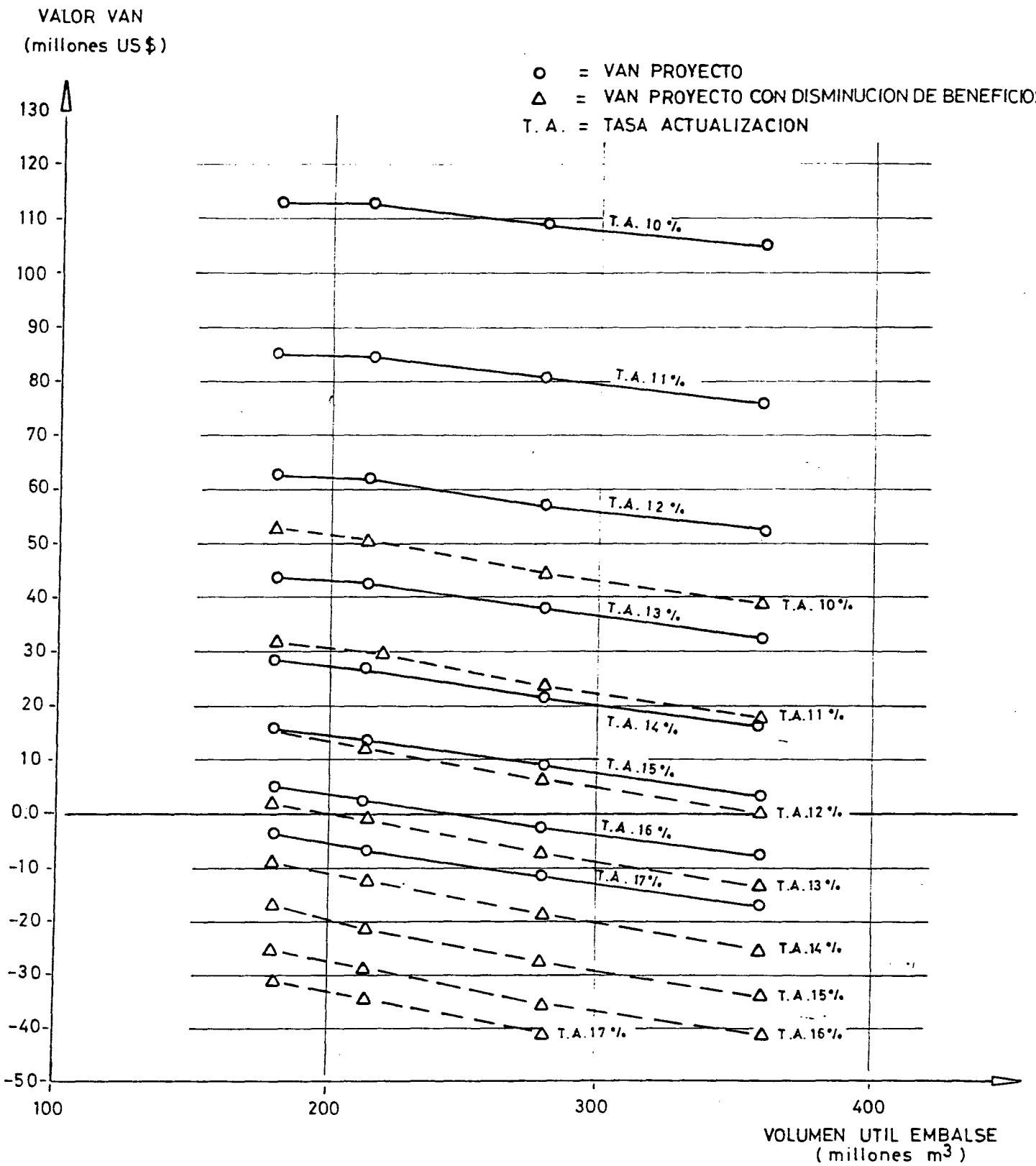
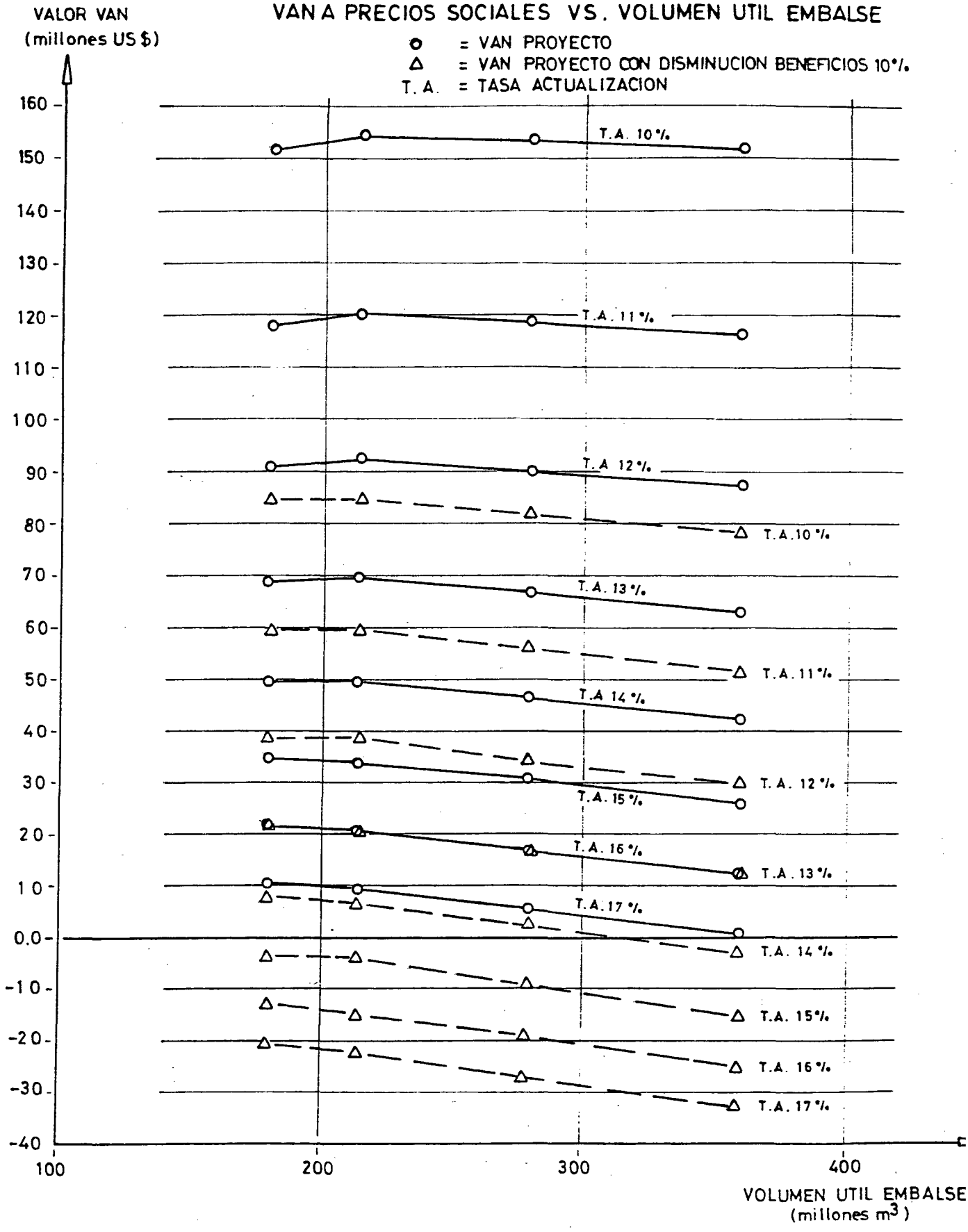


FIGURA 1.2.7

VAN A PRECIOS SOCIALES VS. VOLUMEN UTIL EMBALSE



Los cuadros entregados en el presente capítulo junto con las figuras I.2.6 y I.2.7 muestran un panorama completo de la condición económica del proyecto sin variaciones y con la condición de una disminución de los beneficios de 10%, cuando se consideran precios de mercado y precios sociales.

Una de las consideraciones básicas que es necesario tener en cuenta antes de entrar al problema de recomendar una solución determinada es que ODEPLAN ha recomendado la utilización, a partir del año 1988 de ejecución del proyecto, de una tasa de actualización de 10%; esta tasa la recomienda tanto para los análisis económicos a precios de mercado como a precios sociales.

Del examen de los valores de los indicadores, los cuales pueden visualizarse en las figuras antes indicadas, se pueden enumerar los siguientes hechos:

a) El valor de los VAN se hacen, en general, levemente inferiores al pasar de la alternativa 1 a la 4, acentuándose esta diferencia al aumentar la tasa de actualización; esta circunstancia podría inducir a estimar, desde un punto de vista estrictamente económico, como más conveniente las soluciones de menor volumen de embalse; sin embargo esta aparente ventaja se desvanece si se toman en cuenta los siguientes factores:

   i) Como ha sido explicado anteriormente, el posible desarrollo del área total regable del valle sólo será posible si los recursos de agua disponibles son regulados mediante la construcción de una presa, en nuestro caso el Embalse Puclaro, que permitiría entregar dichos recursos en cantidad adecuada y en la oportunidad requerida, no visualizándose en estos momentos ninguna al-

ternativa plausible para conseguir el desarrollo deseado; de esto resulta que construida la presa Puclaro, el área susceptible de regar que no quede incluida en el proyecto quedaría en un futuro previsible condenada a no poder desarrollarse, lo cual significa condenar al valle de Elqui a un desarrollo limitado de su área de riego susceptible de utilizar.

ii) Es política usualmente aceptada por la Comisión Nacional de Riego y compartida plenamente por el Consultor, que a no mediar algún limitante técnico, económico o de cualquier otra naturaleza, siempre será preferible, al construirse una presa que en general tiene una capacidad fija, elegir aquella capacidad que permita incorporar al riego regulado el máximo de área disponible; concordante con este criterio habría base para inclinarse por la alternativa 4.

iii) El criterio enunciado en ii) se ve fuertemente avalado en el caso presente, por cuanto, si se utiliza la tasa sugerida por ODEPLAN de 10% o una próxima a ella, se puede apreciar que las diferencias de los VAN, tanto a precios de mercado como a precios sociales, para las 4 alternativas son francamente irrelevantes como se muestra a continuación:

	En Miles US $		
	VAN Alt. 1	VAN Alt. 4	Diferencia
A Precios de Mercado	112.531	104.822	7.709
A Precios Sociales	150.734	150.385	.349

De acuerdo a estas cifras, el criterio enunciado en ii) aparece perfectamente aplicable, por cuanto no se visualizan limitantes técnicos o de otra naturaleza.

b) La sensibilidad del proyecto a un aumento de 10% de los costos y separadamente una disminución de los ingresos de este mismo porcentaje, resulta más importante para este último caso.

En las figuras I.2.6 y I.2.7 se han marcado con líneas de segmentos los valores de los VAN para este caso más desfavorable (disminución de beneficios); se puede apreciar que para la tasa de actualización de 10%, el efecto en el valor de los VAN es de una fuerte disminución pero manteniéndose siempre dentro de valores positivos y elevados como puede apreciarse a continuación, si escogemos la alternativa 4:

	En Miles US $		
	VAN al 10% Proy. sin Variación	VAN al 10% Dismin.Benef.	Diferencias
A Precios de Mercado	104.822	38.361	66.461
A Precios Sociales	150.385	76.909	73.476

c) Una posible alternativa de tasa de actualización a la de 10% recomendada por ODEPLAN, podría considerarse la tasa de 12%; esta tasa es la que con frecuencia se emplea en análisis de proyectos, especialmente a precios de mercado, cuando están en juego sólo los méritos propios del proyecto. En este caso las cifras correspondientes serían las siguientes, para la alternativa 4:

	En Miles US$		
	VAN al 12% Proy. sin Variación	VAN al 12% Dismin.Benef.	Diferencias
A Precios de Mercado	52.186	117	52.069
A Precios Sociales	86.089	28.648	57.441

Puede apreciarse que a precios sociales los VAN disminuyen de US$ 86.089 miles a US$ 28.648 miles, valor positivo bastante alejado del valor cero; en cambio a precios de mercado el VAN pasa de US$ 52.186 miles a sólo US$ 117 miles, es decir, una valor muy próximo a cero.

Puede decirse que aún con la tasa de 12%, para el caso de disminución de los beneficios de 10%, los VAN se conservan positivos para las 4 alternativas, pero con valores bastante reducidos; puede decirse que la tasa del 12%, si se considera el análisis a precios de mercado, estaría marcando el límite en el cual podría sustentarse la alternativa 4; para una tasa mayor habría que inclinar la solución a una alternativa de menor volumen.

2.10.3.3 Conclusiones y Recomendaciones

- **Conclusiones**

1) El proyecto de desarrollo del riego del Valle de Elqui con base en la construcción del Embalse Puclaro, muestra, para una amplia gama de tasas de actualización (10% a 17%), indicadores económicos que se consideran favorables dentro del rango de magnitudes de embalse útil (180 y 360 millones m^3) que corresponden al área mínima de desarro-

llo a considerar y el área máxima disponible para el riego en el valle; con la tasa de actualización sugerida por ODEPLAN de 10% el proyecto presenta un VAN positivo levemente superior a US$ 150 millones a precios sociales y de poco más de US$ 100 millones a precios de mercado.

2) La sensibilidad del proyecto a una disminución de los beneficios de un 10%, muestra que el proyecto con una tasa de actualización del 10% tiene un VAN entre US$ 40 y 50 millones a precios de mercado y de alrededor de US$ 80 millones a precios sociales; estos valores resultan superiores si se considera un aumento del 10% en los costos del proyecto.

3) Los VAN del proyecto con disminución de 10% en los beneficios, recién se aproximan a cero para una tasa de 14% a precios sociales y de 12% a precios de mercado.

4) La condición económica general del proyecto muestra para una determinada tasa de actualización, especialmente para las tasas menores, que las diferencias entre los VAN de las distintas alternativas consideradas no son relevantes y por consiguiente, cualquiera de ellas teóricamente podría ser recomendable como solución aceptable.

- **Recomendaciones**

En conformidad con las conclusiones de tipo económico del estudio, especialmente la conclusión 4), y con base en la conveniencia que hay de que con el Embalse Puclaro pueda desarrollar la máxima área disponible para el riego en el Valle de Elqui, el Consultor recomienda la capacidad útil de embalse de 360 millones de m^3 como la más conveniente al emprenderse su construcción.

CAP. II MARCO DE REFERENCIA DEL PROYECTO

INDICE

		Pág. Nº
1	INTRODUCCION	II.1
2	INFORMACION GENERAL DEL SECTOR AGROPECUARIO	II.1
2.1	**Información General a Nivel Nacional**	II.1
	2.1.1 Importancia Relativa del Sector Agropecuario	II.1
	2.1.2 Crecimiento del Sector Agropecuario-Forestal	II.3
	2.1.3 Areas Sembradas, Importación y Exportación	II.5
	2.1.3.1 Areas Sembradas	II.5
	2.1.3.2 Importación y Exportación del Sector Agropecuario	II.8
	2.1.4 Fuerza de Trabajo en el Sector Agropecuario	II.9
	2.1.5 Algunas Políticas Oficiales Relacionadas con la Producción y Consumo de Productos Agrícolas	II.11
	2.1.6 Algunas Acciones Específicas	II.13
2.2	**A Nivel Regional Algunas Informaciones Generales de la IV Región donde se ubica el Proyecto**	II.15
	2.2.1 Diagnóstico	II.15
	2.2.2 Perspectivas del Sector Silvoagropecuario	II.17
3	PRINCIPALES CARACTERISTICAS DEL AREA DEL PROYECTO	II.19
3.1	**Ubicación, Extensión y Límites**	II.19
3.2	**Características Físicas Generales**	II.20
3.3	**Recursos de Agua y su Utilización**	II.22
3.4	**Antecedentes Disponibles y Estudios Realizados**	II.28

1 INTRODUCCION

Este capítulo tiene por objeto mostrar una visión general o marco de referencia en el cual se desarrollará el Proyecto; esta visión comprenderá algunos puntos destinados a dar una información de tipo general muy breve a nivel Nacional y Regional, para luego dar una información sobre las características del área del Proyecto propiamente tal.

2 INFORMACION GENERAL DEL SECTOR AGROPECUARIO

2.1 Información General a Nivel Nacional

2.1.1 Importancia Relativa del Sector Agropecuario

A continuación se muestra el cuadro "Producto Geográfico Bruto, Segun Actividad Económica 1982-85" en el cual puede apreciarse la importancia relativa de los diferentes sectores de la Economía para los años 1981 a 1985.

Producto Geografico Bruto, según Actividad Económica, 1/1982-85

ACTIVIDAD ECONOMICA	MILLONES DE PESOS EN 1977				
	1981	/1982	/1983	/1984	/1985
TOTAL PAIS	383.550	329.523	327.180	347.926	356.447
Agricultura-Silvicultura	28.683	28.084	27.062	28.988	30.612
Pesca	2.485	2.719	2.959	3.299	3.484
Minería	28.084	29.680	29.113	30.405	31.074
Industria Manufacturera	80.336	63.500	65.466	71.858	72.692
Electricidad, gas y agua	7.913	7.921	8.265	8.241	9.150
Construcción	23.518	17.920	17.022	17.737	20.593
Comercio	70.012	57.872	55.873	58.668	59.639
Transporte y Comunicaciones	20.537	18.108	17.842	18.916	19.961
Servicios	113.925	108.504	98.400	a/109.214	a/109.242
Sector Financiero	38.320	36.255	23.317	-	-
Propiedad de Vivienda	21.341	21.561	21.686	-	-
Administración Pública	16.637	16.161	16.504	-	-
Educación	13.390	13.346	13.919	-	-
Salud	10.679	9.822	9.914	-	-
Otros Servicios	13.558	11.359	11.060	-	-
Menos Costo Imputado de los Servicios Bancarios	-23.092	-22.614	- 9.547	-	-
Más:Tributaciones a Importaciones	31.959	17.829	14.725	-	-

Fuente: Banco Central de Chile

1/ Cifras correspondientes a la versión actualizada del Sistema de Cuentas Nacionales

a/ Incluye: Sector financiero, propiedad de vivienda, administración pública, eduación salud, otros servicios, imputaciones bancarias y tributaciones a importaciones.

De este cuadro puede obtenerse la evolución desde 1981 a 1985 de la importancia relativa del sector dentro de la Economía del País.

En Mill. $ 1977

	P.G.B. País	P.G.B. Sector Agric.-Silvic.	Valor Relativo %
1981	383.555	28.683	7,47
1982	329.523	28.084	8,52
1983	327.180	27.062	8,27
1984	347.926	28.988	8,33
1985	356.447	30.612	8,59

Puede observarse que el valor relativo no ha experimentado variaciones importantes en el período considerado, siendo su valor medio de 8,24%.

2.1.2 Crecimiento del Sector Agropecuario - Forestal

La tasa de crecimiento promedio anual del PGB del Sector Agropecuario--forestal durante el período 1960-83 alcanzó el valor de 1,6%.

En el período 1960-82 el crecimiento promedio medido en términos del valor bruto de la producción fue de un 1,7% según datos obtenidos de cuentas nacionales. Durante el período 1980-83 se ha observado un relativo estancamiento del sector.

Para el próximo trienio, sin embargo, se espera revertir esta situación proyectándose un acelerado crecimiento.

Si se adopta un índice de producción física que toma como base la estructura del valor bruto de la producción de 1983 valorada a precios de marzo de 1984 , probablemente el subsector agrícola alcanzará niveles de crecimiento de la producción física superiores al 12% para 1984/85; luego descenderá paulitanemente al 7,5% en 1985/86 y al 5,3% en 1986/87, lo que significa un aumento acumulado del 26,9% para el trienio.

Se estima que el subsector pecuario crecerá a tasas moderadas, inferiores a la de los otros dos subsectores: 4% para 1984 3,5% en 1985 y 2,5% en 1986, lo que permitirá incrementar la producción en un 10% en los próximos tres años.

Por su parte el subsector forestal continuará su dinámica marcha a altas tasas de incremento del 15,5% en 1984; 9,6% en 1985 y 5,7% en 1986, con un aumento acumulado de 33,8%.

El crecimiento del sector Agropecuario-forestal no es más que la suma ponderada de estos crecimientos subsectoriales.

Si se valora la producción a precios constantes de 1977 obtenemos un mayor peso relativo del subsector pecuario que si se adopta una valoración a precios corrientes.

Adoptando distintos métodos de ponderación, se llega a que el sector Agropecuario-forestal crecerá durante 1984/85 a tasas que fluctúan entre 8,7% y 9,9%. Para la temporada 1985/86 estas tasas oscilarán entre 5,8% y 6,5%. Finalmente, para 1986/87 se atenuarán estas variaciones alcanzando valores entre 4,1% y 4,5%.

De esta manera, estos aumentos anuales generarán un crecimiento acumulado en trienio 1984/1986 que fluctuará entre el 19,7% y el 22,3%. Esta información aparece detallada en el cuadro N° 2.

CUADRO N° 2

CRECIMIENTO DEL PGB ESTIMADO 1/ DEL SECTOR AGROPECUARIO-FORESTAL

TRIENIO 1985/86

Subsectores	1984	1985	1986	Tasa Prom.Anual	Acumulado Trienio
Agrícola	12,1	7,5	5,3	8,2	26,7
Pecuario	4,0	3,5	2,5	3,3	10,2
Forestal	15,5	9,6	5,7	10,2	33,8
Total Según ponderaciones a precios constantes 1977 2/	8,7	5,8	4,1	6,2	19,7
Según ponderaciones a precios corrientes de 1983 3/	9,9	6,5	4,5	6,9	22,3

Fuente: Elaborado por ODEPA - ODEPLAN:

1/ Estimado en base a la estructura del valor bruto de la producción de 1983.

2/ Ponderación Subsectoriales: Agrícola 49,9%: Pecuario 44,6%: Forestal 5,5%.

3/ Ponderación Subsectoriales: Agrícola 56,5%: Pecuario 32%: Forestal 11,5%

2.1.3 Areas Sembradas, Importación y Exportación

2.1.3.1 Areas Sembradas

En el Compendio Estadístico 1986, pág. 100 (publicado por el Instituto Nacional de Estadística) aparece un cuadro general del uso del suelo en el país, de este cuadro se han extractado los valores de las áreas sembradas de la IV Región y del país para Noviembre/Diciembre 1985.

Uso del Suelo, IV Región y País

REGION Y PROVINCIA 1/	USO DEL SUELO (Hectaŕeas)									
	TOTAL	Cereales y Chacras y cultivos industriales (anuales y permanentes) 2/	Forrajeras anuales	Praderas artificiales permanentes 3/	Praderas naturales y mejoradas	Hortalizas y flores (anuales y permanentes)	Frutales	Viñas y Parronales	Suelos arados en barbecho y rastrojo	Otros suelos
1) IV De Coquimbo	102.800	18.380	3.030	5.750	34.160	3.560	6.150	6.210	5.090	20.470
Elqui	30.190	6.160	680	780	8.890	1.590	2.330	1.700	1.660	6.420
Limarí	54.490	7.550	2.040	4.100	17.980	1.530	3.160	3.950	2.990	11.190
Choapa	18.120	4.670	310	890	7.290	440	660	560	440	2.860
2) País	9.478.220	1.092.780	59.490	319.370	4.510.010	70.690	153.410	75.530	220.080	2.974.860

1/ La investigación se centró en las regiones III a X y Metropolitana

2/ Incluye cultivos asociados con forrajeras

3/ Excluye praderas asociadas con cultivos

4/ Excluye provincia de Palena

De este cuadro se deducen los siguientes valores relativos del uso del Suelo de la IV Región con referencia del área total del país y del valle del Elqui respecto del de la IV región:

CULTIVOS	AREAS SEMBRADAS Ha			%	%
	País	IV Región	Valle Elqui	de 2	de 3
	1	2	3	sobre 1	sobre 2
Cereales,chacras y cult.permanentes	1.092.780	18.380	6.160	1,68	33,5
Forrajeras anuales	59.490	3.030	680	5,09	22,4
Praderas artificiales permanentes	319.370	5.750	760	1,80	13,2
Praderas naturales mejoradas	4.510.010	34.160	8.890	0,76	26,0
Hortalizas y Flores	70.690	3.560	1.590	5,04	44,7
Frutales	154.410	6.150	2.330	4,00	36,1
Viñas y Parronales	75.530	6.210	1.700	8,22	27,4
Suelos arados,en barbecho	220.080	5.090	1.660	2,31	32,6
Otros Suelos	2.974.860	20.470	6.420	0,69	31,4

En este cuadro puede apreciarse que en terminos relativos, el uso del suelo de la IV Región respecto del País tiene su mayor incidencia en los rubros Hortalizas, Frutales y Viñas y Parronales; puede apreciarse además que el valle del Elqui representa alrededor de 1/3 del área agrícola de la IV región.

2.1.3.2 Importación y Exportación del Sector Agropecuario

En el Compendio Estadístico 1986, págs. 180 y 181 aparece información sobre las importanciones y exportaciones del sector para los años 1981 a 1985.

a) Importación.-

A continuación se dan los valores de importación del sector Agropecuario en los rubros "Bienes de Consumo" y "Bienes Intermedios" consistente en " Matérias primas de origen agropecuario ":

Importación de Bienes Sector Agropecuario
en Millones de US$

	Bienes de Consumo	Materias Primas Origen Agropecuario
1981	32,9	327,2
1982	22,3	277,0
1983	11,8	265,3
1984	11,9	218,0
1985	9,2	112,5

b) Exportación.-

A continuación se dan las cifras de embarques de exportación, en millones de dólares, para los años 1981-1985:

Embarques de Exportación en Millones de US$

	Prod.Agric.	Prod.Pecuarios	Prod.Forest.
1981	268,0	29,1	2,1
1982	278,1	33,5	2,2
1983	253,7	26,4	2,3
1984	345,6	29,1	1,6
1985	436,1	26,8	1,3

De estos cuadros puede apreciarse que en el período 1981-85, se ha producido una apreciable disminución de las importaciones tanto de bienes de consumo como de materias primas de origen agropecuario y simultáneamente un manifiesto aumento en el valor de los embarques de exportación en productos agrícolas, notándose poca variación en los productos pecuarios y forestal.

2.1.4 Fuerza de Trabajo en el Sector Agropecuario

A continuación se muestra un cuadro que contiene la fuerza de trabajo de la IV Región y del País dividida en "Ocupados" y "Desocupados" para los períodos Octubre-Dicienbre 1983-1985.

Composición de Fuerza de Trabajo

	Oct.-Dic.1983		Oct.-Dic.1984		Oct.-Dic.1985	
	País	IV Región	País	IV Region	País	IV Región
i) Población total N° miles	11.579,9	428,0	11.7755,7	434,7	11.972,3	441,0
ii)Ocupados N° miles	3.215,7	102,7	3.349,3	110,8	3.537,4	110,4
iii)Desocupados N° miles	551,9	20,3	541,3	16,4	481,3	16,4
iv)Total ii) + iii) N°miles	3.767,7	123,0	3.890,7	127,2	4.018,7	126,8
V) Tasa desocupación %	14,6	16,5	13,9	12,8	12,0	12,9

Puede observarse, que en 1983 la tasa de desocupación de la IV región fué superior a la nacional, bajando bruscamente en 1984, para luego prácticamente mantenerse en 1984.

Para apreciar la ocupación en el Sector Agropecuario se ha elaborado el cuadro que sigue en que aparece la fuerza de trabajo ocupada en el Sector Agropecuario en la IV Región y en el País para el mismo período Octubre-diciembre 1983-1985.

Fuerza de Trabajo Ocupada
en el Secto Agropecuario
N° en Miles

	Población Ocupada	
	País	IV Región
Oct-Dic 1983	509,4	27,3
Oct-Dic 1984	536,2	26,4
Oct-Dic 1985	585,9	26,1

Se puede apreciar que la ocupación en el sector Agropecuario, en el período considerado, ha tendido a decrecer levemente.

2.1.5 Algunas Políticas Oficiales Relacionadas con la Producción y Consumo de Productos Agrícolas

Sobre la base del principio de Subsidiaridad del Estado dentro de un regimen de libertad económica, el programa Trienal 1984-86 fija una serie de políticas y acciones que se ejercerán en la conducción de la actividad del agro; a continuación se muestran las principales:

a) Política de Precios.-

Se mantendrán precios libres en un sistema de economía de mercado; el Estado intervendrá para regular precios ante la existencia de fuerzas monopólicas o monopsónicas, internas o externas que alteren el funcionamiento normal del mercado; esta regulación estatal procurará la igualación de los precios nacionales con los de importación.

b) Política Arancelaria.-

La política económica propicia la mantención de un sistema general de apertura, al exterior y de aranceles parejos y bajos, acompañados de normas que protejan al producto nacional de competencia desleal externa; descartándose la idea de alentar postulados proteccionistas.

c) Política Comercial

Como principio general regirá el de la libertad de comercio interno y externo.

En el plano externo la política comercial se funda en la apertura a las importaciones con una política cambiaria estable y un tipo de

cambio real alto; con el fin de mantener una balanza comercial favorable, se promoverá un aumento significativo de las exportaciones Agropecuarias-forestales, aprovechando las ventajas comparativas de varios de estos rubros.

El Estado, mediante mecanismos adecuados facilitará la labor exportadora del Sector Privado.

d) Política Crediticia

Será una labor permanente del Ministerio de Agricultura el coordinar el otorgamiento de créditos en volumen y plazos concordantes con la maduración de las inversiones Agropecuarias-forestales; el Gobierno procurará la reducción de las tasas de interés.

e) Política Tributaria

En el sector Agropecuario-forestal se pondrá especial énfasis en la aplicación de la política tributaria general del Gobierno de disminuir los gravámenes directos sobre el fruto de la actividad o el ahorro de las personas.

Se aplicarán medidas administrativas a fin de simplificar las contabilidades agrícola y agilizar y simplificar las tramitaciones.

f) Pólitica de Regularización de la Propiedad

Se dará especial atención al saneamiento de los títulos de dominio a fin de facilitar la inversión.

g) Política de Desarrollo Rural

Esta política ha sido diseñada para mejorar la calidad material de vida del medio rural proveyendo servicios sociales básicos y creando fuentes de trabajos para atenuar la migración Campo, Ciudad.

h) Política de Empleo

Sobre la base de que las políticas generales del sector, son en si generadoras de empleo, todo crecimiento sectorial traerá un alivio a la fuerte migración rural-urbana, al absorver el aumento vegetativo de la problación rural.

2.1.6 Algunas Acciones Específicas

Con el fin de dar a la actualidad Agropecuario-forestal un marco de refencia que facilite su desarrollo, el Gobierno realizará algunas acciones especifícas, siendo las principales las que se muestran a continuación.

a) Regulación de Precios y Comercialización

Habrá regulación de precios principalmente en los casos de cultivos como trigo, oleaginosas y remolacha, en los términos que para cada caso se determine.

Se adoptarán además medidas tendientes a superar las dificultades que presenta la comercialización de productos.

Las principales acciones a tomar son:

- Rango de precios para el trigo y el aceite comestible.
- Fomento de poderes compradores.
- Política remolachera de abastecimiento.
- Amplio acceso a mercados mayoristas.
- Fomento a la instalación de Ferias Libres.
- Establecimientos de Bolsas y Mercados de Futuros
- Medidas de homogenización y rotulación.
- Acceso a infraestructuras de Acopio.
- Fiscalización para conseguir mercados más perfectos.
- Adquisiciones de Entidades Estatales.

b) Medidas Arancelarias

Se aplicarán, por intermedio del Banco Central, las medidas compensatorias para gravar la internación de productos importados con respecto a los cuales se pruebe la existencia de un subsidio en su país de orígen.

c) Medidas de Fomento de las Exportaciones

- Mantención de un tipo de cambio real alto.
- Eliminación de trabas legales y administrativas a la exportación.
- Reforzamientos de los comités mixtos públicos-privados por rubros del sector para el fomento de las exportaciones.
- Difusión de normas internacionales de calidad de exportación.
- Certificación de conformidad de calidad.
- Créditos para exportación.
- Control Sanitario.
- Contactos con el exterior.

d) Creación y Mantención de un Sistema de Información y Estadísticas Agropecuarias Actualizadas a Disposición de los Podructores.

e) Mejoramiento del Crédito Agrícola

   i) Líneas de Créditos Especial Controlado
   ii) Perfeccionamiento de Líneas de Crédito agropecuario al productor.
   iii) Otras Líneas de Crédito.

f) Mejoramiento de la Capacitación Técnica y Económica de Productores Agrícolas como de sus Trabajadores.

2.2 A Nivel Regional Algunas Informaciones Generales de la IV Región donde se ubica el Proyecto

De los antecedentes por Regiones del Programa Trienal 1985-87 se ha extractado la información general sobre la IV región.

2.2.1 Diagnóstico

El producto Geográfico Bruto Regional ha crecido entre 1970 y 1982 a una tasa de 2,44 por ciento promedio anual, superior a la registrada a nivel nacional (1,26%); lo que ha significado que la IV Región incremente su participación en el producto a nivel nacional de 1,6% a 1,7% en ese período.

Esta evolución de la economía regional se sustenta en el crecimiento que ha experimentado en similar período los sectores comercio (4,56% promedio anual), industria (6,88%), sector financiero (12,14%) y pesca

(10,86%), este último con poca pero creciente participación en el producto regional.

Los sectores minería y construcción experimentan una contracción en su nivel de actividad, en tanto que agricultura crece levemente a un ritmo inferior al promedio regional. Estos sectores generan el 23% del producto regional y absorven el 33,5% de los ocupados.

Dentro de la actividad productiva, el sector silvoagropecuario es el de mayor participación en la ocupación regional (22,4% en 1984) no obstante presentar una tendencia decreciente en el período 1970-1982.

Lo anterior, ha llevado a niveles de desocupación cercanas y levemente mayores a los de nivel nacional, situación que lentamente ha ido superándose. Es así como en 1982 la tasa de desempleo alcanzaba a 18,1%, llegando a 12,8% en 1984.

La participación de la población regional respecto al país, en tanto, se ha mantenido estable entre 1970 y 1982, con una leve disminución (de 3,8% a 3,7%), lo que ha conducido a una disminución del 15,6% en el coeficiente del Producto Geográfico Bruto por habitante.

Asimismo, la fuerza de trabajo, a pesar de registrarse flujos emigratorios de población, se incrementa a tasas un poco superiores a las nacionales, afectando la situación ocupacional de la región.

La inversión pública en tanto se ha orientado a sectores sociales (salud,educación,vivienda) y de apoyo a la actividad a través de infraestructura caminera.

2.2.2 Perspectivas del Sector Silvoagropecuario

En función de los recursos naturales, las mejores perspectivas la tienen los sectores Silvoagropecuario, Pesca, Minería y Turismo.

Como la inversión que se espera implementar apunta precisamente a estas actividades, es dable esperar una expansión productiva en cada uno de los sectores indicados, pero particularmente importante en Agricultura, Pesca y Minería.

Las principales perspectivas de desarrollo del sector Silvoagropecuario están orientadas hacia el aumento en la producción de uva de exportación, cereales, capacidad instalada para la elaboración de pisco y la orientación de la producción hortícola hacia los productos exportables o destinados a la gran industria.

Se espera que la superficie sembrada en la región muestre una fuerte alza durante 1985. Este incremento sería causado principalmente por la siembra de trigo y cebada en respuesta a las políticas de estabilización de precios ejecutadas por la autoridad económica. Asimismo, se espera elevar la siembra de porotos en respuesta a los precios de exportación.

Durante 1984 las colocaciones de entidades públicas en créditos de inversión fueron 920 millones de pesos, en rubros tales como parronales, ganadería y frutales. Se estima que las colocaciones se mantendrán más o menos estables dentro de los próximos años.

En forestación se invirtieron 90 millones con el aporte del 50% del sector público. Se espera plantar en el trienio cerca de 14.500 ha, las cuales corresponderán a arbustos forrajeros cuyo doble propósito incluye el control de la erosión.

Las inversiones para el período 1985-1987 irán dirigidas preferentemente a la línea de frigoríficos para fruta de exportación, con cerca de 1,5 millones de dólares para 1986. En agroindustria la inversión para 1985 alcanza a 500 mil dólares para productos deshidratados.

A continuación se da un cuadro N° 1 en el cual aparece la incidencia relativa, por sectores de la economía del Producto Geográfico Bruto y de la incidencia de la ocupación en 1984.

1 Producto Geográfico Bruto por Sector y Ocupación - IV Región

Sector	P.G.B Incidencia Relativa 1982	Ocupación Incidencia Relativa 1984
Agricultura	11,35	23,4
Pesca	2,26	
Minería	7,01	6,0
Industria	9,14	5,9
Electrc.Gas y Agua	1,77	1,4
Construcción	4,63	4,1
Comercio	21,57	17,3
Transporte	5,37	8,0
Sector Financiero	5,05	1,6
Serv. Personales Sociales y Com. (1)	24,26	32,3
Adm.Pública y Defensa	4,67	
Otros (2)	2,92	
Total Región Total País	100,00	100,0

(1) : Incluye Propiedad de Vivienda, Eduación, Salud y Otros Servicios.

(2) : Comprende Derechos de Aduana, IVA a importaciones e importaciones bancarias.

3 PRINCIPALES CARACTERISTICAS DEL AREA DEL PROYECTO

3.1 Ubicación, Extensión y Límites

El área del estudio comprende el valle transversal del río Elqui e incluye las comunas de Coquimbo, La Serena, Vicuña y Paihuano de la IV Región, las cuales se identifican prácticamente en su superficie conjunta con la hoya hidrográfica del río Elqui cuya extensión alcanza aproximadamente a 9.800 Km^2 y se ubica cercana a los 30° de latitud sur.

Las ciudades más importantes del área son Coquimbo, Puerto Marítimo, La Serena, ubicada próxima al litoral y Vicuña, situada alrededor de 50 Km al oriente de las anteriores, en el interior del valle del río Elqui. Otras localidades dentro del valle, citadas de poniente a oriente son: Altovalsol, Pelícana, Marquesa, El Molle, Almendral, Gualliguaica, El Tambo, Diaguitas, Rivadavia y Paihuano.

La población del área según el censo de 1970 es como sigue:

Comuna	P O B L A C I O N		
	Urbana	Rural	Total
La Serena	63.277	8.667	71.944
Vicuña	6.246	7.500	13.746
Paihuano	1.152	4.822	5.974
Coquimbo	53.548	3.416	56.964
Total	124.223	24.405	148.628
%	(83,6)	(16,4)	(100,0)

La población tiene un constante aumento del orden de 3% anual, algo superior al promedio nacional existiendo un normal desplazamiento de la población rural a población urbana.

3.2 CARACTERISTICAS FISICAS GENERALES

La ciudad de La Serena está unida con el norte y el sur del país por medio de la Carretera Panamericana (dista 470 km de la ciudad de Santiago).

La Serena cuenta con el aeropuerto La Florida que dista 5 Km del centro de la ciudad y dos pistas de aterrizaje para aviones menores en Pan de Azúcar y Vicuña.

Otra vía de comunicación la constituye la Carretera Internacional CH 41 que se interna por el valle de Elqui y después de un recorrido de 250 Km (70 primeros Km asfaltados) alcanza la frontera Argentina a la altura aproximada de 1.700 m.s.n.m en el paso de Aguas Negras pero que es intransitable durante el invierno; existen otros pasos cordilleranos transitables solo en verano y caminos interiores que alcanzan pequeñas localidades o minas apartadas.

El área del estudio se abastece de electricidad en general por el sistema interconectado de ENDESA. En las cercanías se encuentran además la planta hidroeléctrica de Los Molles (16.000 KW) y la planta térmica de Guayacán (3.600 KW).

En la zona costera el clima es suave y parejo, apto para hortalizas y frutales de carácter tropical debido a la humedad ambiente tales como el papayo, chirimoyo, lucumo y otros. También es zona priviligiada para el cultivo de la papa y para la explotación lechera.

La zona poniente del valle de Elqui, aproximadamente hasta la calidad de El Molle, así como el valle Pan de Azúcar ubicado al sur de La Serena, son de clima también suave y abrigados, donde solo ocasionalmente se

producen heladas en los meses de invierno y sus principales rubros agropecuarios lo constituye la chacarería, los cereales, el pasto de riego y la ganadería.

Al oriente de la localidad de El Molle y hasta las vecindades de la ciudad de Vicuña no existen influencias marítimas, el clima es seco y caluroso en verano adaptándose excepcionalmente al cultivo de viñas y parronales, que últimamente se ha incrementados, damascos, nogales entre otros árboles frutales, alfalfa e incluso en lugares donde no se producen heladas invernales, se cultivan primores.

Al oriente de la última zona señalada existen áreas menores dedicadas a la agricultura en los valles de los ríos cuya confluencia forma el río Elqui, Turbio y Claro, especialmente en este último. En esta zona, debido a su altura sobre el nivel del mar, existen fuertes limitantes por heladas invernales como también de carácter topográfico en los suelos.

Las precipitaciones se producen principalmente en período invernal, concentradas en los meses de Mayo a Agosto alcanzando en la zona agrícola del valle un promedio anual cercano a 120 mm levemente creciente hacia el interior del valle, pero con fuertes variaciones, lo cual impide efectuar cultivos de secano en forma regular. La temperatura media en esta zona es de aproximadamente 15°C y la humedad relactiva de 80% en La Serena y de 60% en Vicuña.

Es importante señalar que los registros históricos de precipitaciones medias del área indican una significativa disminución en el tiempo. En La Serena el promedio entre los años 1869-1900 de 148,3 mm cae al promedio entre los años 1901-1967 de 115,8 mm y en Vicuña el promedio entre los años 1918-1930 mm cae a 124,6 mm entre 1931-1960.

Existen también prolongados y frecuentes períodos de sequía donde no llueve durante al menos 10 meses al año, lo cual ha afectado inmensamente las posibilidades de desarrollo del sector agrícola. Incluso, originalmente existía mayor vegetación natural en la zona y árboles tales como espino y algarrobos, la cual ha disminuido a su vez por explotación incontrolada de pastoreo y la acción de leñadores y carboneros.

La zona costera del área del estudio está formada por terrazas marinas del período cuaternario y presenta al menos cinco niveles diferentes. Las terrazas superiores se internan al este por el curso del río Elqui y presentan buena permeabilidad. Las terrazas bajas presentan problemas de drenaje, produciéndose en partes afloramientos de la napa subterránea. En esta zona, al norte del río Elqui se han desarrollado dunas que han ido avanzando hacia el interior en deterioro de la agricultura.

Hacia el interior del valle de Elqui el relieve es abrupto y correspondiente a zona cordillerana donde el río Elqui ha formado el valle propiamente tal con depósitos aluviales, el cual presenta mayor encajonamiento hacia el oriente.

3.3. RECURSOS DE AGUA Y SU UTILIZACION

La principal fuente de agua para el regadío del área es el río Elqui, que se forma de la confluencia de los ríos Claro y Turbio en la localidad de Rivadavia. El río Claro nace de la unión de los ríos Cochiguas y Derecho recibiendo en su trayecto los aportes de la quebrada Paihuano. El río Trubio está formado por los ríos Incaguas y Del Toro; este último a su vez está formado principalmente por el aporte del río Vacas Heladas. Muy cerca de donde nace el río La Laguna se encuentra el embalse de este mismo nombre que tiene una capacidad de 40 millones de m^3.

La hoya hidrográfica del río Claro es de alrededor de 1.600 Km^2 de superficie; la del río Turbio, cercana a los 4.400 Km^2 y la hoya propia del río Elqui, aguas abajo de la confluencia de los ríos Claro y Turbio, de alrededor de 3.800 Km^2, donde se reciben los aportes de varias quebradas de cierta importancia, Marquesa y Santa Gracia por el norte, y las del tambo, El Arrayán y Talca por el sur.

El caudal del río Elqui se forma a través de los derretimientos de nieve acumulada en la alta cordillera, el escurrimiento de las precipitaciones en forma de lluvia de las hoyas de menor nivel, de los afloramientos y vertientes que se producen a lo largo de su lecho y de los derrames y sobrantes devueltos al río por los canales de riego. En invierno el escurrimiento es principalmente de origen pluvial y en primavera y verano de origen nival. Las recuperaciones por afloramientos y vertientes cobra especial interés en los meses secos por el vaciamiento paulatino de los acuíferos superficiales, los cuales se recargan en invierno generándose un ciclo anual. Cabe mencionar además que el aporte glacial del escurrimiento corresponde fundamentalmente a la parte alta de la hoya del río Turbio y a una pequeña parte de la hoya del río Claro, destacándose que en la primera de ellas además es posible provocar la regulación de caudales que proporciona el embalse La Laguna antes citado.

La división administrativa del río Elqui en cuanto al manejo de los recursos de agua puede caracterizarse como sigue (*) :

- 1a. Sección del río Elqui, compuesta por los ríos Derecho, Cochiguas, Claro, Turbio y Elqui desde su origen hasta la bocatoma del canal Yungay, última de esta sección, ubicada unos dos kilómetros aguas abajo de la ciudad de Vicuña.

- El río Derecho tiene 21 canales enrolados (con un total de 3.342,30 acciones) y no participa en el prorrateo general del río Elqui debido a que en los años de escases se agota asimismo. Abarca una superficie de riego de alrededor de 1.700 ha.

- El río Cochiguas tiene 14 canales enrolados (antiguamente eran más de 30) con un total de 1.067,48 acciones y participa en el prorrateo general del río Elqui ya que aún en años de escasez no se agota por los canales que alimenta. Abarca una superficie de riego cercana a 600 ha.

- El río Claro tiene 27 canales enrolados con un total de 3.045,30 acciones, participando del prorrateo general del río Elqui. Abarca una superficie de riego de alrededor de 400 ha. La quebrada de Paihuano, antes nombrada y que a él desemboca tiene un régimen independiente similar al río Derecho y no participa del prorrateo general del río Elqui.

(*) Fuente de información principal : PLAN DE AREA DE LA SERENA-CORA-1969.

. El río Turbio tiene 16 canales enrolados con un total de 2.187,65 acciones, participa de los beneficios del embalse La Laguna y está incorporado al prorrateo general, al igual que las secciones que se mencionan a continuación. Abarca una superficie de riego cercana a 500 ha.

. El río Elqui en su primera sección tiene 29 canales enrolados con un total de 5.730,31 acciones. La superficie de riego alcanza a aproximadamente 2.000 ha.

- 2a Sección del río Elqui, que abarca desde la bocatoma del canal Gualliguaica, ubicada un kilómetro aguas abajo de la localidad El Tambo y la bocatoma de su último canal, Maitén o Delirio, ubicada un kilómetro aguas arriba de la estación Almendral. Comprende en la actualidad 9 canales con un total de 1.066,52 acciones y abarca una superficie de riego del orden de 800 ha. En esta sección el valle es bastante más angosto que en la anterior y los canales corren al pié de los cerros casi en el lecho del río por lo que son vulnerables a las crecidas, y han desparecidos algunos de ellos, anteriores, por este motivo. En las secciones anteriormente señaladas los canales en general van por ladera de cerro, a salvo de esta contingencia.

- 3a Sección del río Elqui, abarca desde la bocatoma del canal Casuto, inclusive, la cual está ubicada a unos dos kilómetros aguas abajo de Almendral y termina en la desembocadura del río en el mar, junto a la ciudad de La Serena. Comprende 21 canales enrolados con un total de 11.981,21 acciones y es la sección más importantes en cuanto a consumo de agua, regándose en ella valles laterales especialmente mediante los canales Romero, que riega hacia el interior de las quebradas Romero y Santa Gracia; Bellavista que riega el valle Pan de Azúcar ubicado al sur-oriente de Coquimbo; y Herradura que riega al sur de La Serena. La superficie de riego es del orden de 18.000 ha.

  Además proporcionalmente esta sección es la que presenta mayor superficie de riego eventual, estimándose que la seguridad de su riego solo alcanza a alrededor de un 50%.

  El área máxima regada en el valle del río Elqui es de aproximadamente 24.000 ha. La superficie bajo canal, no toda regada, es de alrededor de 30.000 ha y el secano arable de la 3a. sección, que es el más representativo, de alrededor de 500 ha.

  Existen estadísticas fluviométricas del río Elqui, príncipalmente, en Algarrobal y Almendral, del río Turbio en Huanta y Varillar, del río Claro en Monte grande y Rivadavia y del río La Laguna, así como del agua embalsada y las entregas del embalse de este mismo nombre y también del caudal distribuido a los canales de riego en % de "desmarque" (100% equivale a 1 l/s acción).

  El estudio del potencial de aguas subterráneas en el valle del río Elqui ha dado lugar a controvertidos informes. No obstante puede indicarse que en líneas generales existe sobre la roca

fundamental, una capa de rellenos fluvial heterogéneo variable entre 80 y 150 m, siendo la capa superior un fluvial moderno de alta permeabilidad cuyo espesor varía entre los 12 y 18 m y la capa inferior un fluvial intemperizado con gran cantidad de fino y de baja permeabilidad.

El acuífero está formado principalmente por la capa superior destacando que existen tramos del valle bien diferenciados que presentan pérdidas y otros recuperación, en forma alternada. Según el informe de Mr P.T. Ahrens "un gasto subterráneo estimado en 1,4 m^3/s se remueve a través del relleno aluvial desde Algarrobal al mar". La explotación del acuífero ha aumentado en el último tiempo, ya que anteriormente principalmente solo existían pozos para uso industrial vecinos a la ciudad de La Serena y un sistema de drenes ubicados entre Juan Soldado y Coquimbo y a lo ancho de unos dos kilómetros desde el océano hacia el oriente, permitiendo el desarrollo agrícola de unas 1.500 ha, con una captación conjunta de drenes del orden de 1,m^3/s.

Para las condiciones actuales de disponibilidad de agua existe un adecuado aprovechamiento de los recursos hídricos mediante las diferentes obras existentes de canales dotados de aforadores, que se encuentran enrolados y otros de origen en vertientes, como también numerosos embalses de regulación nocturna de diversas capacidades que varían normalmente entre 5.000 y 20.000 m^3, aprovechamientos de agua subterránea, regulación del embalse La Laguna, registros hidrológicos y de distribución de caudales.

Sin embargo, especialmente para la 3a. sección del río Elqui la situación del riego es francamente deficitaria debido a lo cual se ha investigado la posibilidad de construir un embalse de gran capacidad en la angostura de Puclaro.

La trascendencia de los proyectos que se consideran para el sector agrícola al disminuir la influencia limitante del factor agua son concordantes con el desarrollo económico y social que se prevee para la región. Los factores agroclimáticos permiten producciones intensivas y especializadas, principalmente de frutales, hortalizas, uva de mesa y para pisco, destacando que en el último tiempo se ha invertido en plantas de deshidratación de frutas en Rivadavia y Pons en La Serena.

3.4 ANTECEDENTES DISPONIBLES Y ESTUDIOS REALIZADOS

Introducción

De los antecedentes expuestos en el capítulo anterior, se puede apreciar que el problema que el Proyecto deberá resolver, consistirá básicamente en proporcionar al Valle del Río Elqui un elemento regulador de los recursos de agua, que en este caso el embalse Puclaro, para mejorar la seguridad del riego actual y conseguir un aumento del área a regar con seguridad hidrológica aceptable conjuntamente con la implantación de un programa de desarrollo agropecuario para hacer un aprovechamiento de los nuevos recursos de agua disponibles.

Para conseguir este fin, se ha contado on una extensa información técnica en las más variadas materias, proveniente de estudios realizados anteriormente y de nuevos estudios realizados con motivo de los trabajos del Proyecto.

Para resumir, puede decirse que se han dispuesto de estudios especiales y antecedentes en los siguientes campos principales.

- a) Topografía y Cartografía
- b) Hidrología
- c) Climatología
- d) Suelos
- e) Geología e Hidrología
- f) Planificación y Desarrollo Agrícola
- g) Embalses y Obras en General

En términos generales, puede afirmarse que la cantidad de información aprovechable que ha estado disponible, es ampliamente satisfactoria lo cual permite asignarle a los resultados del Proyecto un buen grado de confiabilidad.

No tendría sentido detallar todos los estudios e información utilizada en el Proyecto; se citarán algunos de ellos que por su importancia merecen ser destacados:

a) TOPOGRAFIA Y CARTOGRAFIA

En este rubro cabe mencionar que se ha dispuesto de una gran cantidad de planos topográficos a diferentes escalas; habría que destacar los levantamientos hechos por la Dirección de Riego a escala 1:10.000 de las áreas del valle y algunos a escala 1:20.000.

b) HIDROLOGIA

Se han realizado gran cantidad de estudios hidrológicos parciales y a nivel de valle, los cuales han sido analizados y cuando procedía, fueron utilizados en la estimación de los recursos de agua disponibles del valle.

Los recursos de agua han sido evaluados sobre la base de las estadísticas de caudales del río Elqui disponibles en la Dirección General de Aguas, las cuales fueron utilizadas previo su análisis y revisión.

En esta información fué posible diseñar el programa computacional que permitió definir los caudales regulados que el embalse Puclaro podía entregar al valle para una determinada seguridad.

c) CLIMATOLOGIA

El proyecto ha contado para su desarrollo de un completo estudio de los factores metereológicos que han permitido concretar una detallada descripción de los diferentes sectores climáticos del proyecto, lo que permitió definir importantes factores para la solución de cultivos en las diversas áreas.

Se definieron cuatro distritos agroclimáticos: Zona La Serena, desde la costa hasta El Molle; Zona Almendral desde El Molle hasta El Tambo; Zona Vicuña desde El Tambo a Huanta por el río Turbio y Zona Cordillera que comprende los ríos Claro, Cohiguas y Derecho.

c) SUELOS

La comisión Nacional de Riego realizó en el año 1979, un estudio de suelos a escala 1:20.000 determinando las características físicas, químicas e hídricas de los distintos suelos y los correspondientes mapas agrológicos e interpretativos sobre la base de un estudio topográfico a escala 1:10.000 con curvas de nivel cada 2,5 m previamente realizado por la Dirección de Riego y que cubre aproximadamente 60.000 ha del Valle del Río Elqui. La firma INA realizó la revisión de dicho estudio de suelo y la definición de los grupos de manejo. El estudio agrológico cubrió una superficie de 59.522 ha, de las cuales 33.596 ha se han considerado agrícolas. Del total de la superficie agrícola existen aproximadamente 24.500 ha bajo cota de riego de los canales existentes y 9.096 ha constituyen la superficie regable sobre cota de canales actuales.

Puede apreciarse de lo dicho en los rubros referentes a estudios realizados, que en el estudio han sido analizados en forma satisfactoria los principales recursos físicos que son agua, suelo y clima, lo cual permite concluir el alto grado de confiabilidad que estos aspectos ofrecen a las condiciones del estudio.

ANEXO II.A.1

RECOPILACION DE ANTECEDENTES

I N D I C E

	Pág.
1.- ANTECEDENTES TOPOGRAFICOS Y DE CARTOGRAFIA	II.A.1.1
2.- HIDROLOGIA, CLIMA Y CALIDAD DE LAS AGUAS	II.A.1.5
3.- GEOLOGIA E HIDROGEOLOGIA	II.A.1.8
4.- PLANIFICACION Y DESARROLLO AGROPECUARIO	II.A.1.11
5.- EMBALSES, OBRAS Y VARIOS	II.A.1.23

Se ha llevado a cabo la ubicación y recopilación de todos los antecedentes disponibles para el estudio del valle del río Elqui. A continuación se indican los antecedentes que se han recopilado y su posible utilización.

1.- ANTECEDENTES TOPOGRAFICOS Y DE CARTOGRAFIA.-

- Levantamiento zona de riego del valle de Elqui de la Dirección de Riego, escala 1:10.000 con curvas de nivel cada 2,5 m. y que comprende el valle del río Turbio hasta unos 14 km aguas arriba de Rivadavia y el valle del río Claro hasta unos 30 km aguas arriba del mismo punto, el valle del río Elqui desde Rivadavia al mar y otras zonas vecinas. Son 33 láminas.

- Levantamiento aerofotogramétrico escala 1:50.000 del I.G.M. Se han adquirido las hojas que comprenden la totalidad de la hoya hidrográfica del río Elqui y sus afluentes además de los esteros costeros cercanos. Son 22 láminas.

- Carta preliminar escala 1:250.000 del I.G.M. Se han adquirido las hojas que abarcan la misma área de la anterior. Son 4 láminas.

Además de los planos anteriores se ha verificado la existencia y ubicación en la Dirección de Riego de los siguientes planos:

II.A.1.2

PLANOS EXISTENTES EN LA DIRECCION DE RIEGO

N°del Plano	Escala	Materia	Ubicación en el archivo
		PROYECTO EMBALSE PUCLARO	
350	1:4.000	Plano General	M - 6
3.567	1:1.000	Plano de Planta Estudio de Sondajes	M -27
3.715	1:5.000	Zona de inundación	M -42
4.187	1:2.000 1:1.000	Anteproyecto Embalse Perf.Long. Vertedero - Obras de Toma	M -42
4.407	1:1.000	Perfil de los sondajes	1/108
5.855	1:1.000	Nueva Zona del Muro 650 m Aguas abajo del antiguo	M- 42
		DESECACION PANTANOS DE LA SERENA	
382	1:100	Perfiles del Colector	0/1
2.352	1:5.000	Colector y Drenes Primarios (Plano Expropiac.)	M - 7
2.644	1:2.000	Colector Principal Plano Horizontal	1/79
2.645	1:2.000 1:200	Colector Principal Perfil Longitudinal	1/78
2.646	1:2.000 1:200	Colector y Drenes Primarios Long. y Transv.	1/79
2.647	1:50 1:25	Puente de Concreto y Caídas	1/80
2.938	1:1.000 1:200	Colector Punta Teatinos-Longit.	1/84
2.939	1:50	Obras de Arte	1/84

N°del Plano	Escala	M a t e r i a	Ubicación en el archivo
		EMBALSE LA LAGUNA	
* 357	1:1000	Perfiles del Tranque	0/2
* 358	1:20	Torre de Toma y un Puente	0/2
* 359	1:200	Obras de Rebalse Perfil Longit.	0/2
* 360	1:200	Desagüe, Torre y Túnel Perfil Longitudinal	0/2
1.486	1:2.000	Perfiles Geológicos	M - 5
**1.922	1:500	Plano de Situación Ubicación Tranque	M - 7
**1.923	1:2.000	Plano de Planta de Hoya Río	M - 7
**1.924	1:1.000	Topografía Angosturas	M - 9
**1.929	1:1.000	Ubicación Embalse	M - 5
2.169	1:1.000	Ubicación Muro, Obras de Toma y Desagüe	M -10
2.317	1:500	Plano General	M -10
***2.398	1:20	Vertedero	M -10
***2.399	1:500	Plano General Obras Existentes	M -10
3.433	1:10.000	Zona de Riego Primera Parte	M -27
3.434	1:10.000	Zona de Riego Segunda Parte	M -20
3.435	1:10.000	Zona de Riego Tercera Parte	M - 9
4.406	1:250.000	Plano General Río Elqui y Afluentes	M - 9
		PROYECTO EMBALSE ALGARROBAL	
30	1:4.000	Plano de Planta Río Elqui-Rivadavia	M -42
3.022	1:4.000	Zona de Inundación	M -7
		PROYECTO EMBALSE DE VARILLAR	
29	1:200.000	Hoya Hidrográfica	M - 5
425	1:1.000	Plano de Situación Río Turbio	M - 6

* : Estos planos corresponden a proyectos no ejecutados.
** : Planos topográficos exclusivamente.
*** : El vertedero de estos planos no fue ejecutado.

Nºdel Plano	Escala	M a t e r i a	Ubicación en el archivo
3.854	1:20.000	Plano General Valle del Río Elqui	M -42
3.585	1:20.000	Valle Río Elqui Sector Marquesa a La Serena	M -42
4.399	1:20.000	Plano General Distribución de Canales	M -42
383	1:5.000	Vegas Sector Peñuelas Coquimbo	M - 6
4.185	1:1.000	Anteproyecto Tranque Arrayán	M -42

2.- HIDROLOGIA, CLIMA Y CALIDAD DE LAS AGUAS.-

Con respecto a la hidrología y el clima, la recolección de antecedentes se ha centrado en la obtención de todos los antecedentes estadísticos existentes en la Dirección General de Aguas y es así como se han obtenido las siguientes estadísticas:

- Las precipitaciones mensuales de 31 estaciones de las cuales 19 se encuentran ubicadas en la cuenca del río Elqui y 12 en cuencas vecinas.

- Los caudales medios mensuales de las 9 estaciones fluviométricas que son ó han sido operadas en la cuenca del río Elqui.

- Los antecedentes meteorológicos de la mayor parte de las estaciones termopluviométricas y meteorológicas de la cuenca.

Los diversos informes con respecto a estos temas que se indican en la Propuesta Técnica serán consultados y comentados durante la ejecución de las Actividades I-C Clima y I-D Pluviometría, Fluviometría y Sedimentación.

Con respecto a la calidad de las aguas se han recopilado los siguientes antecedentes:

- Proyecto CHI - 535.-

  Informe sobre calidad química de las aguas.-Clasificación química con datos de la Dirección General de Aguas en aguas superficiales, y de particulares y propios del estudio en subterráneas. Promedios en 1975. Exposición de zonas con problemas de calidad.

- Dirección General de Aguas.-

  Recolección de datos de calidad química de aguas elaborados hasta la fecha.- Datos recientes sobre zonas con problemas (1977-1981), sinopsis de toda la información tomada hasta la fecha (1969-1981).

- SENDOS.-

Recolección de datos de calidad físico química sanitaria de las aguas.- Aguas superficiales en Punta de Piedra, de invierno y verano (1972-1976). Aguas subterráneas entre La Serena y Paihuano: muestreo simultáneo (1980). Comparación aguas superficiales y subterráneas en Punta de Piedra (1976) Turbiedad en el río en Punta de Piedra: estadística 1974-1977.

- Norma 409 Of. 70 INN. Agua Potable.Requisito.-

Establece los límites aceptables de elementos químicos y características físicas y bacteriológicas para el agua potable.

- Norma 777 Of.71 INN. Agua Potable. Fuentes de Abastecimiento y Obras de Captación.-

Establece los requisitos para fuentes de agua potable con y sin tratamiento.

- Anteproyecto de Norma de Protección de los Cuerpos de Agua Receptores de Aguas Servidas y Residuos Industriales Líquidos (.U.CH.)

Establece los requisitos para reutilización, con distintos fines, de aguas que han recibido afluentes de aguas servidas o industriales.

Todos los antecedentes enumerados serán consultados en la Actividad I-E.- Calidad de los Recursos de Agua.

- SENDOS.-

Información básica para el Plan Nacional de Agua Potable y Alcantarillado 1978. Datos elementales para estimar el uso de los servicios de agua potable de la IV Región.

- HIDROSAN.-

Anteproyecto de Planta de Tratamiento de Agua para La Serena y Coquimbo, 1978, estimación de uso a futuro en la dos ciudades.

Estos informes serán consultados en la Actividad I-M.- Otros Usos del Agua.

- SERPLAC IV REGION.-

Estudio de Disposición Final de las Aguas Servidas de La Serena y Coquimbo. ICC - CIS - 1980.

Este estudio se realizó con una amplia base de antecedentes oceanográficos e hidrográficos, sanitarios y biológicos del área considerada y sus contaminantes. Considera diversas posibilidades de disposición final: lanzamiento submarino, planta de tratamiento, aprovechamiento en regadío y sus combinaciones en diversos grados.

- FUNDACION CHILE.-

Diagnóstico de la Contaminación en el Area de Coquimbo.

Es una reseña de los problemas detectados y de las acciones por desarrollar a nivel superior, para establecer las bases para la confección de un programa integral de descontaminación del área de Coquimbo.

Estos informes serán consultados en la Actividad I-E.- Calidad de los Recursos de Agua.

3.- GEOLOGIA E HIDROGEOLOGIA.-

- Geología de la Zona del Proyecto Embalse Puclaro.-

Este informe fue elaborado por el Geólogo Sr. Lautaro Macías para el Departamento de Estudios de la Dirección de Riego, el año 1966.

Su objetivo fue reunir antecedentes geológicos para la correcta ubicación del embalse Puclaro, estudiándose una ubicación oriental y una occidental, analizándose la ubicación del muro y del túnel de desvío, llegándose a la conclusión que es más favorable la ubicación occidental.

Además del informe anterior existen informes y mapas geológicos a diferentes escalas de diversas zonas de las hoyas del río Elqui confeccionados por personal del Instituto de Investigaciones Geológicas (CORFO), los cuales, por ser estudios muy específicos, serán consultados sólo en caso de ser necesario durante el Anteproyecto de Embalses en la Actividad II-B.

Con respecto a la Hidrogeología se han recopilado los siguientes antecedentes.

- Elqui Valley Groundwater Investigation U.S.B.R. (1955).

Los resultados de prospecciones sísmicas efectuadas con ocasión de este estudio permitirán definir espesores del fluvial a lo largo del valle y profundidades del basamento rocoso. Adicionalmente se confrontarán valores de transmisibilidad y almacenamiento incluídos en este informe con los propuestos en otros estudios y con los resultados de la interpretación de pruebas de bombeo que se realicen.

- Estudio de los Recursos de Agua Subterránea del Valle de Elqui, 1970, J.Orellana.

  En este estudio se efectúa un análisis de los caudales subterráneos pasantes a través de varias secciones transversales a lo largo del río Elqui y se analizan las relaciones con el escurrimiento superficial en base a aforos realizados por la Dirección de Riego en 1960. Se distinguen ocho diferentes zonas según se produzcan pérdidas de caudal superficial o recuperaciones del mismo.

  Se analizan también las posibilidades de explotación para los distintos sectores a lo largo del valle.

- Modelo de simulación del comportamiento de sistemas de agua subterráneas sometidos a explotación por bombeo desde pozos. Universidad de Chile, 1981, E.Menchaca y G.Cabrera.

  En este estudio se desarrolla un modelo matemático de simulación basado en la técnica numérica de elementos finitos para representar el comportamiento de sistemas acuíferos sometidos a explotación por bombeo desde pozos y poder determinar condiciones máximas admisibles de extracción. Como ejemplo de aplicación se analizó la zona Pan de Azúcar-Estero Culebrón ubicada al sur de la desembocadura del río Elqui.

  Estos estudios serán consultados en las Actividades I-G Hidrogeología y I-O Modelos de Simulación.

- Catastro de Pozos de la IV Región (SERPLAC, DGA, ONU, CORFO).

  Este es el informe base que permitió identificar la información posteriormente recopilada.

  Se ha recopilado toda la información de estratigrafía, pruebas de bombeo de gasto variable y constante, y niveles de aguas subterráneas, correspondiente a los pozos profundos construídos en la zona de estudio.

La información estratigráfica se utilizará en la confección de perfiles longitudinales y transversales, que servirán de apoyo a la identificación y caracterización de las formaciones acuíferas.

El análisis de la información de pruebas de bombeo permitirá determinar valores de transmisibilidad, permeabilidad y almacenamiento en la ubicación de los diferentes pozos, a partir de lo cual se definirá la distribución espacial de estos parámetros, esenciales para la caracterización hidrogeológica, para la elaboración de la malla elementos y operación del modelo de simulación hidrogeológico.

La información de niveles permitirá confeccionar planos equipotenciales para situaciones hidrológicas diferentes y servirá de apoyo a la calibración del modelo, en el cual el ajuste de parámetros se efectuará intentando reproducir el comportamiento histórico de estos niveles.

Debe señalarse finalmente que toda la caracterización hidrogeológica proveniente del análisis de la información básica disponible se apoyará en informes existentes de la zona sobre esta materia.

- Hidrogeología del Valle de Elqui. 1979. Juan Karzulovic. (SENDOS).

Este es un informe adjunto al "Proyecto del Mejoramiento del Servicio de Agua Potable de La Serena y Coquimbo", por lo que será considerado dentro del análisis de dicho estudio en la actividad I-M.- Otros Usos del Agua.

4.- PLANIFICACION Y DESARROLLO AGROPECUARIO.

Se ha dado especial importancia a la información regional, la cual por la descentralización existente se ha venido incrementando en forma importante en los últimos tres años, ello se refleja en la literatura señalada en el presente informe.

Los antecedentes recopilados se presentan separados por el tipo de información en 9 grupos.

El presente listado de literatura comprende 58 publicaciones o trabajos.

POLITICA Y PROGRAMAS DE DESARROLLO DE LA IV REGION.

- ODEPLAN-SERPLAC -(1981) - PLAN REGIONAL DE DESARROLLO 1982-89. INTENDENCIA REGIONAL DE COQUIMBO - TOMO I-IV.

  Nuestro estudio y sus objetivos, estarán considerados dentro de las políticas económicas y perspectivas de desarrollo señaladas en este Plan Regional. Los antecedentes aportados, sus objetivos y perspectivas futuras en el campo Silvo-Agropecuario, son de interés para definir el uso potencial y uso futuro de la tierra que debe establecerse para el área regada y regable del valle.

- ESTUDIOS DEL PLAN REGIONAL DE DESARROLLO URBANO (1979) IV REGION - MINVU.

  Servirá como base para identificar emplazamientos urbanos del área en estudio, y su expansión futura que es tratada en este trabajo con bastante detalle.

ESTADISTICAS

- INE - (1981) CHILE SERIES ESTADISTICAS
- INE-ODEPA - (1981) ENCUESTA NACIONAL DE MATADEROS Y FERIAS DE ANIMALES.
- INE - (1981) PROYECCIONES DE POBLACION 1970 - 2.000.
- SERPLAC - (1976) ANUARIO ESTADISTICO IV REGION.
- ODEPA - (1980) INFORME AGROPECUARIO IV REGION.
- INE - CENSOS AGROPECUARIOS 1960-1965-1975/6.
- INE-CONICYT - (1979) ESTADISTICAS DE ACTIVIDADES DE INVESTIGACION Y DESARROLLO EXPERIMENTAL.

El conjunto de las primeras 6 publicaciones constituyen la información estadística más actualizada en el país, incluyendo las proyecciones futuras de población rural y urbana. En el presente trabajo se requiere esta información para estimar Mercados Regionales y Nacionales e información base de apoyo para las proyecciones de desarrollo agropecuario futuro, de acuerdo a la evolución de los antecedentes estadísticos.

La última publicación se utilizará para ubicar fuentes de información en investigaciones de interés al proyecto que no estando publicadas se encuentren en ejecución.

TENENCIA DE LA TIERRA

- SERVICIO DE IMPUESTOS INTERNOS: LISTADOS DE PROPIETARIOS Y AVALUOS.
- ROL DE REGANTES-(1981)- D.G.A.
- PROPLAN - (1972) LOCALIZACION DEL MINIFUNDIO ESCALA 1:20.000.

Es necesario conocer el número de propiedades por sector, que debido a su poco tamaño, se excluyen como unidades económicas. La superficie comprendida por ellas no participa en la producción agropecuaria. El recurso agua que les corresponde se analizará con criterio diferente al del área constituída por propiedades de mayor tamaño.

Las 3 publicaciones citadas proporcionan la información necesaria para identificar el área por cada sector que estas propiedades ocupan. En la cartografía, serán señalados como varios propietarios (V.P.), para su identificación.

- INIA - (1977) - ESTUDIOS DE LAS COMUNIDADES AGRICOLAS: EVALUACION DE LAS EXPERIENCIAS SILVO AGROPECUARIAS - ANALISIS Y EVALUACION DE LAS POLITICAS Y PROGRAMAS DE DESARROLLO.
- CORFO-IREN - (1978) ESTUDIO DE LAS COMUNIDADES AGRICOLAS DE LA IV REGION PUB. Nº 20.
- INDAP - (1980) RESUMEN DE LAS ACCIONES REALIZADAS DURANTE EL SEXENIO 1974 - 1979.
- PROPLAN - (1977) DIAGNOSTICO DEL MINIFUNDIO EN LA IV REGION.
- CORA-IMPROA - (1970) PLAN DE AREA SERENA.

El minifundio constituye un grave problema en el diseño de un plan de desarrollo agropecuario en la IV Región. Si bien este problema existe en el área regable del Valle del Elqui, su mayor expresión esta relacionada al secano y otros valles.

Los 3 trabajos señalados aportan antecedentes para identificar las relaciones existentes entre la superficie de riego y seca-

no que corresponde al sector minifundiario. Son de especial interés, los planteamientos y conclusiones para detener el deterioro de los recursos naturales en el área de comunidades. Estos antecedentes, junto a los proporcionados por el Programa de Zonas Aridas y Semi áridas realizado por las Universidades de Chile y del Norte, servirán como consulta para identificar las relaciones e incidencia futura con el área del presente estudio.

MERCADOS DE EXPORTACION.

- PROCHILE - (1980) - ESTUDIO DE MERCADO DE EXPORTACION DE FRUTAS Y HORTALIZAS FRESCAS CHILENAS.

- PROCHILE - (1981) - ESTUDIO DE MERCADO DE EXPORTACION DE FRUTAS Y HORTALIZAS CONGELADAS.

- PROCHILE - (1981) - ESTUDIO DE MERCADO DE EXPORTACION DE FRUTAS Y HORTALIZAS DESHIDRATADAS.

- PROCHILE - (1981) - ESTUDIO DE MERCADO DE EXPORTACION DE PRODUCTOS DE LA INDUSTRIA CONSERVERA.

- CORFO - (1977) - ESTUDIO DE MERCADO EXTERNO PARA PRODUCTOS AGROPECUARIOS CHILENOS - TOMOS I-II-III-IV-V.

- CORFO - (1981) - PRODUCCION Y MERCADO INTERNACIONAL DE FRUTAS.

- CORFO - (1980) - SITUACION DE LA FLORICULTURA NACIONAL Y PERSPECTIVAS DE EXPORTACION DEL CLAVEL.

Este conjunto de 12 publicaciones oficiales chilenas, constituyen la información más actualizada sobre las perspectivas de mercado exterior agrícola en los últimos 5 años.

En ellos se identifican por rubro, los mercados más promisorios, competidores más importantes y las principales limitantes de comercialización que debe subsanar el productor chileno para lograr una expansión significativa de las exportaciones.

Para la IV Región, los estudios señalan rubros de interés tales como: Uva, Pisco, Palta, Papaya, Chirimoya, Espárrago y Pasas, además de otras especies desecadas.

Esta información será objeto de un detallado análisis para evaluar las reales posibilidades de expansión que se ofrece a los rubros mencionados y considerar la evolución esperada del uso del suelo.

Se reconoce que independientemente de las condiciones de suelo, clima y seguridad de riego, la influencia de un canal de exportación de importancia y conveniente puede modificar profundamente la velocidad de ajuste del uso de la tierra en el futuro.

ANALISIS DE RECURSOS AGROPECUARIOS Y PERSPECTIVAS FUTURAS

- HERRERA F. Y CORTES A. - (1967) - ESTIMACION DE LOS RECURSOS AGROPECUARIOS DEL VALLE DEL RIO ELQUI - IREN - INF. Nº 14.

- IREN - CORFO - (1978) - PERSPECTIVAS DE DESARROLLO DE LOS RECURSOS DE LA IV REGION - VOLUMENES I Y II.

- INDAP - (1978) - SEMINARIO TECNICO SOBRE POLITICAS SECTORIALES Y ALTERNATIVAS DE PRODUCCION DE LA IV REGION.

- PROYECTO CHI-69/535 - (1979) - AGRICULTURA Y RIEGO EN LA IV REGION

- - AGENCIA DE E.U. PARA EL DESARROLLO INTERNACIONAL 1977, ANALISIS DE LOS FACTORES LIMITANTES DEL SECTOR AGRICOLA CHILENO.

Este conjunto de publicaciones aportan antecedentes agropecuarios de la Región, a través del análisis de problemas coyunturales y recomendaciones de tipo técnico, destinados a mejorar el desarrollo agrícola regional en forma integrada. Su información será útil para la planificación del uso óptimo del recurso suelo del Valle Elqui, dentro de la Política de Desarrollo Agrícola de la IV Región.

SUELOS

- AGROLOG, CHILE LTDA., MELENDEZ Y PESCE LTDA. (1979) - ESTUDIOS DE SUELOS DEL ELQUI. TOMOS I - III y 2 SETS DE PLANOS. COMISION NACIONAL DE RIEGO.

Es el principal trabajo sobre la especialidad y en principio, será la base del presente estudio.

Cubre un área de 59.522,4 Hás., recopila antecedentes sobre los factores geográficos relacionados a la formación, evolución y uso del suelo. Clima, vegetación, hidrografía y materiales edáficos. Se incluye un resumido historial del desarrollo agrícola de la región con respecto a la actual situación erosiva.

El estudio de suelos se efectuó a escala 1:20.000 con la metodología descrita en el "Soil Survey Manual". La información fue vaciada a planos topográficos 1:10.000 con curva de nivel cada 2,5 m y la escala de publicación fue de 1:20.000.

Se describieron 66 series de suelos, además de misceláneos. Por cada serie se presenta un cuadro resumen con la superficie correspondiente.

Junto con el desarrollo cartográfico de las diferentes unidades descritas, se clasificaron unidades de tipo técnico para la confección de mapas interpretativos según capacidad de uso de la tierra, categoría y sub-categorías de Suelo para Regadío, Clases de Drenaje, Erosión, Uso Actual, Aptitud Frutícola y Aptitud Agrícola.

Categóricamente aporta los antecedentes más actualizados y de mejor calidad sobre el recurso suelo y su interpretación técnica. En el presente trabajo se le utilizará para definir uso actual, uso potencial y recomendado del área de estudio.

No se indica literatura adicional sobre la materia ya que el citado estudio ofrece la información necesaria.

CLIMA

- CALDENTEY PONT J. Y PIZARRO NUÑEZ J. (1980). EVALUACION Y ZONIFICACION DE LOS RECURSOS AGRO CLIMATICOS DE LA IV REGION DE CHILE. U. DE CHILE FAC. CIENCIAS FORESTALES. TESIS.

Corresponde a una evaluación de los Recursos Climáticos de la IV Región, utilizando una metodología destinada a definir zonas homoclimáticas a nivel regional, proporcionando una base complementaria importante para definir usos de la tierra.

Como resultado de la zonificación climática, se describen 27 distritos aproclimáticos y su respectiva cartografía.

La información aqui proporcionada será usada en la definición de los sectores agrícolas homogéneos, en la aptitud de los sectores para el crecimiento de los cultivos y su productividad y en la determinación de tasas de riego.

- PROYECTO CHI - 535 - (1978) SERPLAC, ONU, D.G.A., CORFO. INVESTIGACION DE RECURSOS HIDRAULICOS DE LA IV REGION. RADIACION SOLAR GLOBAL E INSOLACION ANTECEDENTES METEOROLOGICOS.

- - (1979) PRECIPITACION Y EVAPOTRANSPIRACION EN LA IV REGION.

Estos dos estudios serán utilizados en la determinación de demanda de agua en el área del Valle.

- IREN - (1972) - CARACTERISTICAS CLIMATICAS DEL NORTE CHICO.

- TORO R. MANUEL - (1972) - ANORMALIDADES CLIMATICAS EN CHILE Y LA SEQUIA DURANTE LOS AÑOS 1967-70 Y 1971.

- SCHNEIDER H. - (1969) - CLIMA DEL NORTE CHICO.

- - (1970) - CARACTERISTICAS CLIMATICAS DEL NORTE CHICO.

- FUENZALIDA V. - (1971) - CLIMATOLOGIA DE CHILE.

- ULRIKSEN P. - (1975) - MEDICIONES MICROMETEOROLOGICAS EN VICUÑA.

- - (1977) - MEDICIONES MICROMETEOROLOGICAS EN SERENA.

Esta serie de siete publicaciones se consideran como obras de consulta para complementar la sectorización por zonas homogéneas agrícolas y el cálculo de la evapotranspiración.

RIEGO Y TASAS DE RIEGO

- FAO - IRRIGATION AND DRAINAGE - RAPER 24.

- LANAS GASTON, GALLEGUILLOS JAVIER - (1979) - ESTUDIO DE NECESIDADES DE AGUA Y EFICIENCIAS DE RIEGO EN EL VALLE DE ELQUI.
app. INIA - VICUÑA.

Aporta antecedentes experimentales sobre eficiencia de riego a nivel de predio, en 6 sectores a lo largo del Valle de Elqui. Se eligieron 5 cultivos característicos de la región. Aporta datos que dan mayor consistencia a investigaciones similares realizadas en otras zonas del país.

- FERREIRA SAAVEDRA, VICTOR MANUEL - (1976) - CALCULO DE LA EVAPOTRANSPIRACION POTENCIAL EN CHILE CON 6 ECUACIONES EMPIRICAS. TESIS U. DE CONCEPCION. FAC. AGRONOMIA.

Aporta información basada en datos experimentales para estimar la evapotranspiración potencial y su correlación con la de bandeja. Analiza el comportamiento de cada ecuación empírica con la zona del país y su correlación con la bandeja.

- GASTON LANAS - (1980) - INFORME TECNICO PROGRAMA RIEGO SUB ESTACION VICUÑA - INIA.

Entrega antecedentes de interés sobre eficiencias de riego en el Valle de Elqui, para el cálculo de tasas de riego.

- GOLBERG, DAN et al - (1976) - DRIP IRRIGATION, PRINCIPLES, DESIGN AND AGRICULTURAL PRACTICES - ISRAEL.

- - (1975) TECNICAS Y METODOS PARA EL USO EFICIENTE DEL AGUA EN AGRICULTURA - SEMINARIO INTERNACIONAL DE RIEGO POR GOTEO - MENDOZA.

- ISRAELSEN HANSEN - (1965) - PRINCIPIOS Y APLICACIONES DEL RIEGO.

- ZIMMERMAN J. D. - (1970) - EL RIEGO.

- AGROIPLA - (1978) - TASAS DE RIEGO - PROYECTO MAULE NORTE (D.G.A.).

- D.G.A. - (1981) - CATASTRO DE REGANTES , HOYA RIOS ELQUI TOMOS I-III Y ENCUESTA.

Estos siete últimos trabajos constituyen parte de la bibliografía de consulta en la determinación de tasas de riego. Por

otra parte constituye la información básica sobre riego por goteo y microaspersores, sistema recientemente introducido al área en estudio. Sobre este sistema, no hay información experimental nacional, debiendo recurrirse a experiencia extranjera.

CULTIVOS NO TRADICIONALES EN EL PAIS, CON VENTAJAS COMPARATIVAS PARA DESARROLLAR EN EL AREA DE ESTUDIO Y ESTABLECIMIENTO DE NUEVAS ESPECIES.

- CICA-COQUIMBO - (1979) - PRIMER SIMPOSIUM SOBRE EL CULTIVO DEL PAPAYO - U. DEL NORTE.
- INIA (1974) - MANUAL DE PROPAGACION DEL PAPAYO.
- CULTIVO DE LA CHIRIMOYA - (1965) - BOL. TEC. Nº 59 MON. AGR. LIMA PERU.
- RAMIREZ U. MARCELO - (1967) - EL CHIRIMOYO, REVISION BIBLIOGRAFICA - INIA - INEDITO.
- SCHWARZEMBERG FONC C. - (1946) - POLINIZACION ARTIFICIAL DEL CHIRIMOYO TESIS U. DE CHILE FAC. DE AGRONOMIA.
- SCHROEDER - (1943) - HAND POLLINATION OF THE CHIRIMOYA CIRC. Nº 14, U. DE CALIF.
- INIA - (1981) - ESTABLECIMIENTO DE JARDINES DE ESPECIES Y VARIEDADES FRUTALES.
- INIA - INVESTIGACION Y PROGRESO AGROPECUARIO Nºs. del 2 al 8.
- CICA-SERPLAC - (1980) - FACTIBILIDAD DE CULTIVOS NO TRADICIONALES Y NUEVAS TECNICAS DE CULTIVOS PARA LA IV REGION - U. DEL NORTE - COQUIMBO.

II.A.1.22

- INIA-SERPLAC - (1981) - ESTUDIO DE CULTIVOS NO TRADICIONALES Y NUEVAS TECNICAS. VOL. 1 y 2.

Interesan parte de los antecedentes aportados por estos trabajos y publicaciones por corresponder a la única información disponible con aplicación a cultivos de cierta exclusividad a la IV Región y que se proyecta o se ha proyectado recientemente su expansión.

5.- EMBALSES, OBRAS Y VARIOS.-

- Informe Geológico sobre el Tranque Puclaro, Elqui.-

El autor de este informe fué el geólogo don Juan Brüggen en el año 1941 a solicitud de la Dirección de Riego del Ministerio de Obras Públicas.

Este apoyo geológico se concentra en una zona del río Elqui ubicada a unos 6 a 8 km aguas arriba de la estación Almendral del ferrocarril de La Serena a Vicuña.

Este informe será consultado en la Actividad II-B.- Anteproyecto de Embalses.

- Informe Preliminar Proyecto de Regadío Río Elqui.-

Este informe preliminar fue realizado por la firma consultora Frederick Snare Corporation el año 1950, para la Corporación de Fomento de la Producción.

Se analizó como alternativa el embalse Algarrobal, el cual se consideró inapropiado como así mismo varias otras alternativas, llegándose a la conclusión que la mejor solución es la explotación y utilización del agua subterránea.

Este informe será consultado en la Actividad I-G Hidrogeología.

- Aguas Subterráneas en el Río Elqui.-

Este estudio fué realizado por el Ingeniero Civil de Minas Sr. Ricardo Fenner el año 1952 para la Dirección de Riego. El Sr. Fenner para este estudio empleó los mismos antecedentes que la firma consultora Snare Corporation, llegando a conclusiones bastante diferentes, recomendando usar un pozo auxiliar para ubicar el nivel piezométrico debajo de la capa impermeable, proscribiendo los métodos usados a la fecha por no reflejar las condiciones del pozo semi artesiano.

Este informe será consultado en la Actividad I-G Hidrogeología.

- Proyecto Embalse Puclaro.-

Los autores de este estudio son los Ingenieros Civiles Srs. Absalón Monsalve y Juan Bennett como funcionarios de la Dirección de Riego en el año 1955.

Este estudio consiste en un proyecto con los apoyos de topografía, geología, mecánica de suelos y estudio de sedimentación ejecutados a la fecha por la Dirección de Riego del Ministerio de Obras Públicas. La capacidad del embalse es 190 millones, y sirve una superficie de 25.000 há, con una seguridad de riego 81%.

Este informe será consultado en la Actividad II-B Anteproyecto de Embalse.

- Investigación del Agua Subterránea en el Valle de Elqui.-

Este estudio fué realizado por el Bureau of Reclamation el año 1955 para la Dirección de Riego y consistió especialmente en evaluar el potencial del agua subterránea en el valle de Elqui, llegándose a las siguientes conclusiones:

. La zona cercana a la superficie contiene agua subterránea libre, mientras que en las capas mas profundas puede presentarse agua subterránea artesiana.

. Mediciones realizadas por la Dirección de Riego concluyen que existen recuperaciones que varían de 0 a 4,2 m^3/s entre Algarrobal y La Serena.

. Las investigaciones geofísicas muestran en los perfiles longitudinales, umbrales o gradas que tienen considerable influencia en el agua subterránea.

Este informe será consultado en la Actividad I-G Hidrogeología.

- Proyecto Embalse Puclaro.- Reglamento de Funcionamiento y Otros Datos de Interés.-

El Ingeniero Civil Sr. Juan Bennett (1957) redactó un reglamento del futuro funcionamiento del regadío del valle Elqui, suponiendo construido el embalse Puclaro con una capacidad de 190 millones de m^3, y combinado con el actual embalse La Laguna.

- Estudio de Aguas Subterráneas en el Valle de Elqui.-

Este es un estudio realizado por el Ingeniero Sr Absalón Monsalve el año 1957, para la Dirección de Riego y en el cual se hacen comparaciones con un estudio similar realizado por el Bureau of Reclamation. El aspecto sobresaliente de la comparación de ambos trabajos es la gran diferencia entre las conclusiones, llegando el Sr. Monsalve a concluir que el riego por bombeo está muy lejos de ser la solución para el valle de Elqui.

Este estudio será consultado en la Actividad I-G Hidrogeología.

- Variantes al Estudio del Embalse Puclaro.-

Los Ingenieros Civiles Srs. Gastón Mahave M. y Ricardo Edwards P. rehicieron este estudio el año 1958 para la Dirección de Riego del Ministerio de Obras Públicas.

El objeto fue estudiar alternativas para compararlas con el Proyecto embalse Puclaro vigente por razones económicas. Se hicieron 8 estudios en el río Elqui; 4 embalses en río Turbio; 2 embalses en el río Claro y 1 embalse en la quebrada Arrayán.

Este informe será consultado en la Actividad I-Ñ Alternativas de Mejoramiento de la Situación Actual.

- Anteproyecto Embalse Alcohuas.-

Consiste en una visita realizada a la zona prevista para una posible construcción de un embalse en la zona de Alcohuas, por el Ingeniero Civil Sr. Juan Kuhn Crichton. La recomendación fué negativa.

- Complemento al Informe sobre el Embalse Puclaro.-

El Ingeniero Civil Sr. Gastón Mahave M. realizó este estudio como funcionario de la Dirección de Riego en el año 1960.

El contenido del estudio es hacer nuevos anteproyectos de embalses ubicados en la quebrada Arrayán y Puclaro. Se compararon las alternativas.

Este informe será consultado en las actividades I-Ñ Alternativas de Mejoramiento de la Situación Actual y II-B Anteproyecto de Embalses.

- Estudio de Suelos - Embalse Puclaro.-

Este informe fue realizado por el laboratorio de suelos de la Dirección de Riego el año 1963 y resume los resultados obtenidos de ensayos de muestras de empréstitos en diversas quebradas, para el posible muro del embalse Puclaro.

Se hicieron ensayes de clasificación y densidad Proctor como así mismo ensayes de permeabilidad de 45 muestras.

Este informe será consultado en la Actividad II-B Anteproyecto de Embalses.

- Proyecto Embalse Puclaro.-

Este estudio fue realizado por los Ingenieros Civiles Srs. Sergio Aguayo C. y Eugenio Campos G. funcionarios de la Dirección de Riego del Ministerio de Obras Públicas el año 1963.

Consiste en un estudio de sensibilidad del embalse Puclaro en el cual se concluye que la capacidad más económica es 100 millones de m^3, para servir una superficie de 18.500 há con una seguridad de 85%.

Este informe será consultado en la Actividad I-Ñ Alternativas de Mejoramiento de la Situación Actual.

- Río Elqui - Embalse Puclaro.-

Este informe fue realizado por los Ingenieros Srs. Pablo Kleiman y Juan Torres el año 1964 para la Dirección de Riego.

En este informe se estudió lo siguiente:

a) Recuperaciones o pérdidas del río entre el embalse y el océano.
b) Retorno del riego.
c) Determinación de las pérdidas en canal.

Para este estudio se contaba con las experiencias de recuperación realizadas por la Dirección de Riego entre los años 1948 a 1955 y fue necesario además realizar una completa corrida de aforos entre Gualliguaica y La Serena.

Este informe será consultado en la actividad I-F Estudio de Recuperaciones.

- Informe de Factibilidad del Proyecto Puclaro.-

El consultor es la oficina norteamericana Blauvelt Engineering Co. en 1964 a solicitud de la Dirección de Riego del M.O.P.

El objetivo de este estudio fue revisar el proyecto embalse Puclaro vigente, complementarlo y avalar su factibilidad con fines crediticios.

Por abarcar varias materias, este estudio será consultado en varias de las actividades de la Etapa I.

- Determinación de la Superficie Regada con 85% por el Río Elqui y Otros de la Zona Central.

El Ingeniero Civil Sr. Carlos Kammel funcionario de la Dirección de Riego, concluyó lo siguiente el año 1965 para el río Elqui:

- Tasa de riego anual : 9.707 m^3/há/año
- Tasa de riego en el mes de máximo consumo : 1.300 m^3/há/año
- Superficie bajo riego : 1.300 há
- Superficie regada con 85% de seguridad : 10.930 há
- El porcentaje de la superficie de tierra regada con 85% : 84%

- Proyecto Agua Potable Andacollo.-

Este es un informe enviado por el Ingeniero de la Dirección de Riego Sr. Gonzalo Domínguez al Secretario Ejecutivo y Coordinador Programa Sequía de La Serena en el año 1969, en el cual se analiza la posibilidad de abastecer de agua potable al pueblo de Andacollo, usando para ello el canal Bellavista por el cual se conducirían 60 l/s en una longitud de 59 km, para posteriormente usar estaciones de bombeo, elevando el agua 850 m.

Este informe será consultado en la actividad I-M Otros Usos del Agua.

- Informe Preliminar Mejoramiento Canal Peralillo.-

Este es un informe realizado por el Constructor Civil de la Dirección de Aguas Sr. Hernán Godoy el año 1970, por una visita realizada a terreno, a pedido del comité de adelanto de Elqui debido a problemas suscitados por la sequía.

Se estudió la posible construcción de un canal denominado Ripamonti, la cual fue deshechada y como mejor alternativa el mejoramiento del canal Peralillo que tiene varias ventajas sobre la anterior.

Este informe será consultado en la actividad I-Ñ Alternativas de Mejoramiento de la Situación Actual.

- Proyecto de un Embalse en Arrayán Quebrada Lateral del Río Elqui.

  El autor es la oficina consultora Salzgitter Industriebau Gessell Schaft N3H en el año 1971 para la Dirección de Riego del Ministerio de Obras Públicas.

  Contiene una comparación de características principales de un embalse Puclaro en el río Elqui de 190 millones de m^3, versus un embalse Arrayán en la quebrada del mismo nombre de 50 millones de m^3.

  Este informe será consultado en las Actividades I-Ñ Alternativas de Mejoramiento de la Situación Actual y II-B Anteproyecto de Embalses.

- Proyecto Embalse Puclaro. Estudio de Factibilidad Física del Embalse.

  La Dirección de Riego del Ministerio de Obras Públicas encargo a la oficina consultora Salzgitter Industriebau Gessellschaft NBH el año 1972 este estudio.

  Es el estudio más completo realizado a la fecha, se reenjuicia los antecedentes técnicos recomendando un embalse de 100 millones de m^3 de capacidad útil, para servir una superficie de 18.500 há con una seguridad de 85%.

  Este informe será consultado en las Actividades I-Ñ Alternativas de Mejoramiento de la Situación Actual y II-B Anteproyecto de Embalses.

- Proyecto Embalse Pan de Azúcar.

  El consultor es el Ingeniero Civil Sr. Emilio Donoso Donoso en el año 1973 a solicitud de la Dirección de Riego del Ministerio de Obras Públicas.

  El muro se ubica en la quebrada El Culebrón, la capacidad útil del embalse es de 22,2 millones de m^3, para servir una superficie de 700 há con una seguridad hidrológica de 85%. El su-

ministro de agua se hace en invierno a través del actual canal Bellavista.

Este informe será consultado en las Actividades I-Ñ Alternativas de Mejoramiento de la Situación Actual y II-B Anteproyecto de Embalses.

- Estudio Realizados en el Valle Elqui.

El Ingeniero Civil Sr. Alfredo Saavedra M. funcionario de la Dirección de Riego del Ministerio de Obras Públicas en el año 1974, realizó una recopilación de estudios y proyectos realizados a la fecha por la Dirección de Riego, CORFO, IREN, CORA-INPROA y otras instituciones.

- Modelo de Simulación Hidrológica en la Cuenca del Río Elqui.

Este es un estudio realizado por los Ingenieros Srs. Basilio Espíldora y Gerardo Palma, del Centro de Recursos Hidráulicos del Departamento de Obras Civiles de la Universidad de Chile el año 1977, como parte del programa de Investigación Zonas Aridas y Semi-áirdas de la OEA.

El sistema modelado simula el comportamiento hidrológico y el manejo de aguas de regadío de la subcuenca del río Elqui, entre Algarrobal y Almendral y fue realizado con un alto nivel de confiabilidad.

Será considerado en la Actividad I-G Hidrogeología.

- Estudio del Esquema de la Red Actual de Canales del Valle del Río Elqui y sus Afluentes.

El consultor es el Ingeniero Civil Juan Bennett A. a solicitud de la Dirección General de Aguas del Ministerio de Obras Públicas el año 1979.

Se hace una descripción del río Elqui con sus afluentes, canales y embalse La Laguna, se explica la administración de aguas,

organización de la Junta de Vigilancia. Además, se da soluciones a problemas inmediatos y futuros de obras de regadío del valle Elqui.

Este informe será consultado en las Actividades I-J Infraestructura de Canales, I-N Diagnóstico Situación Actual, y I-Ñ Alternativas de Mejoramiento de la Situación Actual.

- Catastro de Regantes. Hoya Río Elqui.

Este catastro fue confeccionado por personal de la Dirección General de Aguas en el año 1981,mediante encuestas prediales a todos los agricultores del valle. Contiene todos los regantes ubicados por canal y por saque, además de planos a diferentes escalas de cada uno de los canales del río Elqui y sus afluentes.

Esta información será utilizada en la Actividad I-J Infraestructura de Canales.

- Junta de Vigilancia del Río Elqui.

La Junta de Vigilancia del río Elqui proporcionó el rol de regantes de dicho río y sus afluentes a nivel de bocatomas, confeccionado el año 1943 por el Ingeniero Sr. Pedro Lyon Besa, actualizado a la fecha, por el cual se rige el reparto de aguas a los canales de todo el sistema. Asimismo proporcionó una estadística de caudales entregados a los canales del río Elqui y sus afluentes como porcentaje del derecho legal, que incluye además estadísticas de lluvia y nieve. La estadística cubre el período entre los años 1944-45 a 1981-82. Por último, esta Junta de Vigilancia posee desde el año 1944 a la fecha, la estadística diaria del comportamiento hidrológico del embalsé La Laguna, del río Elqui y sus afluentes en varias secciones del mismo.

Estos antecedentes son de importancia para realizar el balance hídrico del río, que incide en varias actividades.

Por otra parte, la Junta de Vigilancia del río Elqui ofreció los planos de los distintos tipos de aforador utilizados en las bocatomas de los canales, los cuales serán de utilidad en la actividad I-Ñ, Alternativas de Mejoramiento.

- Estudio del Mejoramiento del Regadío Actualmente Servido por el Canal Bellavista. E.Donoso. CORA 1972.

  Este estudio establece la situación actual y se hacen recomendaciones para mejorar el regadío de 13 predios, expropiados por CORA, que sirve el Canal Bellavista. Las conclusiones predominantes se refieren a nuevos embalses nocturnos y/o ampliación de los existentes, así como a captaciones de aguas subterráneas complementarias.

  Este informe será utilizado en las actividades I-J.- Infraestructura de Canales, I-N.- Diagnóstico de la Situación Actual y I-Ñ.- Alternativas de Mejoramiento.

- Estudio de Ampliación de la Zona Regada en el Valle Pan de Azúcar. Reconocimiento del Embalse Regulador. E.Donoso. CORA. 1972.

  Este estudio sirvió de base al Proyecto del Embalse Pan de Azúcar del mismo autor y sus conclusiones se encuentran incluidas en dicho proyecto, razón por la cual no se considera necesario consultar este informe.

- Estudio de la Red de Canales. Canales San Pedro Nolasco y Peralillo. Hidroconsult, D.G.A. 1979.

  Este es el primer estudio que se ha realizado dentro del Programa de la D.G.A., para racionalizar el uso del agua en el

Valle de Elqui. En este estudio se analiza la situación actual y las superficies regadas y regables que son dominadas por el Canal San Pedro Nolasco en la 3a. Sección y por el Canal Peralillo en la 1a. Sección del río Elqui.

Se estudia la unificación de varios canales en base a los nombrados y se determina la red de riego futura.

Este informe será consultado en las actividades I-J.- Infraestructura de Canales, I-N.- Diagnóstico de la Situación Actual y I-Ñ.- Alternativas de Mejoramiento.