

COMISION NACIONAL DE RIEGO

REPUBLICA DE CHILE

ESTUDIO INTEGRAL DE RIEGO DE LA CUENCA DEL RIO MATAQUITO

PREFACTIBILIDAD

TOMO A INFORME GENERAL

CICCI

B&P

BINNIE AND
PARTNERS

COMUNIDAD DE
INGENIEROS
CONSULTORES
ASOCIADOS

HTS

HUNTING
TECHNICAL
SERVICES LTD.

MARZO 1978

Santiago, Marzo de 1978.

Señores
Comisión Nacional de Riego
Presente

De nuestra consideración:

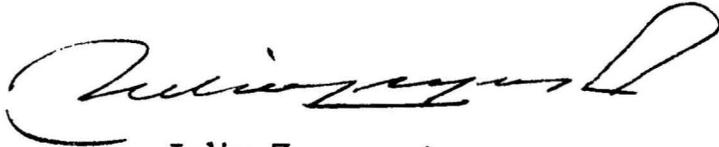
Tenemos el agrado de enviar a Uds., el Informe del Estudio Integral de Riego de la Cuenca del Río Mataquito. Dicho Estudio ha sido ejecutado por el Consorcio integrado por la firma nacional C.I.C.A. Comunidad de Ingenieros Consultores Asociados y las firmas británicas Binnie and Partners y Hunting Technical Services Ltd.

Este Informe consta de nueve volúmenes y una carpeta de mapas. El Tomo A constituye un resumen del contenido general. Los Tomos B al J, contienen las diversas materias básicas tratadas en este estudio y los anexos con el material adicional que complementa la información básica.

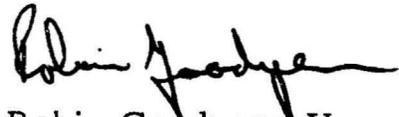
La carpeta contiene mapas de referencia general y de clasificación de suelos.

A nombre del Consorcio, deseamos expresar nuestro agradecimiento al personal de esa Comisión, por el interés manifestado durante el desarrollo de este Estudio.

Atentamente,



Julio Zegers A.
Director del Estudio-CICA



Robin Goodyear H.
Director del Estudio-Hunting

ESTUDIO INTEGRAL DE RIEGO DE LA CUENCA
DEL RIO MATAQUITO

TOMO A
INFORME GENERAL

1201

NOTACION

US\$:	Todos los valores referidos a moneda extranjera, han sido expresados en dólares de Estados Unidos, utilizando la notación usual de US\$.
\$:	Notación utilizada para referirse a la moneda oficial del país, el peso chileno.
Precio Financiero de la divisa :	La tasa de cambio utilizada en este informe, corresponde a la tasa promedio vigente de Mayo de 1977, que era de 19,40 pesos chilenos por dólar americano.
Precio Social de la divisa :	El precio social de la divisa, se determinó siguiendo la metodología de la Oficina de Planificación Nacional y, corresponde a 27,06 pesos por dólar .
Valor de mercado de capital :	En este informe es de 16 por ciento real anual.
Valor social del capital :	Corresponde a 17 por ciento real anual.

Unidades : El sistema de medidas utilizado en este Informe, es el Sistema Métrico Decimal.

CONTENIDO DEL INFORME

TOMO A	INFORME GENERAL
TOMO B	USO ACTUAL DEL AGUA
TOMO C	SUELOS
TOMO D	AGRONOMIA
TOMO E	ECONOMIA
TOMO F	HIDROLOGIA
TOMO G	HIDROGEOLOGIA
TOMO H	MODELO
TOMO J	INGENIERIA

INDICE DEL TOMO A

	<u>Página</u>
<u>OBJETIVOS</u>	1
<u>CONCLUSIONES</u>	3
<u>RECOMENDACIONES</u>	8
PRIMERA PARTE	13
<u>ANTECEDENTES GENERALES</u>	13
- El área del Proyecto	14
- Vías de Comunicación	15
SEGUNDA PARTE	
<u>DIAGNOSTICO SITUACION ACTUAL</u>	17
1. <u>CLIMA</u>	18
1.1 Rasgos Generales	18
1.2 Zonas Agroclimáticas	19
1.2.1 Zona Litoral	20
1.2.2 Zona Hualañé	21
1.2.3 Zona Curicó	21
1.2.4 Zona Piedmont Andino	22
2. <u>HIDROLOGIA</u>	23
2.1 Hidrografía	23
2.2 Escorrentía superficial	23
2.2.1 Caudales medios anuales y estacionales	23
2.2.2 Caudales de crecidas	26
2.2.3 Caudales mínimos	28

	<u>Página</u>
2.3 Sectorización Hidrológica	30
2.4 Balance Hidrológico	33
3. <u>HIDROGEOLOGIA</u>	34
3.1 Características del Acuífero	34
3.2 Movimiento del agua subterránea	35
4. <u>SUELOS</u>	37
4.1 Categorías de Riego	37
4.2 Aptitud Agrícola	38
5. <u>POBLACION</u>	43
5.1 Población total y rural	43
5.2 Población dedicada a la agricultura	44
6. <u>INFRAESTRUCTURA DE RIEGO</u>	47
6.1 Obras en el río Teno	47
6.2 Obras en el río Lontué	48
6.3 Obras en el río Mataquito	48
7. <u>USO ACTUAL DEL AGUA</u>	49
7.1 Disponibilidad de Agua	49
8. <u>AGRICULTURA</u>	53
8.1 Estructura de la Propiedad	53
8.2 Uso Actual del área de riego	54
8.3 Uso Actual del área de secano	57

	<u>Página</u>
8.4 Ganadería	58
8.5 Servicios de Apoyo	60
8.5.1 Servicios de Extensión, Asistencia Técnica y Capacitación	60
8.5.2 Servicios de Investigación	60
8.5.3 Servicios Veterinarios	61
 TERCERA PARTE	
<u>PROYECTO DE DESARROLLO</u>	62
9. <u>AREAS DE DESARROLLO</u>	63
10. <u>MERCADOS Y PRECIOS</u>	64
10.1 Perspectivas de Mercado	64
10.2 Capacidad de Procesamiento	65
10.3 Precios de Productos Agrícolas	66
10.4 Precios de Insumos	68
11. <u>DESARROLLO AGROPECUARIO</u>	70
11.1 Definición de la base de Planificación	70
11.2 Supuestos de Desarrollo	73
11.3 Producción proyectada de cultivos anuales y praderas	74
11.4 Producción de cultivos permanentes	78
11.5 Servicios de apoyo	79
12. <u>SOLUCIONES DE INGENIERIA</u>	85
12.1 Aumento de la seguridad de riego, sin grandes obras	85
12.1.1 Déficit en los ríos Teno y Lontué	85
12.1.2 Embalses de acumulación nocturna	86
12.1.3 Explotación de aguas subterráneas	87

	<u>Página</u>
12.2 Mejoramiento de la seguridad con obras mayores	87
12.2.1 Embalses San Pablo y El Planchón	87
12.3 Solución recomendada	88
12.4 Obras de Drenaje	88
13. <u>DESARROLLO DE NUEVAS AREAS DE RIEGO</u>	90
13.1 Excedentes en el río Mataquito	90
13.2 Proyectos de nuevo riego	90
13.2.1 Proyecto Culenar	91
13.2.1.1 Desarrollo Agropecuario	91
13.2.1.2 Soluciones de Ingeniería	92
13.2.2 Proyecto Peralillo	93
13.2.2.1 Desarrollo Agropecuario	93
13.2.2.2 Soluciones de Ingeniería	94
13.3 Anteproyectos Preliminares	94
13.3.1 Anteproyecto Curepto	94
13.3.1.1 Desarrollo Agropecuario	95
13.3.1.2 Soluciones de Ingeniería	96
13.3.2 Anteproyecto Vichuquén	96
13.3.2.1 Desarrollo Agropecuario	96
13.3.2.2 Soluciones de Ingeniería	97
CUARTA PARTE	
<u>EVALUACION FINANCIERA Y ECONOMICA</u>	98

	<u>Página</u>
14. <u>ECONOMIA PREDIAL</u>	99
14.1 Cultivos anuales y praderas	99
14.1.1 Ingreso neto de cultivos anuales	100
14.1.2 Ingreso neto de modelos prediales	102
14.2 Cultivos permanentes	105
15. <u>ECONOMIA DEL PROYECTO</u>	107
15.1 Costos	114
15.2 Beneficios	116
15.3 Análisis financiero y económico	118
APENDICE	121
TERMINOS DE REFERENCIA	121

OBJETIVOS

De acuerdo con los términos de referencia, los objetivos básicos de este estudio fueron cuantificar los recursos naturales disponibles; formular un plan de desarrollo agropecuario y de puesta en riego; estudiar las demandas de agua actuales y futuras; determinar los déficit y excedentes hídricos; proponer las obras necesarias para el mejor aprovechamiento del recurso y efectuar una evaluación económica preliminar de dichas obras y de las alternativas de desarrollo agropecuario propuestas.

Los estudios revelaron desde el principio la importancia de las prácticas agrícolas y de riego para mejorar el balance entre disponibilidad y demanda de agua. Por lo tanto, se han considerado esas prácticas en conjunto con las obras necesarias para un mejor aprovechamiento del recurso y se han incluido en la evaluación económica requerida por los términos de referencia. En consecuencia, los objetivos principales que se establecieron para el estudio fueron los siguientes:

- a) Estimar, sobre la base de las estadísticas hidrológicas y meteorológicas, los recursos de agua superficial disponibles para diferentes grados de probabilidad, en particular para una probabilidad de excedencia de 85 %; completar además el análisis hidrológico de la cuenca con la mayor profundidad compatible con la información existente.
- b) Estimar, por medio de los niveles y rendimientos de pozos existentes, características elásticas del acuífero y geología del área, el volúmen y movimiento del agua subterránea y sus posibilidades de explotación.
- c) Clasificar en forma detallada, a escala 1:20.000, los suelos regables de la cuenca, a partir de la información de terreno obtenida por el Departamento Agrológico del S.A.G., entre Octubre de 1973 y Marzo de 1977, completando dichos trabajos en las zonas no abarcadas por él.
- d) Definir los tipos de explotación agropecuaria existentes en la cuenca, en relación con los suelos y la disponibilidad actual de

agua para regadío, estimar los niveles actuales de producción y sus valores brutos y netos.

- e) Analizar las principales restricciones al incremento de la producción agropecuaria dando especial importancia a la disponibilidad de agua para el regadío, a la capacidad de uso de los suelos, a la capacidad empresarial y al mercado potencial.
- f) Estimar los déficit y excedentes de agua en la situación actual y en el futuro, a medida que se eliminen las restricciones existentes.
- g) Comparar diferentes métodos alternativos para suplir la escasez de agua para regadío.
- h) Proyectar el futuro desarrollo agropecuario que pudiera resultar de la remoción de una o varias de las principales restricciones y estimar los beneficios potenciales.
- i) Estimar el costo total del programa de desarrollo y determinar su viabilidad económica.
- j) Recomendar las medidas que deberían aplicarse, tanto en el desarrollo de los recursos hídricos como en el campo más amplio del desarrollo agropecuario.

CONCLUSIONES

INGENIERIA

- a) En el área del estudio, la mayor parte de los suelos susceptibles de ser regados se encuentra bajo canal. Estos comprenden una superficie aproximada de 100 mil hectáreas.
- b) Existen recursos hídricos suficientes para el riego de las superficies bajo canal y de nuevo riego que se propone en Mataquito bajo (Culénar y Peralillo), pero ciertos sectores ubicados al Norte del río Teno y en la parte alta del río Lontué, tienen déficit de agua debido a la mala distribución de los derechos de aprovechamiento y a la baja eficiencia de riego.
- c) La regulación de las aguas por medio de tranques de acumulación nocturna, permitiría mejorar la eficiencia de riego y cubrir los déficit actuales. Para lograr este objetivo, se necesitaría una capacidad de almacenamiento de 2.9 millones de metros cúbicos mediante la cual se efectuaría una regulación diaria de caudales, y una operación adecuada de los volúmenes acumulados en el embalse Planchón.
- d) Para lograr una máxima efectividad, la regulación nocturna de las aguas debe realizarse en la totalidad del valle del río Teno y en parte del valle del río Lontué. Esta regulación facilitará, asimismo, la redistribución de los derechos de aprovechamiento de las aguas.
- e) Como alternativa a la regulación nocturna se plantea la posibilidad de efectuar una regulación interanual de los caudales de riego, por medio de la construcción de un embalse de temporada como el embalse San Pablo, de 130 millones de metros cúbicos de capacidad, o la ampliación del embalse Planchón desde una capacidad actual de 65 millones a 240 millones de metros cúbicos.
- f) También es posible cubrir los déficit de riego por medio de la explotación del agua subterránea, cuyo recurso se estima que representa un caudal continuo anual de 17 metros cúbicos por segundo.

- g) En el área del estudio, existe en invierno y primavera un excedente medio de aproximadamente 3.000 millones de metros cúbicos, de los cuales alrededor de 1.000 millones pueden ser trasvasados a la cuenca del Rapel por el canal Teno-Chimbarongo. Además, al aplicarse las medidas indicadas en los puntos anteriores, no sería necesario modificar los trasvases que se realizan actualmente hacia el Sur del río Claro y que riegan una superficie aproximada de 13.800 hectáreas.

AGRONOMIA

- a) Los cultivos anuales representan un 44 % de la superficie regada, los cultivos permanentes un 18 % y las praderas un 38 %. Los cultivos anuales más importantes son trigo, maíz, porotos y remolacha; entre los cultivos permanentes sobresalen la vid y el manzano. Las praderas artificiales representan un 13 % del total de praderas y las especies más relevantes son trébol rosado y alfalfa.
- b) En los sectores de riego que poseen una baja disponibilidad de agua, la producción agrícola actual se ve limitada, principalmente, debido a la reducción de la superficie que puede destinarse a cultivos de verano de alto valor.
- c) Una gran proporción de esta superficie se destina a praderas naturales de baja productividad, con una acentuada estacionalidad forrajera, lo que provoca importantes disminuciones en la producción pecuaria.
- d) Con un adecuado suministro de agua, la producción agropecuaria aumentaría como resultado de una expansión de los cultivos de verano y de un mayor rendimiento de las praderas.
- e) En el largo plazo, existe un gran potencial para incrementar la producción agropecuaria a través de mejores prácticas de manejo y el uso adecuado de insumos.
- f) La producción de carbón vegetal que se realiza en la parte alta de las cuencas de los ríos Teno y Lontué, está exterminando el

bosque natural y acelerando el proceso de erosión. Al aumentar la velocidad de escurrimiento de las lluvias, se originan fuertes avenidas invernales que afectan la parte baja de los ríos.

- g) En el sector reformado, la capacidad empresarial es baja debido, principalmente, a un bajo nivel educacional y a la falta de un servicio de extensión efectivo.
- h) En los estratos superiores, un buen acceso a los servicios de capacitación empresarial, es requisito esencial para alcanzar los niveles tecnológicos propuestos en este estudio.
- i) La seguridad en la tenencia de la tierra y el crédito a tasas de interés razonables, son dos de los factores más importantes para lograr el nivel potencial de la inversión privada.
- j) En la cuenca del río Mataquito existe una considerable tasa de desempleo que será significativamente reducida a través del programa de desarrollo agropecuario.

ECONOMIA

Producción

- a) En la planificación del desarrollo futuro de la cuenca, se ha considerado las perspectivas de mercado, la rentabilidad por hectárea y las restricciones agronómicas de los cultivos. Los cultivos de poroto, remolacha, manzana y viña vinífera, presentan para su expansión algunas limitaciones de mercado. El resto de los cultivos pueden expandirse en términos de superficie y producción.
- b) La capacidad de procesamiento no aparece actualmente como un factor restrictivo de la producción excepto en el caso del vino cuya producción se aproxima al límite de la capacidad de elaboración.
- c) La producción de manzanas del área del proyecto representa el 39 % de la producción nacional, la maravilla el 38 % y la produc

ción de vinos el 17 % del total del país. El resto de los cultivos no sobrepasa el 13 % de la producción nacional respectiva.

Precios

- a) En 1985, los precios reales de los productos agropecuarios serán mayores o al menos se mantendrán iguales a los actuales (1977)
- b) Se espera que el costo de los insumos aumente en una menor proporción que el precio de los productos, por lo tanto, se estima que los ingresos prediales aumentarán en términos reales.
- c) En general, en este estudio, los precios sociales de los productos comerciados con el exterior se consideraron mayores que sus precios de mercado. Para el resto de los productos, los precios sociales y de mercado a nivel de productor (excluyendo impuestos) se supusieron iguales.
- d) La relación entre el precio social y de mercado de los insumos, varía de acuerdo al contenido importado; el valor social de la divisa corresponde a 1,4 veces el valor de mercado.

INGRESOS NETOS

- a) Los cultivos de poroto y raps producen los mayores ingresos netos por hectárea, pero este último sólo se cultiva en la zona del piedmont andino.
- b) Los huertos de manzanos y las viñas cubren un 95 % del área total destinada a cultivos permanentes. Se espera que la introducción de nuevas variedades de manzano producirá en el futuro un incremento de sus ingresos netos; en viñas, este incremento se lograría con la adopción de un sistema diferente de conducción.

Evaluacion de Proyectos

- a) En Mataquito Alto, (valles de Teno y Lontué) los beneficios netos asociados a los proyectos de riego, de asistencia técnica y a una combinación de ambos, son elevados y cada forma de desarrollo es factible tanto desde el punto de vista financiero como social. En Mataquito Bajo, (valle de Mataquito) aunque no se requiere un proyecto de mejoramiento de riego, la implementación de un programa de asistencia técnica es factible.
- b) Considerando el valor presente neto, el proyecto de nuevo riego de Culenar no es viable a precios financiero o social. En Peralillo, los ingresos netos son positivos sólo a precios sociales y, por lo tanto, el proyecto es factible a nivel nacional. Si el Gobierno decidiera implementar estos proyectos, debería estudiarse alguna forma de subsidio para que el agricultor se interesara en participar.
- c) Los beneficios que se generan por el mejoramiento del riego se obtienen en un corto plazo, sin embargo, aquellos derivados de un mejoramiento tecnológico, es posible que no alcancen su nivel máximo antes de 15 años y por lo tanto resultan más difíciles de predecir.
- d) La inversión predial en los proyectos mencionados, representa un 58 % de los costos totales de capital y, como se supone que provendrá del sector privado, es indispensable que las líneas de crédito se dispongan con tasas de interés razonables.

RECOMENDACIONES

INGENIERIA

Hidrología de superficie

- a) La red pluviométrica de la cuenca del Mataquito no cubre en forma adecuada los sectores cordilleranos andinos, el valle junto al curso del río Mataquito y la zona de la Cordillera de la Costa.

Es recomendable complementar la red e instalar, a lo menos, una ruta de nieve en el sector cordillerano alto, que permita efectuar predicciones confiables de los escurrimientos de deshielo.

Debe darse primera prioridad a la calidad, continuidad y oportunidad de las mediciones y procesamiento de los registros de las estaciones pluviométricas de Curicó, Los Queñes Retén, Lolol, Talca y Constitución, por cuanto estas constituyen el patrón pluviométrico básico de la cuenca.

- b) La red fluviométrica de la cuenca se concentra en la parte alta de la cordillera andina, no habiendo información registrada para algunos puntos de interés, como son la confluencia de los ríos Teno y Lontué y el curso bajo del río Mataquito. Se recomienda, por lo tanto, complementar la red.

Las estaciones fluviométricas de Colorado en junta con Palos; de Palos en junta con Colorado, y Teno después de junta, son fundamentales para conocer los recursos de riego disponibles en la cuenca. Por lo tanto, a estas estaciones debe dárseles primera prioridad en la operación, mantención y procesamiento de sus registros.

- c) Dada la calidad, continuidad y extensión de los registros de caudales máximos de crecida, es necesario otorgar una mayor importancia a estas mediciones y al procesamiento de la información.

- d) Es necesario instalar registros de niveles y estaciones fluviométricas en el Embalse El Planchón, para permitir una adecuada planificación y operación de los sistemas de riego de la cuenca y, además, para efectuar el control hidrológico de la escorrentía de esta cuenca de alta cordillera.

HIDROGEOLOGIA

- a) Con el objeto de tener un conocimiento más acabado de los aspectos hidrogeológicos del área estudiada, se estima necesario efectuar estudios adicionales del régimen de pérdidas y recuperaciones y de las características del acuífero.
- b) Es preciso restablecer el control de niveles estáticos en la cuenca.

OBRAS DE INGENIERIA

- a) Los caudales que entrega el embalse Planchón, deben ser regulados con el objeto de cubrir estrictamente los déficit y evitar que escurran volúmenes que excedan las necesidades.
- b) Tan pronto como sea posible, debe estudiarse un plan que programe el orden y los plazos de construcción de los embalses de regulación nocturna. Este plan debe incluir :
- Ubicación de posibles lugares de embalse, anteproyecto y estimación de costos.
 - Selección de las mejores alternativas basada en el estudio de las áreas que debe regar cada embalse, de la red de canales y obras de arte existentes.
 - Solución de los problemas de operación y distribución de los derechos de aprovechamiento de agua y de los aspectos legales correspondientes.
 - Proyecto definitivo.

- Construcción

- c) En forma simultánea, debe efectuarse un estudio sobre la distribución de derechos de aprovechamiento de agua considerando los diferentes tipos de suelo y agricultura de la zona. En el área del río Teno, este estudio ayudará a corregir los déficit que son causados por una mala distribución de derechos y en el río Lontué, para establecer y modificar legalmente los cambios de derechos que en la actualidad se efectúan por acuerdo tácito.
- d) La regulación nocturna y la distribución de derechos de aprovechamiento de las aguas, debe iniciarse en la zona de Teno Norte y los resultados obtenidos en ella fijarán el momento en que debe continuarse con el mismo esquema en Teno Sur y parte alta de Lontué.
- e) Debe iniciarse el estudio del proyecto de nuevo riego para el área de Peralillo.
- f) En el área de Curepto debería efectuarse un estudio de factibilidad considerando el problema social de sus 13 mil habitantes y la degradación que provocan en los recursos naturales existentes.
- g) El Proyecto Culenar, no se justifica por factores netamente económicos y de evaluación social. Lo mismo puede afirmarse del proyecto Vichuquén.

AGRONOMIA

- a) Se debe establecer en el área del estudio, un servicio de extensión y asistencia técnica que provea el apoyo técnico y empresarial indispensable para los pequeños productores y, al mismo tiempo, promueva el cambio hacia mejores niveles tecnológicos y de utilización de los recursos de suelo y agua.
- b) El personal involucrado en los servicios mencionados, debe ser capacitado en el ejercicio de sus funciones, para lo cual se recomienda implementar los cursos necesarios en organismos

competentes.

- c) La Federación de Agricultores de Curicó es una entidad a través de la cual se puede estimular el desarrollo de los predios del área y canalizar los servicios de consultoría en administración predial.
- d) Debe estimularse el desarrollo de cooperativas en el sector de pequeños propietarios y la expansión del rol de la Federación de Agricultores, con el objeto de mejorar la estructura de suministro de insumos y comercialización de los agricultores de la cuenca.

Debe estudiarse la estructura legal de estas organizaciones que deberán involucrarse en la petición de créditos, el suministro de insumos y la representación de los agricultores ante compradores como IANSA, molinos, bodegas de vino, envasadoras y exportadores.

- e) La expansión de los programas educacionales debe formar parte de cualquier programa de desarrollo de largo plazo que se ejecute en la cuenca.
- f) En la cabecera de los ríos Teno y Lontué, debe controlarse la tala de bosques para producción de carbón vegetal.
- g) En los sectores más erosionados de la Cordillera de la Costa, debe darse un mayor impulso a la reforestación; asimismo, debe mejorarse el manejo del secano en toda su área.

ECONOMIA

- a) La construcción de embalses de noche en Mataquito Alto, debe iniciarse a la mayor brevedad.
- b) Como resultado del alto costo del capital adoptado en este estudio de acuerdo a normas de ODEPLAN, el Proyecto Culenar no es viable a precios financiero o social. Si el Gobierno decidiera bajar la tasa de retorno exigida a un 5 %, en términos financie-

ros o a 14 % en términos sociales, el proyecto sería viable.

- c) Las obras de riego contempladas en Peralillo son viables sólo desde el punto de vista nacional, por lo tanto, el Gobierno debería estudiar métodos de financiamiento que incentivaran a los agricultores a participar en el proyecto.
- d) Deberá estudiarse métodos alternativos para proporcionar servicios de asistencia técnica en la cuenca, de acuerdo con las políticas de Gobierno para el sector agrícola.
- e) Para que los agricultores de la cuenca puedan obtener créditos a intereses razonables, deberá crearse fuentes adecuadas de crédito.
- f) Si se lleva a efecto los proyectos mencionados anteriormente, será necesario estudiar con mayor detalle la comercialización y procesamiento de los productos para el período 1985-1995.

PRIMERA PARTE
ANTECEDENTES GENERALES

EL AREA DEL PROYECTO

El área del proyecto Mataquito se encuentra en la zona Central de Chile, a unos 160 kilómetros al Sur de Santiago, entre los paralelos 34° 44' y 35° 23' de latitud Sur y entre los meridianos 70° 24' y 72° 15' de longitud Oeste.

Su extensión es de aproximadamente 6.200 kilómetros cuadrados.

Los rasgos geomorfológicos que caracterizan el área del proyecto, son similares a los de la zona Central del país :

La Cordillera de Los Andes, al Este; la Depresión Intermedia del Valle Central; la Cordillera de la Costa y las Planicies Litorales, al Oeste.

La Cordillera de Los Andes, con una altitud media de 3.000 m.s.n.m., presenta nieves eternas. Su cumbre más alta es el volcán Peteroa que se eleva sobre los 4.000 metros. Los ríos Teno y Colorado nacen en la alta cordillera y forman los cauces que llevan los actuales recursos de agua a las zonas regadas del Valle Central.

La Depresión Intermedia tiene una altura media que varía entre 150 y 350 metros y forma un plano inclinado hacia el Oeste, con una pendiente cercana al 0,8 %. Representa la zona más adecuada para el desarrollo de la agricultura de riego.

La Cordillera de la Costa, con altitudes que no sobrepasan los 1.000 metros sobre el nivel del mar presenta un relieve ondulado que desciende suavemente hacia la costa. Hacia el Oeste, se extienden las Planicies Litorales, a diversas alturas sobre el nivel del mar y con pendientes suaves.

La mayor parte del área de estudio está incluida en la provincia de Curicó (VII Región), excepto las pequeñas áreas de San Pedro de Alcántara y Paredones que pertenecen a la provincia de Colchagua (VI Región).

Sus límites son los siguientes :

- Al Norte, la Provincia de Colchagua;
- Al Sur, la Provincia de Talca;
- Al Este y al Oeste, la Cordillera de Los Andes y el Océano Pacífico, respectivamente.

En la figura 1.1 se muestra un plano general del área estudiada.

El centro administrativo de la VII Región, es la ciudad de Talca. Como resultado de la Reforma Administrativa efectuada en el año 1976, los límites provinciales y comunales de la provincia de Curicó coinciden actualmente con la hoya hidrográfica del río Mataquito, excepto en su parte oriental.

El área del proyecto abarca las comunas de Curicó, Romeral, Teno, Rauco, Licantén, Hualañé, Curepto, Sagrada Familia, Molina, Vichuquén y Paredones.

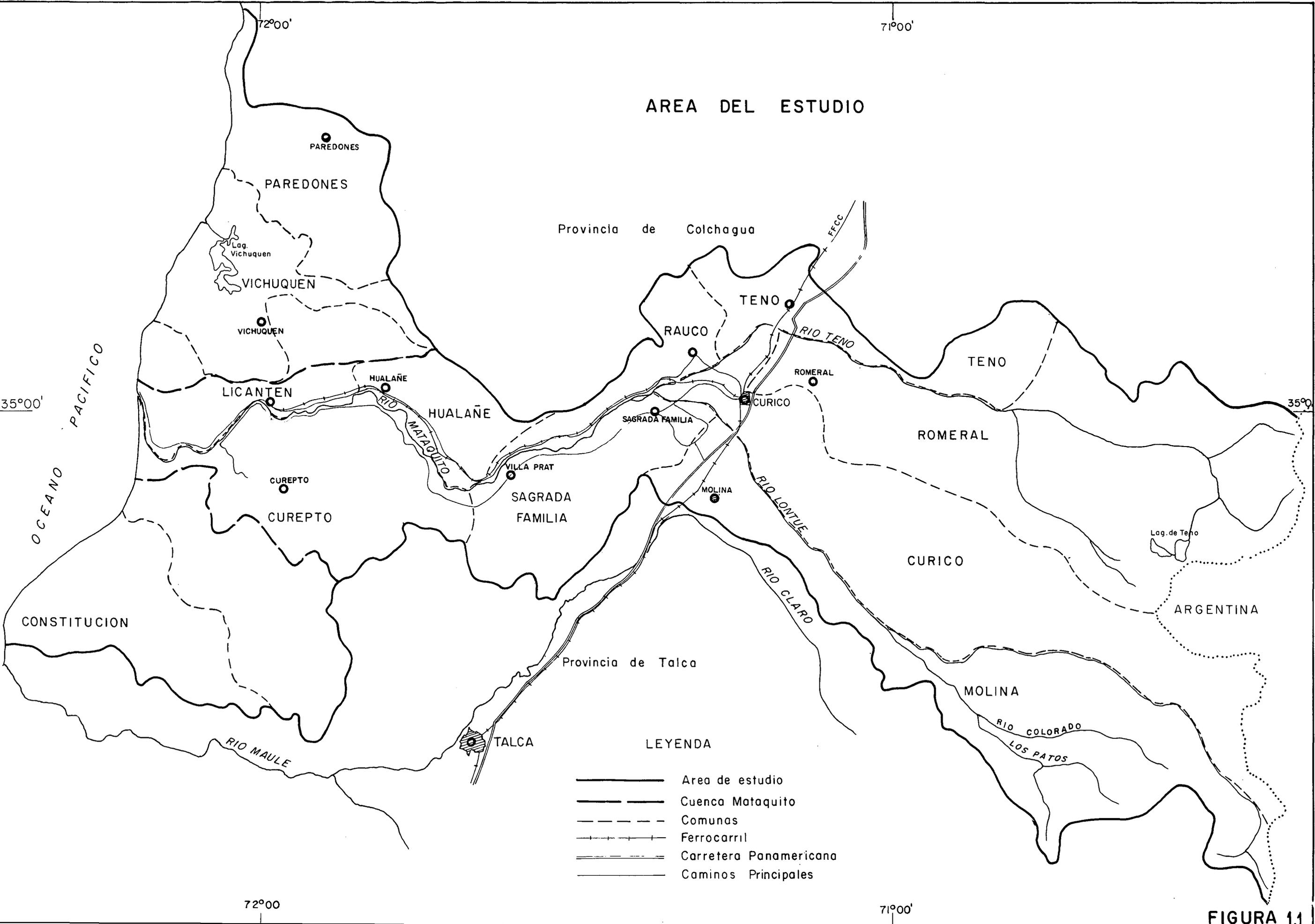
La población se concentra en las comunas de Curicó y Molina, con 49.000 y 11.000 habitantes respectivamente. Todas las demás localidades tienen menos de 5.000 habitantes.

VIAS DE COMUNICACION

La ciudad de Curicó, principal centro comercial del área estudiada, se encuentra a 190 km al Sur de Santiago y a 350 km al Norte de la ciudad de Concepción, principales mercados internos de la agricultura regional. El puerto de salida para los productos de exportación es Valparaíso, distante 320 km de Curicó. Puertos de alternativa para los productos de la zona, son: San Antonio, a 270 km hacia el Norte y, los puertos adyacentes a Concepción, como Lirquén, Talcahuano y San Vicente.

Todas estas ciudades están conectadas a Curicó por caminos de tránsito permanente y por vía férrea. La carretera longitudinal Sur y el ferrocarril, cruzan el área entre los kilómetros 151 y 215. Los principales centros poblados están unidos a Curicó por caminos de tránsito permanente, entre los cuales se destacan los caminos de pavimento y asfalto que comunican Curicó con Rauco, Mo

AREA DEL ESTUDIO



Provincia de Colchagua

Provincia de Talca

LEYENDA

- Area de estudio
- Cuenca Mataquito
- - - - - Comunas
- + - + - Ferrocarril
- =====- Carretera Panamericana
- Caminos Principales

FIGURA 1.1

lina, Lontué Los Niches y Romeral. Con las comunas del valle inferior del río Mataquito, está conectado por caminos ripiados de tránsito permanente que llegan a Curepto y Licantén.

Desde Curicó parte un ramal del ferrocarril hacia la zona baja del río Mataquito, que pasa por Rauco y Hualañé y termina en Licantén.

En general, puede afirmarse que el área del proyecto posee buenas vías de acceso que lo comunican con el resto del país. Las vías internas son aceptables y no presentan deficiencias graves en los períodos invernales.

SEGUNDA PARTE

DIAGNOSTICO DE LA SITUACION ACTUAL

I. CLIMA

1.1 RASGOS GENERALES

El clima del área del proyecto corresponde al tipo templado cálido (Csb según la clasificación de Köeppen), con lluvias invernales y con una estación seca prolongada de más de seis meses. Este contraste se debe al dominio del anticiclón del Pacífico, en los meses de verano, y a la frecuente invasión de masas de aire polar, durante los meses de invierno.

El verano se presenta con cielos despejados salvo en el litoral y con temperaturas moderadas por la influencia marina. Los vientos dominantes provienen del suroeste. El invierno se caracteriza por sus condiciones variables derivadas del paso de los sistemas frontales que traen asociados vientos del noroeste.

Dentro de estas características que son generales para toda el área, se observa diferencias locales apreciables relacionadas con la altitud, el relieve y la proximidad al mar.

Las precipitaciones medias anuales varían entre 650 y 850 mm, en la zona central, aumentando, con la altitud, hacia la Cordillera de Los Andes. Las lluvias se concentran entre Mayo y Agosto, con un 75 % del total anual. En los meses de transición Abril y Septiembre cae un 20 % del total y durante el resto del año, solamente un 5 %. 1/

Al comparar las precipitaciones anuales de los períodos 1926-75 y 1942-75, se detectó que los valores de este último son un 5 % menores.

El área muestra una notable homogeneidad térmica con valores promedios anuales entre 12 y 13°C. Las temperaturas máximas medias de verano alcanzan a 29°C en el Valle Central y a 24°C en el Litoral, mientras que las temperaturas mínimas medias de invierno descienden a 2°C en el interior y a 5°C en la Costa.

1/ Mayores detalles se presentan en Tomos D y F

En la zona del Valle Central las heladas ocurren preferentemente en los meses de Mayo a Septiembre y en el Litoral, entre Julio y Agosto. A su vez, los días libres de helada disminuyen desde unos 300 a 328 días en la Costa, hasta unos 210 días en el Valle Central.

La humedad relativa media anual es de aproximadamente 78 % en el interior, con una variación media de sólo 3 % entre la Costa y la Cordillera de Los Andes.

Los valores de radiación solar alcanzan a 350 cal/cm²/día, con valores mínimos de 120 a 150 y valores máximos de 570 a 598 en el mes de Enero.

Las cifras de evaporación total son de 1.100 mm en la Costa y de 1.100 a 1.400 mm en el interior.

1.2 ZONAS AGROCLIMATICAS

Con el objeto de agrupar algunas características climáticas importantes para el desarrollo agropecuario del área del proyecto, se ha identificado cuatro zonas agroclimáticas principales.

En el cuadro 1.1 se señalan algunos de los parámetros climáticos más representativos de las zonas agroclimáticas.

CUADRO 1.1 Parámetros climáticos de las zonas agroclimáticas.

Zona	Temp. máxima (°C)	Temp. mínima (°C)	Grados sobre 10°C (grado - día)	Período libre de heladas (día)	Balace hídrico (mm/año)
Litoral	20-24	5-6	1000-1600	300-350	300
Hualañé	24-29	3-5.5	1600-2000	250-300	300-400
Curicó	28-29	2-3	1200-1600	200	300
Piedmont	26-27	1-1.5	1000	150-200	100

1.2.1 Zona Litoral

Esta zona, cubre una faja angosta de terreno expuesta a la influencia marítima; la corriente fría de Humboldt paralela a las costas chilenas, tiene una influencia moderadora de las temperaturas máximas y mínimas. Las heladas son poco frecuentes por lo que no se consideran limitantes para el crecimiento de los cultivos. Por el contrario, la baja temperatura promedio de la estación de crecimiento dificulta el desarrollo de algunos de ellos. Es así como en la reducida área de riego de esta zona, los rendimientos de maíz, poroto y remolacha son relativamente bajos.

La alta humedad relativa y la baja evaporación le otorgan a esta zona las mejores condiciones para agricultura de secano. Son importantes los cultivos de trigo, garbanzo, lenteja y chícharo; también es corriente encontrar viñas de secano.

Las praderas naturales proveen de forraje regularmente, durante la mayor parte del año, a la masa ganadera de la zona. Por este motivo, existe un potencial considerable para el establecimiento de praderas artificiales de secano.

1.2.2 Zona Hualañé

La zona de Hualañé detenta temperaturas promedio y número de grados día sobre 10°C, superiores al resto del área. Debido a esto, el rango de cultivos potenciales es más amplio que en otras zonas, favoreciéndose en forma especial aquellos cultivos exigentes en temperatura, como ají, tabaco y maíz. Otros cultivos anuales de las áreas de riego son trigo, cebada, poroto, maravilla, remolacha y una amplia gama de hortalizas.

Las viñas se adaptan bien gracias al amplio período libre de heladas, sin embargo no existen condiciones muy favorables para frutales como manzano que requieren frío invernal.

Las altas temperaturas no favorecen la agricultura de secano; la producción de las praderas es irregular, presentando una marcada estacionalidad de primavera.

1.2.3 Zona Curicó.

Esta zona se caracteriza por tener temperaturas máximas mayores y temperaturas mínimas más bajas que las dos zonas anteriores. Por este motivo presenta una alta proporción de los frutales y viñas del área del proyecto aún cuando, ocasionalmente, se producen daños por heladas.

Las posibilidades de los cultivos de riego, comparadas con las de la zona Hualañé, son más limitadas debido al período libre de heladas más reducido. Entre los cultivos que se adaptan mejor se encuentran el trigo, cebada, avena, poroto, remolacha, papa y algunos cultivos hortícolas de clima frío.

La producción de las praderas naturales de secano es algo superior a la zona de Hualañé, pero se presenta con las mismas características de estacionalidad primaveral.

1.2.4 Zona Piedmont Andino

En la zona agroclimática del Piedmont Andino, el corto período libre de heladas y la baja temperatura promedio restringen la gama de cultivos potenciales y reducen considerablemente los rendimientos.

Los cultivos anuales mejor adaptados son trigo, avena, raps, remolacha y papa. Las pequeñas áreas con cultivos permanentes se hielan frecuentemente y las lluvias tardías crean problemas sanitarios.

El período de lluvias más extenso que en las otras zonas, favorece el aporte de forraje de las praderas naturales.

2. HIDROLOGIA

2.1 HIDROGRAFIA

La cuenca del río Mataquito tiene un área de 6.200 km² y un largo de 190 km desde la Cordillera de Los Andes hasta el mar. Su ancho es de unos 70 kilómetros en la parte alta y de 15 kilómetros en la parte baja.

Sus tributarios principales, los ríos Teno y Lon-tué, proveen el agua para regadío del 90 % de la superficie bajo canal. Tienen un régimen pluvionival con caudales abundantes en años lluviosos e insuficientes en años secos. Ambos ríos se juntan en el límite oeste del Valle Central formando el río Mataquito, cuyo angosto valle representa sólo el 10 % de la superficie regada de la cuenca.

En la Cordillera de la Costa, el río Mataquito no tiene tributarios importantes aunque existen algunos valles de seca no con topografía adecuada para practicar agricultura de riego. Estos valles son los de Culenar, Curepto y Peralillo.

2.2 ESCORRENTIA SUPERFICIAL

2.2.1 Caudales medios anuales y estacionales

La red fluviométrica de la cuenca se compone de 11 estaciones de control de las cuales 9 son limnigráficas; éstas se concentran principalmente en la parte correspondiente a la cordillera andina. Los caudales registrados en el río Teno están influenciados, en mayor o menor grado, por la operación del embalse Planchón y por las extracciones de los canales de riego. Por este motivo fue necesario reconstruir las estadísticas en régimen natural considerando los factores mencionados.

Con el objeto de contar con información hidrológica completa que permitiera operar un Modelo de Simulación General de la Cuenca, se estimó los caudales en diversos puntos de ríos y esteros que no contaban con estadísticas fluviométricas o eran de escasa longitud. En las cuencas pluviales, esta estimación se efectuó utilizando un modelo de simulación hidrológica y en las cuencas nivales, se efectuaron trasposiciones de datos de cuencas vecinas y correlaciones estadísticas dentro de la misma cuenca.

En el cuadro 2.1 se incluye un resumen de los resultados obtenidos en el análisis de frecuencia de los caudales medios anuales, en regímenes actual y natural. 1/

CUADRO 2.1 Análisis de frecuencia de los caudales medios anuales, en regímenes actual y natural (m^3/s).

Tipo Régimen	Nombre de la Estación	Probabilidad de Excedencia %				
		5	20	50	85	95
Actual	El Manzano en Desemb. Teno Bajo Junta Qda.	4,5	3,2	2,2	1,2	0,8
	Infiernillo	48,4	38,0	30,0	22,9	19,7
	Teno en Los Queñes	66,2	48,7	35,2	23,7	18,8
	Claro en Los Queñes	29,2	21,6	15,0	10,6	8,2
	Teno Después de Junta	85,3	66,4	49,7	33,2	25,6
	Teno en Puente F.F.C.C.	74,4	52,1	34,9	19,6	12,7
	Upeo en Upeo	10,4	7,5	5,4	3,4	2,5
	Colorado en Junta con Palos	71,3	53,9	40,4	28,5	23,1
	Palos Antes de Junta con Colorado	42,3	32,7	25,4	18,9	15,9
	Natural	Teno Bajo Junta Qda. Infiernillos	48,1	39,5	31,4	23,1
Teno en Los Queñes		67,5	49,6	35,9	23,7	18,2
Teno Después de Junta		87,4	67,7	50,3	33,3	25,4
Teno en Puente F.F.C.C.		101,3	73,8	52,7	33,9	25,4

1/ Para información adicional remítase a Tomo F.

En este análisis se concluye que los ajustes analíticos efectuados son satisfactorios y que las diferencias entre los valores de caudales para régimen natural y régimen actual no son significativas ni sistemáticas.

Los resultados del análisis de frecuencia de caudales medios estacionales, en el período de riego Septiembre-Abril, se muestran resumidos en el cuadro 2.2. En él se observa claramente la diferencia entre los regímenes natural y actual, especialmente en los años más secos.

CUADRO 2.2 Análisis de frecuencia de los caudales medios estacionales en regímenes actual y natural (m^3/s)

Tipo Régimen	Nombre de la Estación	Probabilidad de Excedencia %				
		5	20	50	85	95
Actual	El Manzano en Desemb.	2,4	1,8	1,3	0,9	0,6
	Teno en Los Queñes	77,6	56,4	40,3	26,7	21,0
	Claro en Los Queñes	29,5	21,4	15,3	10,2	8,0
	Teno Después de Junta	93,7	73,0	54,6	36,6	28,2
	Teno en Puente F.F.C.C.	77,6	46,9	27,6	14,4	9,8
	Upeo en Upeo	6,1	4,4	3,3	2,3	1,9
	Colorado en Junta con Palos	84,5	63,3	47,0	32,4	25,8
	Palos Antes de Junta con Colorado	48,0	36,8	28,1	20,3	16,8
	Natural	Teno en Los Queñes	81,4	57,6	40,1	25,7
Teno Después de Junta		102,5	75,4	54,5	35,9	27,5
Teno en Puente F.F.C.C.		106,2	78,1	56,4	37,2	28,5

2.2.2 Caudales de crecidas.

El estudio de crecidas se desarrolló con dos objetivos:

- a) Caracterizar el régimen de caudales extremos máximos en diferentes sub-cuencas y
- b) Elaborar los caudales o hidrogramas de diseño para diferentes obras y embalses en estudio.

Para las cuencas nivales se utilizaron procedimientos probabilísticos basados en análisis de frecuencia de caudales máximos instantáneos o medios diarios y transposiciones de estas relaciones dentro de las subcuencas. En el caso de las cuencas pluviales, se aplicó fundamentalmente el método del Hidrograma Unitario Sintético utilizando parámetros regionales desarrollados en estudios anteriores; además se utilizó el llamado "método racional" a modo de información complementaria.

Para las crecidas de diseño de obras de embalse, se adoptó un período de retorno preliminar de 1 en mil años.

El resultado de los análisis de frecuencia de los caudales máximos instantáneos y medios diarios en los cauces con control fluviométrico, se resume en el cuadro 2.3.

CUADRO 2.3.- Análisis de frecuencia de caudales máximos medios diarios y máximos instantáneos anuales (m³/s).

Estación	Q. Máx. Medios Diarios para diferentes períodos de retorno, en años				Q. Máx. Instantáneos para diferentes períodos de retorno, en años			
	50	100	500	1.000	50	100	500	1.000
El Manzano en Desemb.	120	140	190	220	158	185	251	290
Teno en Los Queñes	550	660	900	1.020	-	-	-	-
Claro en Los Queñes	435	490	620	680	-	-	-	-
Teno Después de Junta	690	800	1.090	1.200	1.550	1.800	2.450	2.600
Teno en Puente F.F.C.C.	1.050	1.200	1.580	1.700	1.550	1.800	2.450	2.600
Colorado en Junta con Palos	395	440	550	600	505	565	720	780
Palos Antes Junta con Colorado	310	350	440	475	530	610	760	820

Las crecidas de diseño para obras en cuencas nivales, pudieron estimarse por transposición hidrológica de cuencas vecinas similares y controladas. Para períodos de retorno de 1 en 1.000 años, se obtuvieron caudales máximos instantáneos comprendidos entre 0,94 y 1,62 m³/seg/km² aproximadamente, con un promedio de 1,14 m³/seg/km².

Las crecidas de diseño para obras en cuencas pluviales fluctuaron en general entre 2,3 y 3,0 m³/seg/km², para período de retorno de 1 en 1 mil años.

2.2.3 Caudales mínimos

Se efectuó un análisis de frecuencia de los caudales medios diarios mínimos en las subcuencas controladas fluvio-métricamente. Dada la calidad de la información disponible y la influencia de las extracciones de riego, no fue posible extender estos registros a un período aceptable.

Sin embargo, el análisis efectuado en régimen actual permite disponer de información sobre los caudales mínimos para su eventual consideración como recurso disponible para otros usos del agua.

Los resultados obtenidos se muestran en el cuadro 2.4.

CUADRO 2.4. - Análisis de frecuencia de los caudales medios diarios mínimos anuales (m^3/s).

Estación	Probabilidad de Excedencia en %			
	50	85	95	99
Manzano en Desembocadura	0,07	0,02	0,0	0,0
Teno en Los Queñes	9,40	6,50	5,2	4,1
Claro en Los Queñes	3,30	1,85	0,9	-
Teno después de Junta con Claro	14,50	8,80	5,3	1,8
Teno en Puente FF. CC.	4,90	1,85	0,1	0,0
Upeo en Upeo	0,29	0,07	-	-
Colorado en Junta con Palos	12,50	9,80	8,8	8,0
Palos antes Junta con Colorado	11,50	8,10	6,7	5,2

2.3 SECTORIZACION HIDROLOGICA

Utilizando criterios basados en los regímenes de precipitación, escorrentía y evapotranspiración y en aspectos como fisiografía, producción de sedimentos y uso actual o potencial del agua, se identificó en la zona del proyecto diversos sectores hidrológicamente homogéneos.

Esta sectorización permitió integrar en un análisis regional, diversos resultados de los análisis hidrológicos parciales necesarios para estudiar la prefactibilidad de los embalses propuestos; permitió asimismo, la utilización del modelo de operación general del sistema de riego.

Los sectores identificados se muestran en la figura 2.1.

2.3.1 Sector Cordillera.

Su régimen de escorrentía es netamente nival, con una precipitación anual de 2.014 mm y una producción específica media anual de 48 l/s/km².

La red hidrográfica básica está conformada por el curso alto del río Teno y los ríos Claro, Colorado y Palos. Junto al límite oriente del sector se encuentran las Lagunas del Teno, Aguas Calientes, Mondaca y Mollera. En las cercanías del volcán Pateroa se ubican los glaciares del Planchón y del Nevado.

2.3.2 Sector Precordillera.

Su régimen de escorrentía es predominantemente pluvial con cierta influencia nival. La pluviometría media anual es de 1.093 mm y la producción específica media anual es de 16 l/s/km².

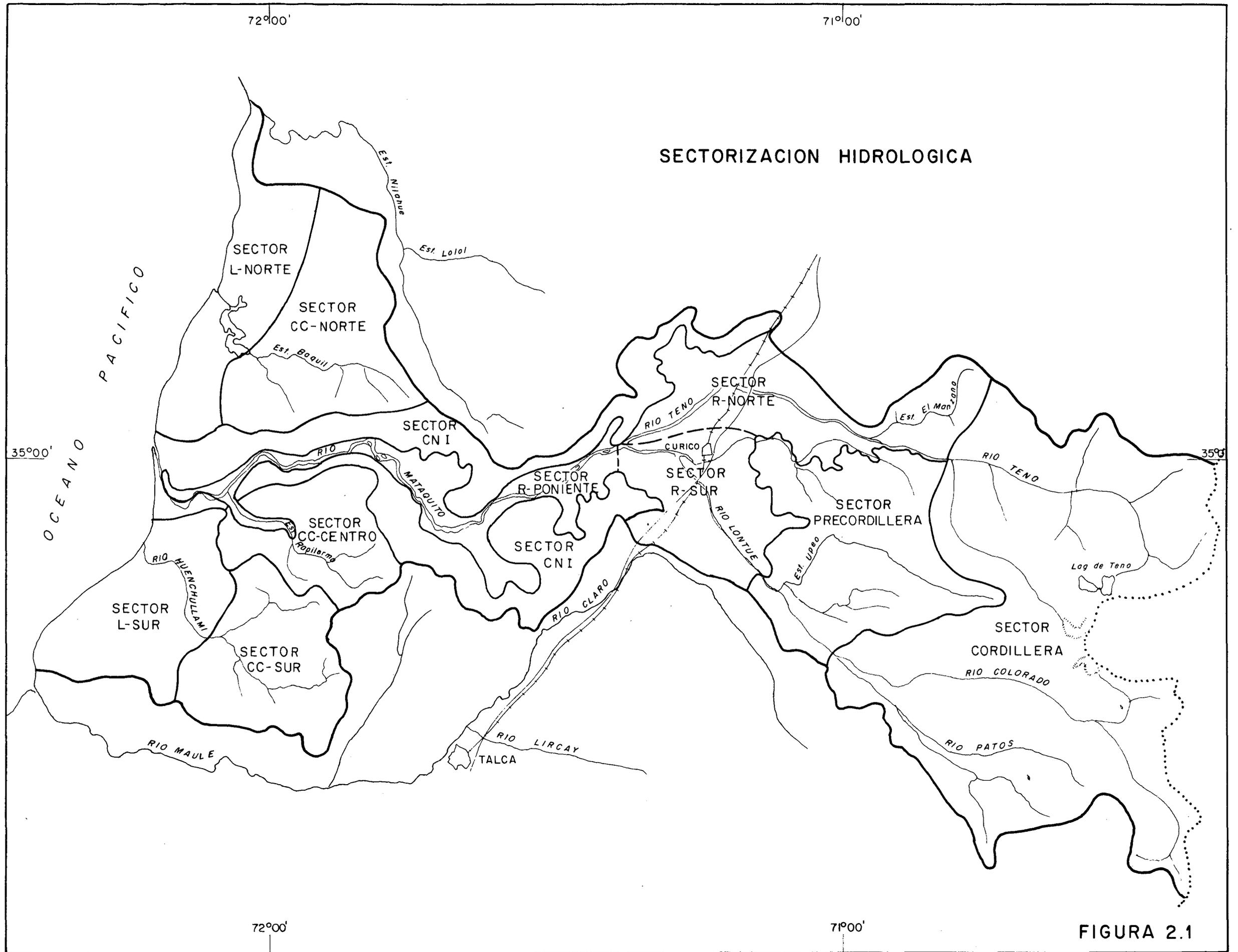


FIGURA 2.1

Su red hidrográfica está constituida por los esteros El Manzano, Potrero Grande, Upeo, los afluentes del Guaiquillo y el curso superior del río Lontué.

2.3.3 Sector de Riego (Norte y Sur)

La pluviometría media anual es de aproximadamente 746 mm. no existiendo antecedentes para estimar la producción específica media anual.

El sector de riego Norte comprende el área drenada por el río Teno y sus afluentes; el sector Sur, el área drenada por el río Lontué y sus afluentes.

El sector Norte presenta un régimen neto de pérdidas en el río Teno, mientras que en el sector Sur, el río Lontué y el Estero Seco presentan un régimen de recuperaciones importantes.

2.3.4 Sector de Riego (Poniente)

La pluviometría alcanza a unos 680 mm y tampoco existen antecedentes para determinar su producción específica. Su red hidrográfica está constituida principalmente por el río Mataquito y sus afluentes los esteros Culenar y Curepto.

El río Mataquito presenta un régimen de equilibrio de pérdidas y recuperaciones.

2.3.5 Sector Cuenca Natural Intermedia.

Corresponde a la cuenca de alimentación natural del sector de Riego Poniente. Su régimen hidrológico es netamente pluvial y la precipitación media anual es de 680 mm. El rendimiento específico medio anual es de 7 l/s/km^2 .

Su red hidrográfica es incipiente y desmembrada.

2.3.6 Sector de Cuencas Costeras.

El sector Sur está formado, en gran parte, por la cuenca afluyente al embalse Vaquería. Su precipitación media anual es de 746 mm, con una producción específica media de 8,5 l/s/km².

Su red hidrográfica la conforman los esteros Gualleco, Las Aguilas y Batuco.

El sector Central corresponde a la cuenca del estero Rapilermo y su precipitación es de 643 mm. La producción específica alcanza a 7,8 l/s/km².

La hidrografía está compuesta por el estero Huillinlebu y el curso superior del Rapilermo.

El sector Norte corresponde a la cuenca de alimentación de las lagunas Vichuquén y Bucalemu. Su precipitación es de 670 mm y su producción específica de 7 l/s/km². Su hidrografía está conformada por los esteros Vichuquén, San Pedro de Alcántara y Paredones.

2.3.7 Sector Litoral (Norte y Sur)

En ambos sectores la precipitación es de 654 mm, con producciones específicas entre 6 y 7 l/s/km².

En el sector Norte se encuentran las lagunas de Vichuquén y Bucalemu.

2.4 BALANCE HIDROLOGICO

El déficit anual de escorrentía superficial del sector cordillerano, fluctúa entre 25 % y 34 % de la precipitación media anual, para años con probabilidad de excedencia de 50 % y 95 %, respectivamente. Este déficit de escorrentía puede suponerse casi igual a las pérdidas por evapotranspiración.

En el sector precordillerano el déficit de escorrentía superficial disminuye mientras más seco es el año, variando desde unos 553 mm para un año 50 % hasta unos 439 mm en un año 95 %. En términos de porcentaje con respecto a la precipitación media anual, este déficit aumenta desde un 57,3 % hasta un 74,6 % para las mismas probabilidades de excedencia. Este déficit de escorrentía superficial es también aproximadamente igual a las pérdidas por evapotranspiración real en el sector.

De acuerdo al balance hídrico del sector de riego principal de la cuenca, ubicado en el Valle Central, el caudal medio anual en la confluencia de los sistemas de los ríos Teno y Lontué es de $107 \text{ m}^3/\text{s}$ para un año 50 %; de $66 \text{ m}^3/\text{s}$ en un año tipo 85 % y de unos $50 \text{ m}^3/\text{s}$ para un año 95 % de probabilidad de excedencia.

En los sectores de la Cordillera de la Costa, los porcentajes de déficit anual de escorrentía superficial, con respecto a la precipitación media anual, fluctúan entre 62 % y 67 % en un año medio y entre 75 % y 85 % en un año de probabilidad de excedencia 95 %.

El sector correspondiente a la cuenca del estero Rapilermo presenta porcentajes de déficit intermedios entre los sectores de las cuencas de los Esteros Huenchullami y Vichuquén.

Según el balance hídrico del sector correspondiente a la cuenca intermedia del río Mataquito, sector de riego poniente, el caudal medio anual de este río en desembocadura, es de unos $80 \text{ m}^3/\text{s}$ para un año tipo 85 % y de unos $58 \text{ m}^3/\text{s}$ para un año 95 %.

3. HIDROGEOLOGIA

3.1 CARACTERISTICAS DEL ACUIFERO.

En el área del proyecto, el interés hidrogeológico se concentra sobre todo en los sedimentos que rellenan el Valle Central y, en forma secundaria, en el valle que forma el río Mataquito. 1/

Los sondeos en los valles de los ríos Teno y Lontué señalan la existencia de un acuífero cuya profundidad media es de alrededor de 60 m. La falta de sondeos a profundidades mayores ha limitado el estudio a la zona acuífera superior.

La zona presenta sedimentos gruesos en la caja de los ríos y sedimentos finos en el sector interfluvial. Se caracteriza por ser un acuífero semi-confinado, con transmisibilidades máximas de $8.000 \text{ m}^2/\text{día}$ y mínimas de $1.000 \text{ m}^2/\text{día}$. El coeficiente de almacenamiento a largo plazo se estima en $S_y = 0,20$ y el valor instantáneo en $S_e = 0,00025$.

La alimentación del sistema proviene de la infiltración del agua de riego, de las precipitaciones y de la conexión río-acuífero. Para un año medio, estos factores adquieren los valores que se indican en el cuadro 3.1.

1/ Véase Tomo G para mayores detalles.

CUADRO 3.1 Recarga media del acuífero. ($Mm^3/año$)

Río	Regadío	Precipitaciones	Conexión río-acuíf.	Total	Total m^3/s
Teno	110	70	121	301	9,7
Lontué	125	105	-	230	7,4
TOTAL	235	175	121	531	17,1

El volúmen de agua subterránea total, renovable anualmente, es de $531 Mm^3$, lo que equivale a un caudal de $17,1 m^3/s$.

3.2 MOVIMIENTO DEL AGUA SUBTERRANEA.

La tendencia general del movimiento del agua subterránea, tiene una dirección Este-Oeste, en el río Teno, y Sureste-Noroeste en el río Lontué, con gradientes que varían entre 0,002 y 0,006, en el primer caso, y entre 0,009 y 0,005, en el segundo.

El escurrimiento en las secciones de ingreso y egreso al Valle Central, tiene los siguientes valores: sección de ingreso $7,02 m^3/s$ y sección de egreso $0,34 m^3/s$. La recarga del sistema se produce en un tramo comprendido entre ambas secciones.

La descarga se produce a partir de una línea ubicada a la altura de Curicó, evidenciada por las recuperaciones observadas en los lechos de ríos y esteros de la zona. Estas recuperaciones totalizan un caudal de $17,6 \text{ m}^3/\text{s}$.

La utilización actual de los recursos de agua subterránea sólo representa un 3,4 % de los recursos del río Teno y un 1,1 % de los del río Lontué. Por este motivo, es posible incrementar su utilización hasta un caudal de $17 \text{ m}^3/\text{s}$ en forma permanente y hasta $26 \text{ m}^3/\text{s}$ en forma esporádica, más aún, si se considera las buenas condiciones de extracción que señalan los sondeos de la zona.

Estas condiciones favorables sugieren la alternativa de suplir los déficit de agua para el regadío que presentan los ríos Teno y Lontué para el año 85 % (127 y 34 Mm^3 respectivamente), explotando el recurso subterráneo.

4. SUELOS

Con el objeto de proporcionar los antecedentes de suelos necesarios para la planificación del desarrollo agropecuario y de incluir el área del proyecto en la Carta Nacional de Suelos, se elaboró una clasificación detallada de los suelos regados y susceptibles de ser regados, utilizando un borrador de estudio realizado por DIPROREN a escala 1:20.000. 1/

La información contenida en este estudio fué verificada en terreno y su nomenclatura adaptada a la que se utiliza actualmente en el país.

Los suelos de secano de topografía accidentada fueron excluidos del estudio, por lo tanto, cualquiera referencia a ellos se basa exclusivamente en la información del Proyecto Aeroo fotogramétrico de 1964.

4.1 CATEGORIAS DE RIEGO

Los suelos estudiados se clasificaron en categorías de riego lo que permite diferenciar aquellas áreas con suficiente capacidad productiva como para justificar inversiones en sistemas de regadío.

En el cuadro 4.1 se resume la clasificación de los suelos por categorías de riego.

1/ Véase el Tomo C.

CUADRO 4.1.- Clasificación de los suelos por categorías de riego. (há)

Categoría	Total	Porcentaje
1 ^a , 2 ^a y 3 ^a	118.077,2	84
4 ^a	13.555,0	10
5 ^a	2.840,8	2
6 ^a	5.697,7	4
TOTAL	140.170,7	100

De un total de 140.170,7 hectáreas estudiadas, un 4 % ha sido clasificada como de suelos no regables (Categoría 6^a), de acuerdo a la pauta oficial del Ministerio de Agricultura; un 2 % se encuentra en una agrupación transitoria (Categoría 5^a) que requiere estudios de economía e ingeniería más detallados; un 10 % posee serias limitaciones para el regadío (Categoría 4^a); y, el resto, un 84 % son suelos aptos para el riego sin limitaciones o con limitaciones moderadas (Categorías 1^a, 2^a y 3^a).

4.2 APTITUD AGRICOLA .

Es una agrupación convencional de los suelos que presentan características similares en cuanto a su aptitud para el crecimiento de las plantas y en cuanto a su

respuesta frente a un mismo tipo de manejo.

Los suelos estudiados en el área del proyecto se han agrupado en ocho clases, numeradas del (1) al (8), de acuerdo a las limitaciones crecientes en su uso y manejo. El cuadro 4.2 presenta la adaptación de los cultivos a las diferentes clases y el área que representa cada una de ellas.

CUADRO 4.2. - Adaptación de los cultivos a las clases de aptitud agrícola y área comprendida por clase.

Clase	Area (há)	Adaptación de Cultivos
(1)	24.195,2	Todos los cultivos de la zona y sin limitación para frutales.
(2)	35.261,0	Todos los cultivos de la zona y limitación desde moderada a no apta para frutales.
(3)	17.512,8	Porotos, cereales, trébol, gramíneas, maíz, papa, remolacha y limitación desde ligera a no apta para frutales.
(4)	28.500,6	Remolacha, papa, maíz, trébol, gramíneas. Sin aptitud frutal.
(5)	6.584,4	Cereales, maíz, arroz, trébol, gramíneas y sin aptitud frutal.
(6)	8.660,4	Cereales, trébol, gramíneas y sin aptitud frutal.
(7)	13.758,6	Arroz, maravilla, trébol, gramíneas y sin aptitud frutal.
(8)	5.697,7	Sólo pastos o forestales.
Total	140.170,7	hectáreas

En el cuadro anterior se observa que en el 42 % de los suelos del área del proyecto, (59.456,2 hectáreas de clase 1, 2 y 3) es posible desarrollar todos los cultivos anuales típicos de la zona. De este porcentaje, un 40% carece de problemas para la implantación de frutales que se adapten a las condiciones climáticas.

Asímismo, se constata que el 54 % (75.016,8 hectáreas) presenta algún tipo de limitación que impide la explotación de ciertos cultivos típicos; el 4% restante, Clase (8), debe dedicarse exclusivamente a pastos o a uso forestal.

Con el objeto de simplificar los resultados del estudio de aptitud agrícola de los suelos, las clases de aptitud se agruparon en cuatro categorías más amplias, considerando la textura y tipo de substrato de los suelos. Tales características de por sí favorecen o limitan la adaptación de cultivos o, son determinantes de otras condiciones desfavorables para su desarrollo.

Las agrupaciones adoptadas, las áreas de suelos totales y de riego actual que representa cada una de ellas, se exponen en el cuadro 4.3. -

CUADRO 4.3.- Agrupaciones de suelos, áreas totales y de riego actual, por agrupación.

Agrupación	Textura	Substrato	Area Total (há)	Area de riego actual (há)
(1)-(2)	Media	Libre	59.456,2	45.091
(3)-(6)	Gruesa	Libre	26.173,2	19.999
(4)-(5)-(7)	Pesada	Impermeable	48.843,6	32.919
(8) *	Pesada	Impermeable	5.697,7	1.017
TOTAL			140.170,7	99.026

(*) Por las limitaciones que presenta para el desarrollo de los cultivos, esta agrupación no fué considerada en los estudios de planificación agrícola.

5. POBLACION.

5.1 POBLACION TOTAL Y RURAL.

La población total estimada del área del proyecto, es de aproximadamente 176.573 habitantes. Las cifras de población del Censo de 1970 y proyectadas a 1978 se presentan en el cuadro 5.1 por comunas.

CUADRO 5.1.- Población del área del proyecto, por comunas (habitantes).

Comuna	Población total 1970	Población total 1978	Población* rural 1978
Paredones	7.419	7.793	7.793
Curicó	60.021	60.987	18.967
Romeral	11.826	12.705	12.705
Teno	14.022	14.944	14.944
Rauco	7.095	7.502	7.502
Licantén	6.380	6.587	6.587
Vichuquén	4.357	4.571	4.571
Hualañé	7.211	7.564	7.564
Molina	24.870	26.930	18.823
S. Familia	12.959	13.811	13.811
Curepto	13.075	13.179	13.179
TOTAL	169.235	176.573	126.446

* Considerando como centros rurales a las poblaciones con menos de 5.000 habitantes.

De las cifras expuestas se desprende que la población rural es muy alta (72 %) en relación a la población urbana (28 %), considerando como urbanos los centros poblados con más de 5.000 habitantes. Exceptuando a las ciudades de Curicó y Molina, no existen centros poblados que sobrepasen esta cifra.

Esta distribución de la población confiere al área del proyecto una característica predominantemente rural, en la que se destacan sólo dos localidades urbanas que constituyen los centros comerciales, culturales y administrativos; son los únicos con alguna vida independiente de la actividad agropecuaria predominante en la zona.

Del total de la población rural, un 50 % se clasifica como población rural agrupada en centros poblados de más de 600 habitantes. El otro 50 %, se considera como población rural dispersa.

5.2 POBLACION DEDICADA A LA AGRICULTURA.

Las estadísticas demográficas, muestran una tendencia a la disminución del número de habitantes que conforman la población rural en el área del proyecto. Esta tendencia negativa se ha estabilizado en el último período, lo que indica un decrecimiento de las migraciones del sector hacia los centros urbanos.

Teniendo en consideración estos aspectos, se ha proyectado la población económicamente activa dedicada a la agricultura, basándose en el Censo de Población del año 1970. El resultado se presenta en el cuadro 5.2 por comunas.

CUADRO 5.2. - Población económicamente activa dedicada a la agricultura, por comuna (habitantes).

Comuna	Tasa de crecimiento	1978	1985	2008
Curicó	1,20	5.830	6.338	8.338
Romeral	0,52	2.456	2.548	2.871
Teno	0,58	3.558	3.706	4.232
Rauco	0,57	1.563	1.626	1.853
Licantén	- 0,31	1.087	1.063	990
Vichuquén	- 0,08	841	837	821
Hualañé	0,10	1.053	1.060	1.085
Molina	0,38	4.819	4.949	5.400
S. Familia	- 0,51	2.873	2.772	2.465
Curepto	- 0,22	2.640	2.600	2.472
TOTAL		26.720	27.499	30.527

Se observa en el cuadro anterior, que las tasas de crecimiento se mantuvieron negativas para las comunas que se hallan fuera del área de riego actual del Valle Central, excepto Sagrada Familia.

En la actualidad, la población económicamente activa que trabaja en la agricultura, representa el 21% de la población rural total (126.446 habitantes), con variaciones que van desde el 31 % en la comuna de Curicó hasta el

14 % en la comuna de Hualañé.

Considerando un aporte promedio de 240 jornadas anuales por habitante activo, la oferta global de mano de obra actual, sería de 6.412.800 jornadas-hombre.

6. INFRAESTRUCTURA DE RIEGO

6.1 OBRAS EN EL RIO TENO.

En el río Teno existen dos obras hidráulicas de envergadura. La primera de ellas corresponde al embalse El Planchón, en la cabecera del río Malo, con una capacidad total de 77 millones de metros cúbicos y con recursos medios, en un año 50 %, que alcanzan a 64 millones de metros cúbicos. Sus obras de entrega se encuentran deterioradas lo que limita la adecuada operación de los caudales de salida.

La segunda obra es el canal Teno-Chimbarongo, que constituye una obra de trasvase de gran importancia desde esta cuenca hasta la cuenca vecina de Rapel. Tiene una capacidad de $65 \text{ m}^3/\text{seg}$ y fué concebido para desviar los excedentes de invierno-primavera hacia el embalse de Convento Viejo sobre el estero Chimbarongo.

Hay además, 53 embalses de regulación nocturna situados casi en su totalidad al oriente de la Carretera Panamericana.

El aprovechamiento de aguas para el regadío se efectúa por medio de 44 canales de riego. El resto de las obras de la cuenca corresponde a obras medianas constituidas por las compuertas de toma de los canales. Las de mayor importancia son aquellas que existen en canales de tomas unificadas.

Las estructuras para desviar el agua desde el río son en su totalidad obras rústicas, provisionarias, del tipo "pata de cabra".

Los marcos de aforo se encuentran en buen estado, pero el diseño de muchos de ellos no permite un adecuado control de los caudales.

Los marcos partidores se hallan en general en regular estado a causa de una deficiente mantención.

6.2 OBRAS EN EL RIO LONTUE

En el río Lontué no hay obras hidráulicas de envergadura. El aprovechamiento de aguas para regadío se efectúa a través de 23 canales.

Tal como en el río Teno, las estructuras de desviación están constituídas por el sistema de "patas de cabra", salvo la bocatoma del río Seco que cuenta con una obra nueva de hormigón. Las obras civiles de cierta importancia están representadas por las compuertas de toma de los canales, algunos de los cuales tienen obras en común.

A excepción de tres canales, los demás poseen marcos de aforo en buen estado de conservación.

Los marcos partidores de los canales están, en general, en buen o regular estado de conservación, notoriamente mejor mantenidos que los del río Teno.

En el área de riego del río Lontué sólo fueron detectados ocho embalses de regulación nocturna.

6.3 OBRAS EN EL RIO MATAQUITO.

En el río Mataquito no existen obras hidráulicas de envergadura; sólo se identificó cinco embalses de regulación nocturna y dos de temporada.

Una red de 34 canales cubre el área de riego y ninguno de ellos posee marcos de aforo. Las estructuras de desviación corresponden también al tipo "pata de cabra".

En el área hay además seis sistemas de elevación mecánica.

7.- USO ACTUAL DEL AGUA

En la cuenca del río Mataquito, el 99 % de las disponibilidades de agua se destina al regadío de los terrenos agrícolas. Los requerimientos de agua potable y de otras actividades como industrias y explotaciones mineras, carecen de importancia frente al regadío.

Las demandas de agua para la agricultura se producen principalmente en los valles de los ríos Teno y Lontué que tienen una superficie bajo canal de 87.000 hectáreas y, en forma secundaria, en el valle del río Mataquito donde existen otras 12.000 hectáreas bajo canal. 1/

7.1 DISPONIBILIDAD DE AGUA

Los caudales disponibles en la cabecera de los ríos Teno y Lontué, para un año 85 % de probabilidad de excedencia, se muestran en el cuadro 7.1

CUADRO 7.1 Caudales disponibles (m^3/s) en los ríos Teno y Lontué (85 % prob. de excedencia).

Río	S.	O.	N.	D.	E.	F.	M.	A.
Teno	39,37	52,66	62,27	52,40	35,84	23,48	20,35	15,15
Lontué	50,96	81,41	109,71	81,38	44,65	25,20	25,79	29,59

1/ Mayores antecedentes en Tomo B

De las cifras anteriores se deduce que en ambos ríos los caudales aumentan hasta el mes de Noviembre a raíz de los deshielos de primavera y disminuyen en forma significativa, en los meses de verano.

Con el objeto de estudiar cómo se distribuyen los caudales en las áreas de riego, se identificó diferentes zonas con características homogéneas en cuanto a redes de riego y drenaje. Asimismo, se identificó cuáles recibían sus caudales directamente del río o de derrames (A 1), y cuáles se abastecían con recursos subterráneos provenientes de afloramientos de la napa o de extracciones desde pozos profundos (A 2).

En la figura 7.1 se muestra la zonificación adoptada.

Basándose en los derechos de aprovechamiento de los canales que riegan las diferentes zonas, se determinó la disponibilidad de agua de cada una de ellas, estableciéndose diferencias importantes de suministro en un año 85 % de probabilidad de excedencia. Las zonas con buen suministro y con marcado déficit de agua se agruparon de la siguiente forma :

a) Zonas con gran déficit de agua.

Teno	11 N y S	Lontué	15 N y S
	12 N		
	13 N y S		
	14 N		

b) Zonas con escaso déficit o sin déficit de agua

Teno.	12 S 14 S Recuperacio <u>o</u> nes N y S	Lontué	16 N y S Recupera- ciones S
Mataquito	17 N y S		

En el cuadro 7.2 se incluye un resumen de las áreas bajo canal agrupadas de acuerdo al déficit de suministro registrado en el mes de Febrero, para una probabilidad de exceden-
cia de 85 %.

CUADRO 7.2 Areas bajo canal (há), agrupadas de acuerdo al déficit de suministro en el mes de Febrero (85 % prob. de excedencia).

Zonas con gran déficit		Area Norte	Area Sur	Total
Teno	11	3.557	3.320	6.877
	12	15.570		15.570
	13	3.593	2.794*	6.387
	14	6.470		6.470
Lontué	15	648	751	1.399
Sub-Total				36.703
Zonas con escaso déficit o sin déficit		Area Norte	Area Sur	Total
Teno	12		6.889	6.889
	14		2.094	2.094
Recuperaciones		1.487	3.528	5.015
Lontué	16	11.200	17.514	28.714
Recuperaciones			8.429	8.429
Mataquito	17	6.956	4.226	11.182
Sub-Total				62.323
TOTAL				99.026

* Incluye 129 hectáreas de cerrillos.

Las zonas con gran déficit de agua representan el 37 % del área de riego de la cuenca.

8. AGRICULTURA.

8.1 ESTRUCTURA DE LA PROPIEDAD.

Como resultado del proceso de Reforma Agraria, alrededor de un 40 % de la superficie regada de la zona del proyecto, fué expropiada y asignada en unidades agrícolas familiares, a los beneficiarios del proceso.

La distribución actual de los predios y las superficies por estratos de tamaño, se indica a continuación :

CUADRO 8.1. - Superficie y número de predios, por estrato de tamaño.

Estratos (há)	Superficie (há)	% de Superficie	N° de predios	% de predios	Sup. prom. (há)
0-5	3.903.7	3.6	1.840	31.9	2.1
5-10	3.010.6	2.7	397	6.9	7.6
10-20	33.328.9	30.0	2.343	40.6	14.2
20-50	19.968.1	18.0	724	12.5	27.6
50-80	10.909.0	9.8	180	3.1	60.6
80 y más	39.808.4	35.9	289	5.0	137.7
TOTAL	110.928.7	100	5.773	100	

Los predios entre 10 y 20 hectáreas ocupan un 30 % de la superficie total, mientras que los predios mayores de 80 hectáreas cubren el 35,9 %. Sin embargo, el 40,6 % de los predios pertenecen al estrato entre 10 y 20 hectáreas y sólo el 5 % se ubica en el estrato mayor de 80 hectáreas.

Alrededor del 80 % de los predios asignados a los beneficiarios de la Reforma Agraria, pertenecen al estrato 10-20 hectáreas.

Aún cuando el número de predios del estrato 0-5 hectáreas representa el 31,3 % del total de predios, la superficie que abarcan es solamente el 3,6 %.

Tomando en cuenta que en la zona del proyecto un rango de tamaño de esa naturaleza es indudablemente una unidad subfamiliar, se ha estimado que este estrato no es importante para fines de planificación y se le ha considerado como representativo del minifundio.

8.2 USO ACTUAL DEL AREA DE RIEGO.

En las áreas actualmente regadas, los cultivos se distribuyen aproximadamente de la siguiente forma :

- Cultivos anuales	44,4 %
- Praderas	37,5 %
- Cultivos permanentes	18,1 %

Las superficies ocupadas por los diferentes cultivos, los rendimientos y la producción anual se exponen en el cuadro 8.2.

CUADRO 8.2. - Superficie, rendimiento y producción de los cultivos en la situación actual.

Cultivo	Superficie (há)	Rendimiento (ton/há)	Producción total (ton)
Trigo	10.447	2.22	23.203
Maíz	9.000	4.10	36.916
Poroto	8.241	1.74	14.356
Remolacha	6.509	36.67	238.698
Papa	1.723	13.46	23.189
Maravilla	3.274	1.75	5.748
Cebada	1.913	2.46	4.715
Otros	1.763(1)	- -	10.075(1)
Pradera	36.207	0.12(2)	4.412(2)
Viña	13.482	6.82(3)	91.959(3)
Manzano	3.565	13.01	46.375
Guindo	442	2.50	1.105

- (1) Incluye raps, tabaco, cebolla, ají y arroz.
 (2) Ganancia de peso vivo.
 (3) Miles de litros.

Los cultivos anuales más comunes son trigo, maíz, poroto y remolacha y, en menor escala, se cultiva maravilla, cebada y papa. La superficie de trigo es mayor en las zonas con escaso suministro de agua. La remolacha, se encuentra en las áreas con fácil acceso a la Planta IANSA de Curicó.

En el área del proyecto, la inclusión de praderas por períodos variables se ha mantenido con el sistema de rotación de cultivos. En las zonas con buen suministro de riego este período puede ser de 2 a 4 años, mientras que, en zonas de suministro escaso puede extenderse de 4 a 6 años. Las praderas se establecen comúnmente asociadas con trigo y se destinan sobre todo a la producción de carne.

Las principales especies forrajeras de las praderas artificiales son : trébol rosado, ballica, alfalfa y pasto ovilla.

El trébol rosado sembrado solo y asociado con ballica, representa alrededor del 75 % de la superficie total de praderas.

El área de cultivos permanentes está compuesta por un 24 % de frutales, 74 % de viñas y 2 % de cultivos como frutilla, espárrago y alcachofa. Los frutales y viñas se concentran en las comunas de Curicó, Romeral, Molina y Sagrada Familia.

Entre los frutales, el manzano representa el 74 % de la superficie total, seguido de guindo dulce, peral y membrillo con el 20 % .

La producción comercial de cultivos permanentes constituye un rubro especializado y no es usual encontrar predios con huertos frutales y cultivos anuales, salvo en predios muy grandes.

La producción hortícola se concentra en predios menores de 10 hectáreas cercanos a los centros urbanos.

8.3 USO ACTUAL DEL AREA DE SECANO.

En el área del proyecto hay alrededor de 575.298 hectáreas de suelos de secano bajo alguna forma de aprovechamiento agrícola, forestal o pecuario. De esta superficie, cerca de un 8,4 % corresponde a secano arable y el resto a secano no arable.

De la superficie arable, un 21 % es susceptible a regarse por métodos gravitacionales o mecánicos. Estas áreas se encuentran en las comunas de Culenar, Peralillo, Vichuquén, principalmente.

El trigo es el cultivo más importante en las áreas de secano. La superficie sembrada varía considerablemente de un año a otro, fluctuando entre un 40 y un 80 % de la superficie total cultivada.

Otros cultivos importantes son las leguminosas de grano como garbanzo, chícharo, lenteja y arveja.

En el secano no arable existen 64.000 hectáreas de renovales de bosque natural que varía su composición de acuerdo a la altura y exposición en que se encuentra. También existen 46.000 hectáreas de plantaciones forestales de pinos y eucaliptus. Alrededor de 220.000 hectáreas tienen uso ganadero y 135.000 están cubiertas de matorral perenne.

Por otra parte, se ha detectado unas 81.000 hectáreas fuertemente erosionadas.

8.4 GANADERIA

Las condiciones edafoclimáticas del área del proyecto, configuran dos zonas pecuarias con distintos sistemas de explotación en cuanto a su manejo y composición.

La primera, se caracteriza por estar ubicada en el Valle Central y obtener sus recursos forrajeros en las áreas de riego; en esta zona predomina el ganado bovino.

La segunda zona se caracteriza por la interacción entre las áreas de riego y seco. Los recursos forrajeros se obtienen principalmente en las zonas de seco y el ganado ovino encuentra las mejores condiciones para desarrollarse. Sin embargo, en términos de carga animal predomina el ganado bovino.

En el cuadro 8.3 se presenta la población ganadera por zona pecuaria y por especie.

CUADRO 8.3. - Población ganadera por zona pecuaria y especie (número de cabezas).

Zona	Comuna	Bovinos	Ovinos	Caballares	Cerdos
Primera Zona	Curicó	8.555	3.627	2.898	19.255
	Romeral	9.54	9.407	2.324	1.999
	Teno	14.987	8.681	3.856	4.840
	Molina	4.817	4.592	2.230	2.348
	Rauco	2.492	5.628	1.177	1.882
	S. Familia	4.287	14.019	2.471	1.987
Segunda Zona	Curepto	7.255	17.801	1.992	2.575
	Licantén	3.233	5.740	1.118	2.877
	Vichuquén	3.308	8.471	787	789
	Hualañé	3.534	21.769	1.411	1.230
	Paredones	5.425	11.704	1.234	1.560
TOTAL		67.437	111.439	21.498	41.342

La primera zona está compuesta por las comunas de Curicó, Romeral, Teno, Molina, Rauco y Sagrada Familia, siendo estas dos últimas una transición a la segunda zona.

La raza bovina más común es la Holstein Friesian; en ovinos predominan la Merino Precoz y la Suffolk Down.

8.5 SERVICIOS DE APOYO.

8.5.1 Servicios de Extensión, Asistencia Técnica y Capacitación.

La extensión agrícola depende del Servicio Agrícola y Ganadero, SAG, que desarrolla su labor a través de programas nacionales y regionales. En estos últimos años se ha planteado la posibilidad de delegar estas funciones en entidades privadas controladas por el Servicio. Así, se ha establecido un programa privado de Asistencia Técnica Empresarial (ATE), con subvención parcial del Estado, cuyo objetivo es atender a propietarios de predios mayores de 5 hectáreas de riego básico.

Los predios inferiores son atendidos por el Instituto de Desarrollo Agropecuario, INDAP.

Por su parte, ICIRA, Instituto de Capacitación e Investigación en Reforma Agraria realiza programas de capacitación a diversos niveles en el sector rural.

La labor de estos servicios se ve limitada por los continuos cambios de personal y de política de acción, sobre todo en la etapa de extensión donde gran parte del éxito consiste en ganar la confianza de los agricultores.

8.5.2 Servicios de Investigación.

La investigación agrícola es realizada a nivel nacional por las Universidades y especialmente el Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias, INIA. En el área del estudio, si bien no existen estaciones experimentales, el INIA lleva a cabo diversos experimentos de adaptación de variedades de los cultivos más importantes.

La principal limitante de estos servicios de investigación radica en su falta de nexo con los usuarios debido a la inexistencia de un servicio efectivo de extensión.

Ciertos rubros como la remolacha y el tabaco, cuentan con servicios de investigación y extensión otorgados por las mismas empresas que contratan la producción. El impacto de estos servicios se ha traducido en la obtención de niveles de calidad comparables a los de países avanzados.

8.5.3 Servicios Veterinarios.

Los servicios veterinarios oficiales son entregados por el SAG a través de los programas nacionales de Control de Fiebre Aftosa y Brucelosis, de los Servicios de Inseminación Artificial y Diagnóstico de Enfermedades Bovinas y del programa de Protección Avícola.

En general estos servicios poseen serias restricciones de medios y de presupuesto para realizar su labor, por lo cual se ha pensado en delegar algunas de sus funciones en entidades privadas.

TERCERA PARTE

PROYECTO DE DESARROLLO

9. AREAS DE DESARROLLO

En el área del proyecto, la actividad agropecuaria está determinada principalmente por el clima y por la disponibilidad de agua para riego. Estos factores favorecen o restringen la producción de determinados cultivos en una mayor proporción que los demás factores de producción, como aptitud agrícola de los suelos, mercado y otros.

Por este motivo, el desarrollo futuro del área actualmente regada debe basarse en la disminución de las restricciones de agua para el riego.

Estas restricciones se presentan en las siguientes zonas de riego, determinadas en este estudio :

- Teno	11 N y S
	12 N
	13 N y S
	14 N
- Lontué	15 N y S

En el resto de las zonas de riego, debido a que poseen buen suministro de agua, el desarrollo agropecuario se basará preferentemente en la introducción de tecnología adecuada a los requerimientos del área.

Junto con el proyecto de desarrollo de las zonas regadas, se plantea la incorporación de alrededor de 11.700 hectáreas a la agricultura de riego en las áreas de Culenar, Peralillo, Curepto y Vichuquén. Los antecedentes disponibles al momento de efectuar este estudio permitieron realizar análisis de factibilidad económica solamente en las áreas de Culenar y Peralillo; las dos restantes se estudiaron a nivel de anteproyecto preliminar por tratarse de áreas que requieren estudios específicos a nivel de factibilidad, para lo cual la información debe ser de una mayor precisión.

En otras áreas identificadas como Huenchullami, Paredones y San Pedro de Alcántara, sólo se justifican proyectos de desarrollo a nivel predial.

10. MERCADOS Y PRECIOS

10.1 PERSPECTIVAS DE MERCADO

El grado de expansión de los cultivos que tienen perspectivas en el mercado interno, se determinó a partir de la capacidad instalada, rentabilidad relativa, supuestos de precios a futuro y restricciones agronómicas. También se consideró la expansión de los volúmenes de producción provocados por la incorporación de tecnología y mejoramiento del suministro de agua.

El análisis del mercado nacional permitió identificar los cultivos que podrían expandir su producción actual y aquellos cuya expansión estaría supeditada a las posibilidades del mercado externo. ^{1/}

Entre los primeros, están los cultivos de trigo, maíz, arroz y oleaginosas y, entre los segundos, frejol, cebada, manzana y viña vinífera.

La cebada es el cultivo que tiene mejores perspectivas en el exterior y podría aumentar su producción en forma significativa. No sucede lo mismo con el vino que pese a las posibilidades de ampliación de su mercado externo, su producción interna no podría incrementarse significativamente debido a la baja incidencia de las exportaciones en el destino de la producción total, inferior al 2 % en el año 1976.

El volumen de exportación de manzanas equivale en la actualidad al 60 % de la producción total y prácticamente se ha copado la cuota que impone al producto el mercado europeo, principal comprador de la fruta. Por otra parte el mercado sudamericano no presenta indicaciones de aumentar sus importaciones y los productores argentinos se han constituido en fuertes competidores de los productores nacionales. Por estos motivos, la manzana presenta pocas posibilidades de expansión.

^{1/} Véase Tomo E para mayor información.

Algo similar ocurre con el frejol, cuyo volumen de exportación depende fundamentalmente de las producciones norteamericanas y europeas.

El cultivo de la remolacha presenta serios problemas de mercado en el área del proyecto aún cuando a nivel nacional es deficitaria. Su nivel de expansión se determinó considerando, principalmente, la capacidad de procesamiento de la industria azucarera IANSA.

10.2 CAPACIDAD DE PROCESAMIENTO

La capacidad instalada para el procesamiento de la producción agrícola del área del proyecto, presenta diversos grados de utilización de acuerdo al tipo de producto. Es así como en la temporada 1975-1976 esta capacidad se utilizó conforme a los siguientes porcentajes:

- Azucarera	92 %
- Arrocera	37 %
- Aceitera	20 %
- Cerealera	76 %
- Hortalicera	40 %
- Embalaje	90 %
- Vitivinícola	90 %
- Capacidad de frío	83 %

Se observa que las industrias azucarera, vitivinícola y de embalaje trabajaron prácticamente a su máxima capacidad. El resto de las industrias presentan capacidades ociosas que fluctúan entre un 25 y un 80 %. En cuanto a la capacidad de frío, se está ampliando casi en un 70 % con lo que se cubriría las necesidades del área.

A pesar de que las industrias azucarera y vitivinícola han copado su capacidad de procesamiento, la producción de remolacha y vino podría aumentar considerando que la planta

IANSA de Curicó recibe remolacha de las provincias vecinas que podría sustituirse por producción del área de estudio, en razón de la preferencia de IANSA por concentrar sus contrataciones en lugares cercanos a la planta. Los costos asociados al servicio que presta - siembra, pulverización y asesoría técnica - y al control del área contratada, disminuyen en proporción a las distancias promedio a la planta.

A su vez, una mayor proporción de la producción de vino podría recibir sólo una semielaboración en la cuenca y ser enviada a los centros de consumo, Santiago y Valparaíso principalmente, para su procesamiento final.

10.3 PRECIO DE PRODUCTOS AGRICOLAS.

Para determinar los precios de los productos agropecuarios, se analizó la variación de los precios internos y su relación con los precios internacionales. Del análisis se concluyó que al año 1977, ambos precios se encontraban a niveles similares.

Suponiendo que la variación de los precios internos estará determinada en el futuro por las tendencias internacionales, los precios de aquellos productos para los que no existe estimaciones del Banco Mundial se determinaron analizando sus mercados específicos.

Los precios sociales se determinaron según las normas específicas de ODEPLAN, para productos clasificados como exportables, sustitutos de importación y locales.

El cuadro 10.1 muestra los precios financiero y social de los productos agropecuarios en sus valores actuales y futuros.

CUADRO 10.1. Precio financiero y social de los productos agropecuarios, en sus valores actuales y futuros. (US\$ por 100 kg.)

Producto	Precio financiero		Precio social	
	1977	1985	1977	1985
Ají	77,3	77,3	77,3	77,3
Arroz	22,0	31,7	27,9	38,2
Cebada Cervecera	15,0	17,0	21,7	24,5
Cebada Forrajera	12,8	14,4	18,6	20,9
Cebolla (1)	6,0	6,0	8,2	8,2
Frejoles (2)	34,7	40,5	41,2	50,2
- arroz	23,3	27,8	38,3	45,3
- cristal	24,4	29,1	35,0	47,1
- tórtola	46,3	55,3	46,3	55,3
Maíz	13,2	14,8	17,2	19,2
Maravilla	23,7	27,8	35,2	41,3
Papa	7,3	7,3	7,3	7,3
Raps de invierno	26,3	30,9	41,7	49,0
Remolacha	3,2	3,3	3,9	5,0
Tabaco	108,2	110,4	154,9	161,3
Trigo	18,6	21,0	19,7	26,3
Vino (por 100 litros)	12,0	12,0	12,0	12,0
Manzana (3)	10,8	10,8	19,1	19,1
- exportación	13,5	13,5	25,4	25,4
- consumo interno	4,5	4,5	4,5	4,5
Guindo (4)	55,0	55,0	77,9	77,9
Cerezo (5)	50,0	50,0	--	56,5
Carne en pie	70,0	95,3	113,1	153,8
Carne en vara	125,0	170,2	202,0	274,7

Ver Notas Explicativas en la página siguiente.

- (1) Precio promedio ponderado: 35 % cebolla de exportación; 65 % de consumo interno.
- (2) Precio promedio ponderado: 33 % arroz; 22 % cristal ; 45 % tórtola.
- (3) Precio promedio ponderado: 70 % manzana de exportación (fancy y choice); 30 % manzana de consumo interno.
- (4) Precio promedio ponderado: 40 % de exportación, 60 % de consumo interno.
- (5) Precio promedio ponderado: 15 % de exportación, 85 % de consumo interno.

En general, los cultivos anuales tendrán en el futuro precios reales superiores a los actuales, excepto la papa. Por el contrario, los cultivos permanentes y las hortalizas tienden a mantener sus precios reales constantes.

10.4 PRECIO DE INSUMOS.

Los precios reales actuales y futuros de los insumos, corresponden a los precios vigentes en el mercado durante los meses de Mayo y Junio de 1977, con excepción de semillas y fertilizantes. De esta forma se mantiene la tendencia que siguen los precios proyectados por el Banco Mundial.

Para proyectar los precios de las semillas se supuso un aumento directamente proporcional al de sus productos y, para el caso de los fertilizantes, un aumento de un 40 % sobre los precios actuales, cifra estimada por el Banco Mundial.

Los precios de la maquinaria e implementos agrícolas, corresponden asimismo a los precios reales vigentes en el primer semestre de 1977.

Los precios sociales de la maquinaria, semillas, productos químicos y fertilizantes importados se estimaron a partir de sus valores CIF, agregando un margen de 30 % por concepto de gastos de puerto y distribución.

Los precios sociales de los insumos de fabricación nacional se supusieron iguales a los precios privados menos los impuestos.

El costo social de la mano de obra se determinó utilizando la metodología propuesta por ODEPLAN. El costo social resultó un 75 % del precio de mercado.

El precio real de mercado del capital se fijó en 16 % y su precio social en 17 % .

El precio de la divisa corresponde a 19,40 pesos por US dólar y su precio social se calculó en 27,06 pesos.

11. DESARROLLO AGROPECUARIO

11.1 DEFINICION DE LA BASE DE PLANIFICACION

En el área de riego actual se han identificado tres tipos de clima y dos tipos de suministro de agua de riego. De acuerdo a estas variables se definieron cuatro unidades principales de planificación agrícola que comprendían a su vez las 7 zonas de riego descritas en este estudio. Para cada una de estas unidades se determinó los niveles productivos actuales y se proyectó el desarrollo agropecuario futuro. 1/

En el cuadro 11.1 se muestra las áreas de aptitud de suelos y las superficies de cultivos anuales y permanentes, por Unidad de Planificación.

La planificación agrícola se abordó sobre la base de modelos prediales representativos de 20 y de 100 hectáreas. Los primeros caracterizaron los predios pequeños con bajo nivel tecnológico y empleo de tracción animal. Los modelos prediales de 100 hectáreas caracterizaron los predios grandes, mecanizados y con tecnología más avanzada.

Los estratos de tamaño predial fueron seleccionados considerando que alrededor del 80 % de los predios asignados a los beneficiarios de la Reforma Agraria, ocupan el 30 % de la superficie de riego actual y pertenecen al estrato entre 10 y 20 hectáreas. Asimismo, el 36 % del área de riego está ocupado por predios mayores de 80 hectáreas que se consideraron representados por el tamaño predial de 100 hectáreas.

1/ Para información adicional ver Tomo D.

CUADRO 11.1. - Unidades de Planificación Agrícola.

Unidad de Planificación	Clima	Suministro de Agua	Zonas de Riego	Aptitud de Suelos Clase	Superficie de Cultivos (há)			Total	
					Anuales(1)	Predio Pequeño ²⁾ Grande ³⁾	Permanentes		
Mataquito Alto									
A	Piedmont	Escasa	Teno	11 N	1, 2 y 4	5.271	2.621	311	8.203
B	Curicó	Escasa	Teno	Lontué	15	16.493	11.620	1.511	29.624
				12 N	13				
C	Curicó	Buena	Teno	14 N	4, 5 y 7	12.817	19.188	16.188	49.000
				Recup. N					
				12 S	1 y 2				
				14 S					
				Recup. S	3 y 6				
				Lontué	16				
				Recup. S	4, 5 y 7				
Mataquito Bajo									
D	Hualañé	Buena	Mataquito	17 (4)	1 y 2 1 y 6 4, 5 y 7	6.081	4.987	114	11.182
TOTAL						40.662	38.416	18.931	98.009

(1) Incluye praderas; excluye suelos de clase de aptitud 8

(2) Area representada por modelos de 20 há

(3) Area representada por modelos de 100 há

(4) Excluye Culenar, Peralillo en zona 17, y Curepto en zona 18

Para el área de riego actual, se consideró tres posibles modalidades de desarrollo futuro :

- a) Mejoramiento del suministro de agua sin cambios tecnológicos
- b) Mejoramiento tecnológico sin cambios en el suministro de agua y
- c) Mejoramiento combinado de tecnología y suministro de agua.

11.2 SUPUESTOS DE DESARROLLO

En el área de riego existe una estrecha relación entre tamaño predial, nivel de mecanización y tecnología, por lo tanto se asumió que esta relación se mantendrá sin mayores cambios en el futuro.

Las unidades de planificación que hoy día poseen escaso suministro de agua tendrán en el futuro un suministro adecuado, por lo cual se asumió que cambiarán sus rotaciones actuales por otras con exigencias hídricas mayores y más rentables.

Debido a las limitaciones de mercado se ha supuesto también que en el futuro no habrá incrementos en la superficie total plantada con cultivos permanentes y que los aumentos de producción en este rubro, se deberán a la adopción de tecnologías apropiadas.

Los suelos de la clase de aptitud 8 han sido excluidas de la planificación agropecuaria por las limitaciones que presentan al desarrollo de los cultivos. Asimismo, se consideró que un 10 % del área total bajo canal correspondía a superficie indirectamente productiva y estaba ocupada por caminos, cercos, bodegas y otras infraestructuras.

11.3 PRODUCCION PROYECTADA DE CULTIVOS ANUALES Y PRADERAS.

La superficie de cultivos anuales y praderas, proyectada para las tres modalidades de desarrollo futuro, se indica en el cuadro 11.2 comparada con la superficie actual.

CUADRO 11.2 Superficie de cultivos anuales y praderas, en situación actual y proyectada (há).

Suministro Tecnología	Mejorado Actual	Actual Mejorada	Mejorado Mejorada	Actual Actual
Trigo	10.447	18.384	15.393	10.447
Maíz	10.210	11.039	12.189	9.000
Poroto	9.925	9.356	10.858	8.241
Remolacha	8.310	8.116	10.806	6.509
Papa	1.723	1.896	1.809	1.723
Otros (1)	6.052	8.172	7.666	6.950
Pradera	32.410	22.114	20.357	36.207
TOTAL	79.077	79.077	79.077	79.077

(1) Incluye cebada, raps, maravilla, arroz, tabaco, ají y cebolla.

Los niveles de rendimiento de los cultivos anuales proyectados a futuro, se indican en el cuadro 11.3 por situación de desarrollo. También contiene los niveles de rendimiento que se obtienen en la situación actual.

CUADRO 11.3 Rendimiento promedio de cultivos anuales y praderas en situación actual y proyectada. (ton/há).

Suministro Tecnología	Mejorado Actual	Actual Mejorada	Mejorado Mejorada	Actual Actual
Trigo	2,22	3,52	3,52	2,22
Maíz	4,16	6,08	6,18	4,10
Porotos	1,80	2,28	2,34	1,74
Remolacha	37,00	46,81	48,23	36,67
Papa	13,91	20,68	21,76	13,46
Maravilla	1,67	2,11	2,10	1,75
Cebada	2,49	2,94	3,01	2,46
Raps	1,77	2,30	2,30	1,76
Tabaco	1,80	2,20	2,20	1,80
Cebolla	19,17	25,00	25,00	19,17
Ají	1,67	2,25	2,25	1,67
Arroz	2,75	4,00	4,00	2,75
Pradera (1)	0,167	0,285	0,451	0,12

(1) Expresado en aumento de peso vivo por año.

Los valores de rendimiento y superficie de los diferentes cultivos anuales presentados en los dos cuadros precedentes, configuran la producción total actual y proyectada para las tres posibles situaciones de desarrollo futuro. Estos niveles de producción pueden observarse en el cuadro 11.4.-

CUADRO 11.4.- Niveles de producción de cultivos anuales y praderas, en situación actual y proyectada. (ton.)

Suministro Tecnología	Mejorado Actual	Actual Mejorada	Mejorado Mejorada	Actual Actual
Trigo	23.203	64.785	54.347	23.203
Maíz	42.445	67.116	75.271	36.916
Poroto	17.893	21.370	25.389	14.356
Remolacha	307.385	379.948	521.227	238.698
Papa	23.963	39.205	39.360	23.189
Maravilla	4.472	4.823	8.017	5.748
Cebada	3.405	8.708	2.827	4.715
Raps	698	1.814	1.814	277
Tabaco	673	1.206	1.206	673
Cebolla	7.170	13.700	13.700	7.170
Ají	624	1.233	1.233	624
Arroz	1.331	1.936	1.936	1.331
Pradera (1)	4.088	3.032	7.199	4.412

(1) Expresado en aumento de peso vivo.

La producción de las praderas disponible para la alimentación del ganado se ha expresado en términos de aumento de peso vivo por hectárea promedio, descontando la producción de forraje necesaria para mantener la población equina de trabajo.

La producción por cultivos indicada en la primera situación de desarrollo, refleja el efecto causado por el mejoramiento en el suministro de agua, sin efectuar cambios tecnológicos, en las unidades de planificación con escaso suministro actual (A y B).

Los valores de producción total obtenidos en la segunda situación, reflejan el efecto de introducir tecnología aplicada pero sin efectuar cambios en el suministro de agua. En este caso se ha maximizado el área destinada a los cultivos de cereales con baja exigencia hídrica, en las unidades A y B, manteniendo las superficies actuales en aquellas que poseen buen suministro (C y D).

Los niveles de producción en la tercera situación planteada, se obtienen por un efecto combinado de mejoramiento tecnológico y de suministro de agua. Estos niveles no representan el uso óptimo de los recursos físicos disponibles, ya que también se ha tomado en consideración factores tales como rentabilidad de los cultivos y posibilidades de mercado futuro.

Pese a que el cultivo de la cebada presenta buenas expectativas de mercado futuro, se ha proyectado disminuir su producción total en las situaciones de buen suministro de agua y tecnología mejorada. Esto se explica por el hecho de tener menores ingresos netos que el resto de los cultivos propuestos.

El tiempo necesario para obtener las producciones proyectadas aumenta desde la primera a la tercera situación de desarrollo y se estima que debido a las limitaciones tecnológicas actuales, se requiere alrededor de 15 años para que la tercera situación alcance su pleno desarrollo.

11.4 PRODUCCION DE CULTIVOS PERMANENTES.

En el área del proyecto, el factor que más limita la expansión de la superficie de cultivos permanentes es la restricción del mercado. Los sistemas de explotación producen bajos rendimientos lo que eleva los costos por unidad de producción y coloca al agricultor en inferioridad de condiciones para competir en el mercado internacional.

Se observa en la actualidad una tendencia a mantener estable la superficie total de plantaciones y a replantar los huertos que han cumplido su vida comercial, con variedades mejoradas y sistemas de conducción de alta productividad.

Con el fin de reflejar esta tendencia se ha proyectado un incremento de la producción total a través de programas de replante y de difusión de tecnología apropiada, que producirá sus beneficios máximos alrededor del año 25. Este incremento del volumen de producción hará necesario estudiar con mayor detalle el proceso de comercialización para el decenio 1985-95.

El cuadro 11.5 presenta la proyección de la producción de cultivos permanentes, comparada con la situación actual.

CUADRO 11.5 Producción de los cultivos permanentes principales.

Prod.	Superficie (há)	Rendimiento (1.000 lt o ton/há)		Producción (1.000 lt o ton.)	
		Futuro	Actual	Futuro	Actual
Viña	13.482	15,46	6,82	208,388	91.959
Manzano	3.565	55,84	13,01	199.060	46.375
Guindo	442	5,40	2,50	2.387	1.105

11.5 SERVICIOS DE APOYO

11.5.1 Servicios de Extensión, Asistencia Técnica y Capacitación.

Todo cambio en la estructura productiva y en los niveles de producción de la cuenca del Mataquito, plantea la necesidad de incorporar programas de Extensión, Asistencia Técnica y Capacitación Empresarial, puesto que a través del estudio se ha detectado que la principal restricción de la producción agropecuaria es la escasa capacidad técnico-empresarial de los productores.

Esta restricción se hace más notoria en los estratos de tamaño inferior y en el sector reformado, de tal manera que el mayor énfasis de los servicios de apoyo debe estar dirigido al estrato de 5 a 50 há. Los estratos superiores a 50 há tienen acceso a servicios privados y, hasta cierto punto, sus propietarios se encuentran capacitados para utilizar en forma racional sus recursos de producción.

Se ha supuesto, asimismo, que el estrato inferior a 5 há seguirá siendo atendido por el INDAP.

A través del programa de Extensión se tratará de sensibilizar al agricultor para que valore la importancia de

capacitarse técnicamente como productor y empresario. Este programa es el más difícil de implementar por la amplitud de sus funciones.

La Asistencia Técnica estará destinada a mejorar el rendimiento de los predios a través de la adopción de tecnologías avanzadas en labores de suelo, uso de insumos, selección de cultivos y prácticas de riego.

La Capacitación Empresarial se orientará a la organización y capacitación de los productores con el objeto de que la explotación de los predios se realice con el máximo de racionalidad financiera y comercial.

Pese a sus diferentes objetivos, los tres programas expuestos son complementarios y deben estar estrechamente ligados entre sí.

11.5.2 Servicio de Investigación.

En forma adicional a los programas propuestos, se plantea la conveniencia de establecer dentro del área del estudio, un servicio de Investigación Aplicada que actúe como nexo entre la investigación del INIA y Universidades y los requerimientos específicos del área, para lo cual debe recibir indicaciones sobre sus problemas y formular las recomendaciones técnicas que deben ser divulgadas para el mejoramiento tecnológico de la cuenca.

Su labor se desarrollaría en una estación experimental cuyos objetivos principales serían desarrollar modelos de explotación agrícola adoptados a la zona, efectuar campañas de producción y difundir la información obtenida.

11.5.3 Servicios Veterinarios.

Los servicios anexos de vacunación, inseminación artificial y control de enfermedades continuarán teniendo un carácter de programas nacionales, por lo cual se encuentran fuera del ámbito de planificación de este estudio. Sin embargo, es indispensable contar con un programa de educación sanitaria que haga comprender a los agricultores la importancia de la salud animal en cualquier explotación agropecuaria.

11.5.4 Estructura y Costos

Con el objeto de implementar un servicio de apoyo orientado, descentralizado y permanente, se ha dividido el área del proyecto en 5 zonas cuyas características agropecuarias requieren diferentes tipos de servicios.

En cada una de estas zonas se ha localizado un centro de asistencia técnica y extensión, cuya labor se orientará principalmente a los siguientes rubros:

- a) Zona Curicó - Cultivos permanentes y hortalizas
- b) Zona Teno - Cultivos anuales y ganadería intensiva
- c) Zona Molina - Cultivos anuales, permanentes y ganadería
- d) Zona Hualañé - Cultivos anuales y ganadería mixta
- e) Zona Vichuquén - Forestación y ganadería de secano

En la figura 11.1 se muestra las zonas en que se ha dividido el área y la localización de los centros de asistencia técnica.

La zona de Curicó, por su localización central, debiera ser la sede de la Estación Experimental Demostrativa que actuará como cabecera del subsistema de apoyo a la agricultura del área.

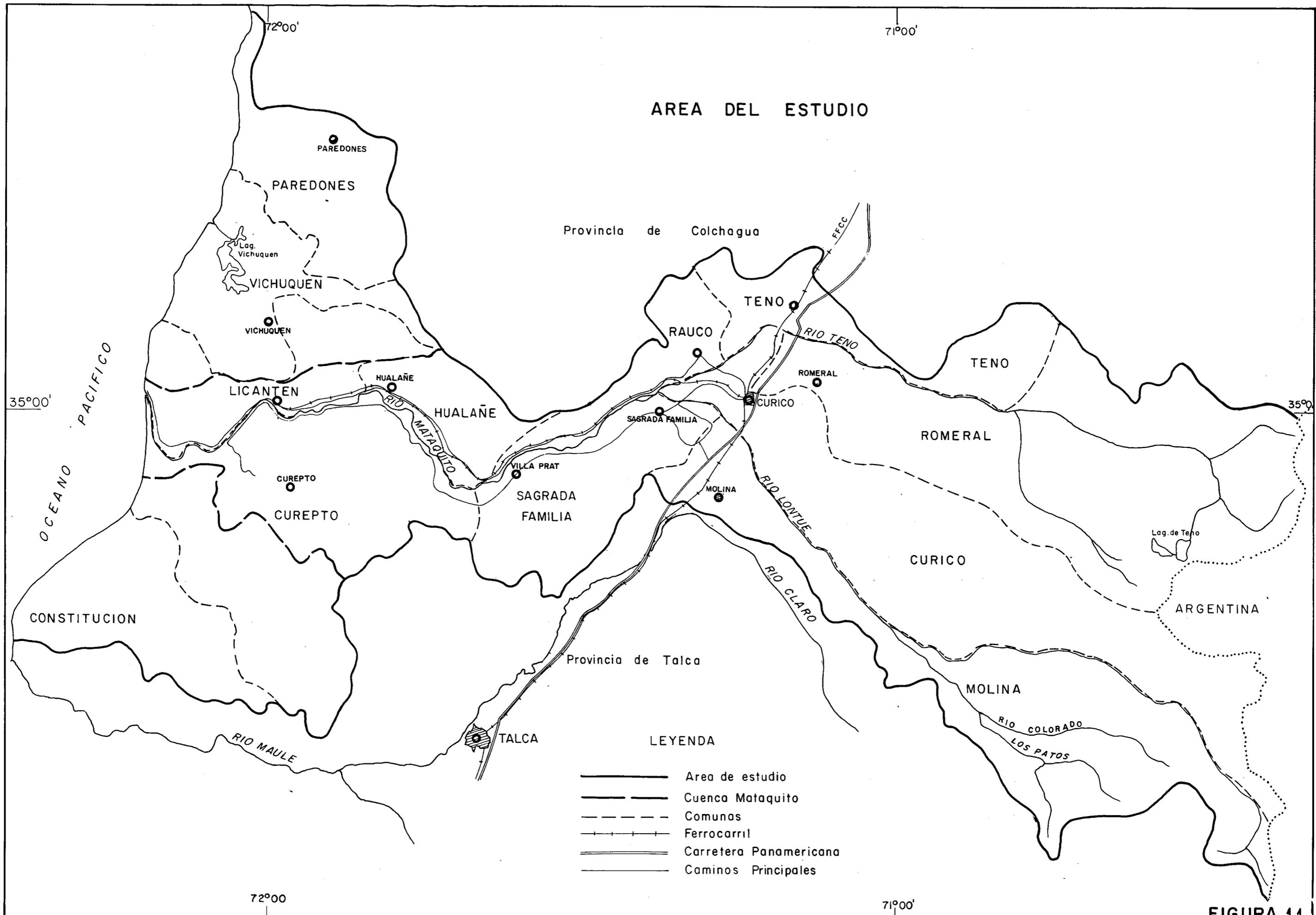


FIGURA 11

El costo de operación de esta estación se ha estimado como un porcentaje de remuneraciones e inversiones requeridas. En los Cuadros 11.6 y 11.7 se presentan las estimaciones del área que cubrirá el Servicio de Apoyo, el personal requerido y los costos por rubro y por hectárea en cada una de las zonas.

El servicio propuesto beneficiará a unos 4.200 productores, excluyendo los propietarios del secano costero, y abarcará una superficie de 300 mil hectáreas. Para esto, se requerirá de 29 profesionales del agro. 1/

El costo de inversión es del orden de US\$ 1,2 millones y el costo de operación de US\$ 0,7 millones, lo que significa un costo de inversión por hectárea atendida de US\$ 10,2 y un costo de operación de US\$ 6,6.

1/ Para mayores detalles ver Tomo D.

CUADRO 11.6 Estimaciones del área que cubrirán los Servicios de Apoyo y las necesidades de personal de las distintas zonas del Servicio.

Zonas	N° propiedades agrícolas	Superficie (há)	Necesidades de Personal						
			Director Estación	Director Subestac.	Especia listas	Extension. prop.tal	Práct. Agrícolas	Adminis- trativos	Auxiliares
1.- Curicó, riego Est. Ex. principal	1.227	17.324	1	-	-	5	1	2	4
2.- Teno, riego	1.025	18.363,9	-	1	5	-	1	1	4
3.- Molina, riego	612	10.169,9	-	-	-	4	1	-	-
4.- Hualañé, riego	400	5.971,0	-	1	-	3	1	1	1
secano	520	40.000,0	-	-	-	-	-	-	-
nuevo riego	---	7.600,0	-	-	-	3	-	1	-
5.- Curepto	345 *	200.000,0	-	1	-	5	-	1	-
Total	4.129	299.429	1	3	5	20	4	6	13

* Propiedades Agrícolas no determinadas individualmente, por lo tanto, sólo se incluyó el área total pero no el número de propietarios en el secano costero.

CUADRO 11.7.- Estimación del costo por rubros (US\$) y por há del servicio de apoyo propuesto.

	Construcciones	Equipamiento	Sueldos y Salarios	Operación	Costo por há	
					Inversión	Operación
Zona 1						
riego	112.600	48.850	74.400	32.290	9,31	6,15
Est. Exp. Adap.	231.100	132.350	91.200	72.890	30,35	15,62 *
Zona 2	110.600	52.700	81.600	32.660	9,07	6,35
Zona 3	61.250	24.800	43.800	17.210	8,46	6,00
Zona 4						
riego	80.600	29.980	60.600	22.116	13,26	9,55
secano	--	--	--	--	0,77	0,66
nuevo riego	59.900	13.340	43.200	14.648	9,63	7,61
Zona 5						
Riego + Secano	114.000	50.300	70.800	22.800	0,82	0,47
Total	770.050	352.320	465.600	214.614	10,20	6,55

* El costo por há incluye la zona 1 y la Estación Experimental Demostrativa principal con los especialistas regionales

12. SOLUCIONES DE INGENIERIA

Al plantear las soluciones de ingeniería se pretendió abordar los siguientes objetivos principales:

- a) Lograr un aumento de la seguridad de riego ya sea mediante la construcción de obras menores o, en forma alternativa, por medio de obras mayores.
- b) Incorporar simultáneamente nuevas áreas de riego.

En este capítulo sólo se aborda el primer objetivo, estudiándose el segundo en el capítulo concerniente al desarrollo de nuevas áreas de riego. 1/

12.1 AUMENTO DE LA SEGURIDAD DE RIEGO, SIN GRANDES OBRAS

Este primer objetivo se abordó por medio del estudio de los déficit de riego de las áreas actualmente regadas. En él, se propone un aprovechamiento más racional de los recursos de agua, para lo cual se sugieren medidas tales como redistribución de derechos, regulación nocturna de las aguas, unificación de bocatomas y mejoramiento de la operación del embalse El Planchón.

12.1.1 Déficit en los Ríos Teno y Lontué.

Al suponerse que toda el área bajo canal del río Teno será regada en el futuro, en un año 85 % de probabilidad de excedencia se registraría un déficit de 127 millones de metros cúbicos entre Noviembre y Marzo. En el río Lontué, en la parte alta del valle, el déficit sería de 34 millones.

1/ Antecedentes complementarios se encuentran en Tomo J.

Estos déficit constituyen una seria limitante para la producción agropecuaria lo que se refleja en la actualidad, por la existencia de grandes extensiones de praderas naturales de baja productividad que no se riegan en los meses críticos.

12.1.2 Embalses de Acumulación Nocturna.

Para suplir los déficit que se producen en el área actualmente regada en Teno y Lontué, se propone como primera medida reducir las pérdidas de agua mejorando la eficiencia total del área. Para esto se propone la construcción de aproximadamente 35 embalses de acumulación nocturna para grupos de propietarios con una capacidad de 2,9 millones de metros cúbicos y con un costo aproximado de US\$ 3 millones.

Aún cuando es posible lograr suficiente seguridad regulando en forma nocturna sólo el riego de las zonas que hoy poseen escaso suministro, se ha determinado extender esta práctica a toda el área de riego del río Teno por las siguientes razones:

- La regulación nocturna efectuada sólo en partes del área total, exige una redistribución completa de derechos de aprovechamiento, lo que parece difícil realizar en la práctica.
- Al incrementarse a futuro el área de cultivos de verano, aumentará la demanda de agua y dos años consecutivos de falla en el almacenamiento del embalse Planchón o un manejo inadecuado de sus caudales, tendría graves consecuencias en la producción de las áreas que no poseen regulación nocturna

Este hecho se debe a que en la actualidad los derechos que se producen al no existir regulación nocturna son utilizados en sectores situados aguas abajo. Estos sectores, al efectuarse una regulación parcial, quedarían con un menor suministro de agua lo que haría necesario mejorar su situación por medio de una redistribución de derechos.

La regulación nocturna de las aguas en las áreas de riego actual, supone además mejorar la operación del embalse

El Planchón. En caso contrario subsistiría un déficit del orden de 10 millones de metros cúbicos, indispensables para cubrir el área de nuevo riego que se propone en este estudio.

12.1.3 Explotación de Aguas Subterráneas

Otra alternativa considerada para suplir los déficit de agua de riego, fué la explotación de aguas subterráneas. El costo de esta solución se calculó en aproximadamente US\$ 15 millones, incluyendo el valor presente de los costos de operación.

12.2 MEJORAMIENTO DE LA SEGURIDAD CON OBRAS MAYORES

Para cumplir este objetivo se estudió la ampliación de la capacidad del embalse El Planchón y la viabilidad técnica-económica del embalse San Pablo. Ambas obras fueron seleccionadas como las más factibles entre una serie de alternativas incluídas en el catastro de posibles embalses confeccionados para este propósito. Cualquiera de los dos embalses permitiría cubrir los déficit de riego manteniendo los actuales niveles de eficiencia y manejo de agua.

12.2.1 Embalses San Pablo y El Planchón.

Los volúmenes de embalse requeridos en San Pablo y El Planchón para una regulación inter-anual de los caudales de riego, son de 130 y 240 millones de metros cúbicos. Sus costos, de US\$ 15 y US\$ 10 millones, respectivamente.

El déficit medio del río Teno es inferior al volumen medio afluente al embalse El Planchón, de modo que puede ser cubierto si se dispone de una capacidad suficiente de embalse inter-anual.

El embalse San Pablo, junto con mejorar el riego del área del proyecto, libera en el río Teno un promedio de 100 millones de metros cúbicos provenientes de los excedentes de invierno del estero Guaiquillo que pueden ser trasvasados hacia el norte.

Además, su ubicación le permitiría actuar como regulador de caudales en un futuro proyecto de trasvases desde el sur.

12.3 SOLUCION RECOMENDADA

Al efectuar la comparación de las diferentes alternativas estudiadas para suplir los déficit actuales de las áreas de riego, la regulación nocturna de las aguas conjuntamente con un mejoramiento en la operación del embalse Planchón, resultó ser la alternativa más económica y de más rápida implementación.

12.4 OBRAS DE DRENAJE

Aguas abajo de la confluencia de los ríos Teno y Lontué existen pequeñas áreas con problemas de drenaje que en conjunto suman alrededor de 450 hectáreas. La solución para estas áreas fué estudiada sobre la plancheta 1:25.000 del I.G.M., interpolando puntos entre cotas existentes. Se pudo comprobar que los problemas de drenaje son fácilmente subsanables a nivel predial puesto que las pendientes medias existentes, permiten la construcción de obras de drenaje a nivel predial a costos razonables.

El costo de las obras se incluyó junto con los costos correspondientes a mejoramiento de las obras de distribución, entrega de derechos de agua y tecnificación del regadío, estimados en US\$ 80 por hectárea.

En el valle de Curepto, la solución al problema de drenaje se complica debido a la escasa pendiente de la parte baja del valle y a las crecidas del río Mataquito que, en conjunto con el importante escurrimiento de aguas lluvias de su cuenca, inundan una

superficie de 700 hectáreas. Evitar las inundaciones supone construir obras de alto costo y sólo podría ser factible proyectar sistemas de desagüe que aumentaran la velocidad de escurrimiento del volumen almacenado, una vez que bajara el nivel del río.

En el caso de Vichuquén, el problema de drenaje que da origen a las vegas de Tilicura se debe a un portezuelo que forma un embalse natural al recibir el caudal de aguas lluvias de la cuenca del estero Báquil. Estudiando los escasos antecedentes topográficos disponibles, parece viable construir un cauce hasta la laguna de Vichuquén que permita la evacuación y drenaje del área.

En Huenchullami existen problemas de drenaje en la parte baja del valle debido a su escasa pendiente; el costo de las obras de evacuación de las aguas es muy alto en relación a los beneficios que podrían generarse en las áreas drenadas.

Como conclusión, se recomienda efectuar levantamientos topográficos más detallados en las áreas de Curepto y Vichuquén, con el fin de estudiar la solución a los problemas de drenaje conjuntamente con las obras de nuevo riego que se proponen en estas mismas áreas. En todo caso puede afirmarse que su costo supera a lo que económicamente pueden aportar sus beneficiarios.

13. DESARROLLO DE NUEVAS AREAS DE RIEGO.

El segundo objetivo propuesto en las soluciones de ingeniería significó identificar los volúmenes de agua excedentes y sus puntos de ocurrencia, como también los lugares de captación de aguas subterráneas más factibles desde el punto de vista técnico y económico.

13.1 EXCEDENTES EN EL RIO MATAQUITO.

Aguas abajo de la confluencia de los ríos Teno y Lontué, el modelo de simulación hidrológica indica un caudal de excedentes suficiente para regar en forma adicional alrededor de 10.000 hectáreas. Estos excedentes se producen luego de cubrir los déficit generados aguas arriba de la confluencia y considerando el trasvase que se efectúa, a través del canal Teno-Chimbarongo, hacia la cuenca del río Rapel.

13.2 PROYECTOS DE NUEVO RIEGO.

En la cuenca baja del río Mataquito fueron identificadas dos áreas susceptibles de ser incorporadas al riego: Culenar y Peralillo.

Para ambas áreas se estudió diversas alternativas de desarrollo agropecuario y distintas soluciones de ingeniería, determinándose sus costos directos y de operación, como asimismo los beneficios del riego.

También se estudió a nivel de anteproyecto preliminar la posibilidad de regar las áreas vecinas de Curepto y Vichuquén. En otras áreas como Huenchullami, Paredones y San Pedro de Alcántara sólo se justifica realizar proyectos de riego a nivel predial ya que las soluciones a nivel de área tienen un costo muy elevado.

13.2.1 Proyecto Culenar.

El valle de Culenar y las áreas adyacentes de Villa Prat, Guaquén, Ajial y Tonlema abarcan unas 5.280 hectáreas de suelos susceptibles de regarse. Tal superficie se incluye en la zona agroclimática de Hualañé.

13.2.1.1 Desarrollo Agropecuario.

Para formular el plan de desarrollo agropecuario, se utilizó la información detallada de suelos a escala 1:20.000.

La estratificación predial señala que la mayoría del área agrícola actual se encuentra en predios de 700 hectáreas promedio, pero el sector de nuevo riego quedaría compuesto de predios de 88 hectáreas promedio.

Para representar la situación actual y futura del área de nuevo riego, se diseñó un modelo predial de 100 hectáreas en el cual el trigo de secano forma una rotación con praderas naturales. Este modelo permitió estimar el uso de insumos y los niveles de producción de ambos cultivos.

Se preparó un segundo modelo para representar una viña de secano de 60 hectáreas que se encuentra en el área de riego futuro.

Para calcular la producción futura, se consideró indispensable disponer de un buen suministro de agua, por lo tanto, se presentaron sólo dos modalidades de desarrollo: una en que no se incorpora nueva tecnología y la otra en que se mejora la tecnología actual.

En el cuadro 13.1 se señalan los niveles de producción proyectados conjuntamente con la producción actual.

CUADRO 13.1 Niveles de producción proyectados y actuales (ton/há)

Suministro Tecnología	Mejorado Actual	Mejorada Mejorado	Actual Actual
Trigo	1.673	2.948	1.775
Pradera (1)	251	661	118
Viña (2)	4.600	11.376	420
Maíz	2.329	3.322	---
Poroto	754	971	---
Remolacha	14.345	18.188	---
Papa	261	450	---
Cebada	195	220	---
Maravilla	587	734	---
Arroz	1.732	2.520	---

(1) Expresado en ganancia de peso vivo por año.

(2) Expresado en miles de litros.

13.2.1.2 Soluciones de Ingeniería

La solución más económica para proveer de agua al valle de Culenar comprende la ampliación y prolongación del canal Quillayes, que cruzaría por túnel a la parte superior del valle de Culenar. Además, se plantea el riego mecánico de los sectores de Ajial, Guaquén y Tonlemo.

El costo total del regadío de Culenar asciende a US\$ 5 27 millones con un costo por hectárea de US\$ 1.320. El costo de los sectores de Ajial, Guaquén y Tonlemo es de US\$ 1,54 millones, es decir US\$ 1.100 por hectárea.

El costo de un sistema de riego gravitacional para cubrir la totalidad de las 5.280 hectáreas es de US\$ 7,4 millones, lo que significa aproximadamente US\$ 1.400 por hectárea.

La solución combinada de riego gravitacional y mecánico, tiene la ventaja de aprovechar recuperaciones que se producen en el río Mataquito aguas abajo de la bocatoma del canal Quiñayes. Pero para efectuar el análisis económico sólo se consideró el costo del riego enteramente gravitacional, es decir US\$ 1.400 por hectárea con el fin de cubrir posibles variaciones en los costos.

13.2.2 Proyecto Peralillo

El sector de Peralillo se encuentra en la ribera norte del río Mataquito y comprende 2.166 hectáreas. Perteneció a la zona agroclimática de Hualañé.

13.2.2.1 Desarrollo Agropecuario.

Los niveles de producción propuestos para las dos modalidades de desarrollo, tecnología actual y mejorada, se evaluaron a través de modelos prediales representativos de estratos de 100 hectáreas. En el cuadro 13.2 se indican los niveles de producción proyectados, comparados con la producción actual.

CUADRO 13.2 Niveles de producción proyectados y actuales(ton/há)

Suministro Tecnología	Mejorado Actual	Mejorada Mejorado	Actual Actual
Trigo	566	1.012	736
Pradera (1)	121	318	49
Viña (2)	570	1.410	399
Maíz	710	1.013	---
Remolacha	5.022	6.405	---
Papa	44	75	---
Cebada	39	43	---
Poroto	255	327	---
Maravilla	223	279	---
Arroz	1.218	1.722	---

(1) Expresado en ganancia de peso vivo por año

(2) Expresado en miles de litros.

13.2.2.2 Soluciones de Ingeniería

Para dotar de agua al valle de Peralillo se estudiaron tres alternativas, adoptándose la solución gravitacional que comprende la construcción de un canal matriz que domina toda el área de riego. El costo total es de US\$ 2,24 millones lo que equivale a US\$ 1.032 por hectárea.

13.3 ANTEPROYECTOS PRELIMINARES

13.3.1 Anteproyecto Curepto.

El Valle de Curepto y las zonas adyacentes de Repilermo y Domulgo, abarcan una superficie aproximada de 2.770 hectáreas de suelos arables susceptibles de ser incorporados al riego. Esta área se encuentra ubicada en la zona agroclimática Litoral.

13.3.1.1 Desarrollo Agropecuario

La estratificación predial del área estudiada indica que el 79 % del sector potencialmente regado se distribuye entre 441 propietarios, con un promedio de 4,9 hectáreas por predio. Esta cifra da una idea del alto grado de subdivisión predominante en la zona.

El 90 % de los suelos se clasifica en Clase 1 y 2 de aptitud agrícola y el 10 % restante, en Clase 6. En la actualidad se cultiva leguminosas de grano de alto valor que llegan a los centros de consumo en condiciones competitivas.

El área se caracteriza por estar circundada de extensas zonas de erosión severa producto de la explotación del bosque natural, que en tiempos pasados fuera la principal actividad de la numerosa población del sector; actualmente esta población se estima en unos 13 mil habitantes.

La escasa capacidad de retención de humedad de los cerros y la pequeña pendiente de su red de drenaje inferior, producen contínuas inundaciones que inutiliza los suelos planos.

Las características agronómicas y socio-económicas de esta área, difieren sustancialmente del resto de los proyectos de nuevo riego y sugieren que su desarrollo debe estar orientado hacia la agroindustria; las dificultades que representa este tipo de desarrollo en un área reducida, debe abordarse a través de un estudio específico por cuanto no responde a un modelo generalizado como el que se ha planteado para el resto de la cuenca.

13.3.1.2 Soluciones de Ingeniería.

Se estudiaron tres alternativas a nivel de anteproyecto preliminar: dos de ellas contemplan elevación mecánica desde el río Mataquito y la tercera la construcción de un embalse en la hoya del estero Rapilermo, que fué descartado por su elevado costo.

La solución recomendada supone una inversión de US\$ 2,85 millones, con un costo de US\$ 1.031 por hectárea.

13.3.2 Anteproyecto Vichuquén.

El Valle de Vichuquén tiene en la actualidad alrededor de 450 hectáreas de suelos regados, ubicados en un angosto valle que se extiende a ambos costados del estero Báquil. Existen cerca de 1.600 hectáreas susceptibles de ser regadas.

13.3.2.1 Producción Agropecuaria.

La producción agrícola actual se reduce a cultivos de hortalizas de temporada, chacarería de consumo fresco y ganadería de leche.

Rodeando las vegas de Tilicura existen unas 850 hectáreas de suelos ondulados de pendientes variables y aptos para empastadas, que podrían destinarse a suplementar el forraje de la masa ganadera de la zona. Otras 750 hectáreas de suelos profundos de aptitud agrícola 2 y 3, podrían cultivarse con hortalizas de temporada.

13.3.2.2. Soluciones de Ingeniería.

La alternativa estudiada requiere una inversión total de US\$ 2,45 millones, con un costo de US\$ 1.529 por hectárea. Esta alternativa implica la construcción de un canal de drenaje desde las vegas de Tilicura hasta la laguna de Vichuquén, el mejoramiento del cauce del estero Báquil y la construcción de dos canales matrices alimentados desde la laguna por dos plantas de bombeo y que regarían los sectores oriente y poniente del área del proyecto.

Un proyecto de embalse en el estero Báquil se ha descartado por su alto costo.

CUARTA PARTE

EVALUACION FINANCIERA

Y

ECONOMICA

14. ECONOMIA PREDIAL

Con el objeto de definir la situación actual (1977) y estimar el incremento de los beneficios derivados de la implementación del proyecto, se identificó una serie de modelos prediales representativos de las diferentes alternativas de desarrollo.

Como los cultivos anuales y permanentes presentan diferencias sustanciales en sus sistemas de producción se han analizado en forma separada.

14.1 CULTIVOS ANUALES Y PRADERAS

Para representar la situación actual y futura de los cultivos anuales y praderas, se definieron 52 modelos prediales de acuerdo a las siguientes variables: 1/

- a) tamaño predial : 20 y 100 hectáreas
- b) suministro de riego : escaso y bueno
- c) mecanización : parcial y completa
- d) agroclima : Hualañé, Piedmont y Curicó
- e) tecnología : actual y mejorada

Para simplificar el análisis de la situación actual, se consideró con mecanización completa a todos los predios de 100 hectáreas y con mecanización parcial, a los de 20 hectáreas. En la situación futura, los predios pequeños se estudiaron con ambos grados de mecanización.

Los bienes de capital se agruparon en tres rubros principales : maquinaria, ganado y construcciones y se determinó para cada uno de ellos, sus valores iniciales y promedios.

1/ Mayores antecedentes en Tomo E.

En cada modelo se identificó una rotación de cultivos con el objeto de confeccionar los presupuestos prediales. Los ingresos netos se determinaron deduciendo los costos variables y considerando la recuperación del impuesto al valor agregado.

Al planificar las rotaciones futuras se consideró sus rentabilidades, las variaciones de precio, las expectativas de mercado y las limitaciones agronómicas.

14.1.1 Ingreso Neto de cultivos anuales.

En el cuadro 14.1 se indica el ingreso neto de algunos cultivos y las variaciones que se producen por efecto de los cambios de precio en los insumos. Estos valores no incluyen la inversión predial requerida para la adquisición de nueva maquinaria y puesta en riego.

En general, los cultivos de verano son más rentables que los de invierno, por lo tanto, al mejorar el suministro de agua estos últimos podrán substituirse por los primeros. Los cultivos con más altos ingresos son: papa, poroto y remolacha, pero sus restricciones de mercado limitan la expansión de la superficie sembrada.

De los cultivos de invierno, la cebada genera menor ingreso que el trigo, debido a lo cual se ha considerado que disminuirá su superficie pese a tener buenas perspectivas de mercado.

CUADRO 14.1 Ingreso neto de algunos cultivos y su fluctuación, expresado a precio financiero y social (US\$/há).

Cultivo	Tamaño predial (há)	Precio financiero (1977)	Precio financiero (1985)	Precio social (1985)
Trigo	20	158	186	350
	100	159	196	364
Maiz	20	181	202	397
	100	206	251	482
Poroto	20	301	349	593
	100	154	196	442
Remolacha	20	363	287	1.036
	100	566	232	1.247
Maravilla	20	162	204	507
	100	197	257	583
Cebada	20	75	93	306
	100	102	131	364
Papa	20	282	245	294
	100	278	239	289
Raps	20	268	330	689
	100	254	323	676
Arroz	20	---	---	---
	100	201	333	629
Pradera	20	94	136	246
	100	94	136	246

El raps, a su vez, tiene una mayor rentabilidad que el trigo pero su cultivo sólo se recomienda en la zona de Piedmont.

Aunque la pradera constituye un cultivo importante en cualquier rotación, su rentabilidad es baja; por consiguiente, se ha supuesto que su superficie disminuirá a medida que aumenta la de otros rubros.

Cultivos como cebolla, ají y tabaco poseen buena rentabilidad pero sólo se ha considerado un ligero aumento de su superficie. Sin embargo se espera un incremento de los ingresos como respuesta a la adopción de nuevas tecnologías.

El cultivo del arroz presenta buena rentabilidad especialmente en condiciones favorables de suelo y clima, por este motivo se proyectó su incorporación en las áreas de nuevo riego.

Todos los cultivos con excepción de papa y remolacha, aumentan sus ingresos entre los años 1977 y 1985. En la mayoría de los casos este aumento es del orden de 20 a 30 por ciento, aunque las ganancias netas del forraje pueden aumentar hasta en un 45 por ciento debido a expectativas favorables en el precio de la carne.

Es difícil pronosticar la fluctuación en el ingreso del cultivo de la papa, puesto que su precio interno es muy sensible a las variaciones de mercado y es improbable que se desarrolle un comercio exterior significativo.

La remolacha es un cultivo que sustituye importaciones de azúcar, artículo para el cual se espera un aumento de precios a nivel mundial. Sin embargo, a nivel nacional los precios de mercado de la remolacha estuvieron durante 1977 en un nivel superior al equivalente del mercado mundial; el cambio a una situación de mercado abierto debiera producir una reducción de sus precios, a pesar del alza mundial en el valor del azúcar.

14.1.2 Ingreso neto de modelos prediales

El ingreso neto de algunos modelos prediales representativos, se presenta en el cuadro 14.2.

Los ingresos por hectárea de los predios pequeños son más altos que los de predios de 100 hectáreas, debido principalmente a que poseen muy bajos costos de mecanización y cuentan con mano de obra familiar.

Se observa que el mejoramiento del suministro de riego produce un incremento importante en Mataquito Alto; en Cullenar y Peralillo, áreas de nuevo riego, este incremento es considerable debido a que la producción actual de secano es de baja rentabilidad. En Mataquito Bajo no se proyecta efectuar mejoramientos en el riego, por lo tanto, el ingreso no experimenta variaciones.

Comparando ambas situaciones futuras se puede apreciar, tanto en predios de 20 como de 100 hectáreas, el significativo aumento que experimenta el ingreso neto con la introducción de tecnología mejorada.

CUADRO 14.2.- Ingreso neto de modelos prediales representativos, a precio financiero de 1985.
(US\$/há)

Situación	Area de Desarrollo		
	Mataquito Alto	Mataquito Bajo	Culenar y Peralillo
ACTUAL : sin cambios en riego y tecnología.			
Modelo (1)	20 APE	20 APB	---
Ingreso neto (US\$/há)	135,2	287,3	---
Modelo	100 ACE	100 ACB	100 APE
Ingreso neto (US\$/há)	64,7	126,6	8,5
FUTURA : riego mejorado sin cambios en tecnología			
Modelo	20 APB	20 APB	---
Ingreso neto (US\$/há)	176,8	287,3	---
Modelo	100 ACB	100 ACB	100 ACB
Ingreso neto (US\$/há)	110,6	126,6	188,9
FUTURA : riego y tecnología mejorados.			
Modelo	20 MPB	20 MPB	---
Ingreso neto (US\$/há)	286,4	457,8	---
Modelo	100 MCB	100 MCB	100 MCB
Ingreso neto (US\$/há)	204,2	246,6	204,2

- (1) Tamaño predial : 20 y 100 há.
 Tecnología : A = actual, M = mejorada
 Mecanización : P = parcial, C = completa
 Suministro de riego : B = bueno, E = escaso

14.2 CULTIVOS PERMANENTES.

La situación actual y futura de los cultivos permanentes, se representó mediante 15 modelos prediales de acuerdo a variables de: tamaño predial, especie, nivel tecnológico, método de plantación y sistema de conducción.

Todos ellos simulan la situación económica desde el primer año de plantación hasta el término de la vida útil.

En la planificación de la situación futura, se consideró la rentabilidad de diferentes alternativas de plantación y las restricciones agronómicas y de mercado. La rentabilidad se expresó en términos de valor presente sobre un período de treinta años.

En el cuadro 14.3 se presenta la rentabilidad de diferentes alternativas propuestas, valorada a precio financiero y social.

CUADRO 14.3 Valor presente neto de plantaciones frutales y viñas. (miles de US\$/há.)

Cultivo	Valor presente neto	
	Financiero(1)	Social(2)
Manzano semi-intensivo	12,5	7,5
Manzano intensivo	21,0	20,1
Guindo	4,3	0,2
Cerezo	2,5	0,1
Parronal californiano	5,2	1,0
Parronal español	4,8	0,8

(1) Interés 10 % anual ; crédito BIRF para plantaciones.

(2) Interés 17 % anual

La plantación de manzanos en sistemas intensivos tiene una alta rentabilidad por hectárea; el guindo dulce a su vez, duplica la rentabilidad del cerezo y, los parronales californiano y español, tienen sólo una pequeña diferencia en términos de valor presente.

15. ECONOMIA DEL PROYECTO

Aún cuando es difícil determinar con precisión el tiempo que tardará la implementación del proyecto y la generación de los beneficios, es necesario adoptar ciertos plazos para evaluar las diferentes alternativas de desarrollo.

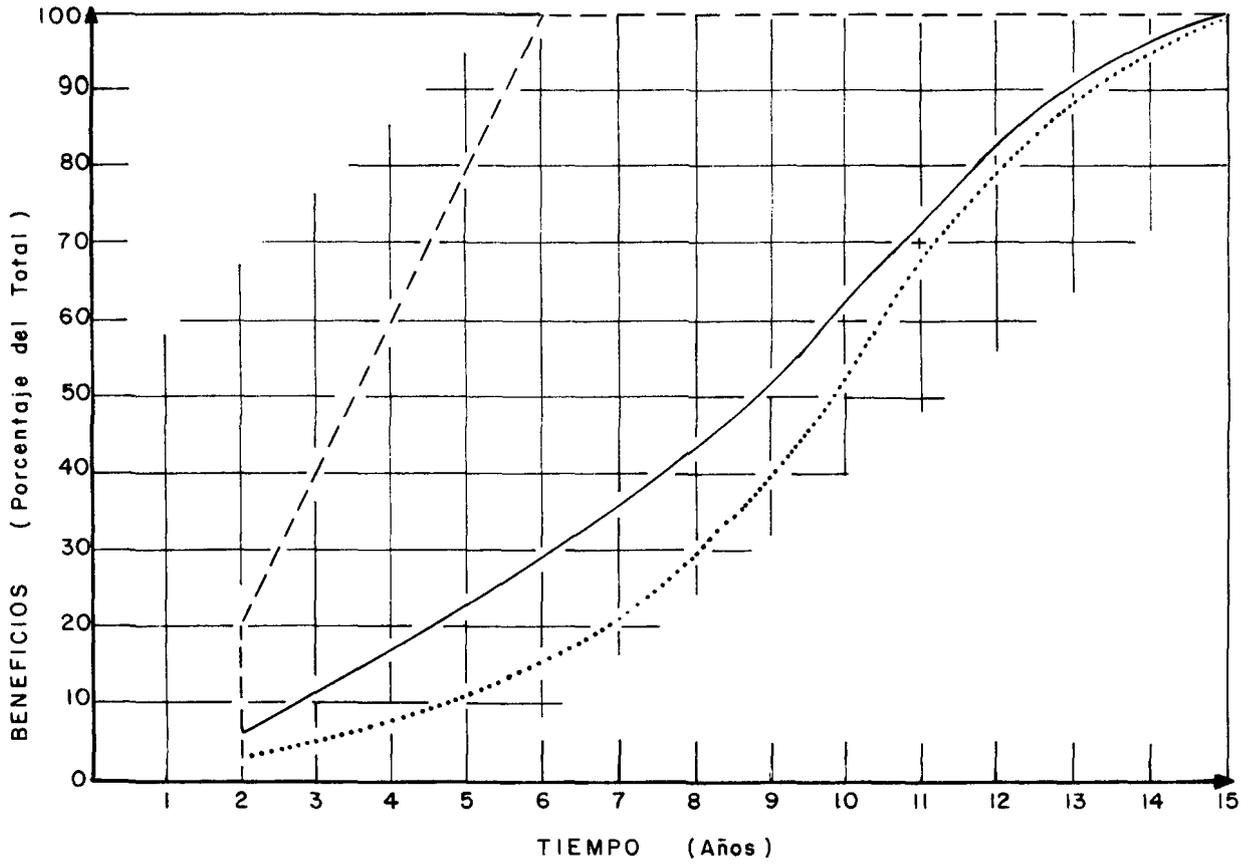
En aquellas zonas de riego que hoy poseen escaso suministro de agua, los beneficios agrícolas podrían incrementarse efectuando mejoramientos en el suministro; este incremento podría lograrse en un plazo relativamente corto, ya que no se producirían cambios en las prácticas agrícolas.

Se ha considerado que los beneficios también aumentarían con la adopción de tecnologías más apropiadas que las existentes. Este proceso de cambio es complejo porque requiere una inversión predial adicional, introducción de nuevas variedades de cultivos, dosis de fertilizantes más apropiadas y un servicio efectivo de extensión y asistencia técnica. Estos factores determinan un ritmo lento de desarrollo.

En zonas donde puede lograrse ambos tipos de incremento de beneficios, se presenta un nuevo ritmo de desarrollo que combina los dos casos anteriores.

La evolución de los beneficios se muestra en forma esquemática en la figura 15.1 para las tres formas de desarrollo.

EVOLUCION DE LOS BENEFICIOS



- BENEFICIOS DERIVADOS DEL RIEGO
- BENEFICIOS DERIVADOS DE LA TECNOLOGIA
- BENEFICIOS DERIVADOS DE LA TECNOLOGIA Y EL RIEGO

FIGURA 15.1

En las zonas de riego de los ríos Teno y Lontué, que en el análisis económico se han identificado como Mataquito Alto, la construcción de las obras de ingeniería se ha programado en cinco años y se ha supuesto que los máximos beneficios anuales generados por efecto de un mejoramiento en el suministro de agua de riego, se obtienen a partir de un año de terminadas las obras. Se ha estimado, asimismo, que el tiempo necesario para obtener los beneficios máximos anuales derivados del mejoramiento tecnológico es de 15 años en cultivos anuales y de 25 años en cultivos permanentes.

La generación de costos y beneficios se presenta en el cuadro 15.1.

CUADRO 15.1.- Generación de costos y beneficios en Mataquito Alto, expresados en porcentaje.

Año			1	2	3	4	5	6	9	12	15	18	21	24	27		
Mejoramiento suministro	Costos	Capital <u>1/</u>	20	20	20	20	20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
		Anual <u>2/</u>	-	20	40	60	80	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
	Beneficios	Cultivos <u>2/</u> anuales	-	20	40	60	80	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
		Cultivos permanentes	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Mejoramiento tecnológico	Costos	Capital <u>1/</u>	50	25	25	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		Anual <u>2/</u>	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
	Beneficios	Cultivos <u>2/</u> anuales	-	-	4	5	7	10	30	70	95	100	100	100	100	100	100
		Cultivos <u>2/</u> permanentes	-	-	-	-	-	-	14	24	41	62	90	99	100	100	100

1/ Porcentaje de la inversión total

2/ Porcentaje del máximo anual

Las áreas de riego actual del río Mataquito, Mataquito Bajo, cuentan con un buen suministro de agua, por lo tanto, el incremento de beneficios proyectados provendrá de un programa de mejoramiento tecnológico; la generación de costos y beneficios se ha supuesto similar al obtenido en Mataquito Alto.

Se ha considerado que el proyecto Culenar tardará cinco años en implementarse aunque se producirá un aumento gradual de los beneficios anuales debidos al riego, durante un período de tres años desde la terminación de las obras. El programa de asistencia técnica se iniciará una vez que estén terminadas las obras de ingeniería. La generación de costos y beneficios se muestra en el cuadro 15.2.

En Peralillo se contempló un período de tres años para la construcción de las obras y de otros tres desde su terminación para la generación de los máximos beneficios anuales por efecto del riego. Los beneficios anuales generados por el mejoramiento tecnológico, crecerán gradualmente desde el año 5 al año 18, para cultivos anuales, y desde el año 9 al 26 para cultivos permanentes. La generación de costos y beneficios se presenta en el cuadro 15.3.

CUADRO 15.2.- Generación de costos y beneficios en Culenar, expresados en porcentaje.

Año			1	2	3	4	5	6	9	12	15	18	21	24	27		
Mejoramiento suministro	Costos	Capital <u>1/</u>	10	30	30	20	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
		Anual <u>2/</u>	-	-	10	10	20	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
	Beneficios	Cultivos <u>2/</u> anuales	-	-	-	-	-	25	100	100	100	100	100	100	100	100	100
		Cultivos permanentes	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Mejoramiento tecnológico	Costos	Capital	-	-	-	-	-	100	-	-	-	-	-	-	-	-	
		Anual	-	-	-	-	-	100	100	100	100	100	100	100	100	100	
	Beneficios	Cultivos anuales	-	-	-	-	-	-	7	20	55	90	100	100	100	100	
		Cultivos permanentes	-	-	-	-	-	-	-	2	17	35	53	70	100	100	

1/ Porcentaje de la inversión total

2/ Porcentaje del máximo anual

CUADRO 15.3.- Generación de costos y beneficios en Peralillo, expresados en porcentajes.

Año			1	2	3	4	5	6	9	12	15	18	21	24	27		
Mejoramiento suministro	Costos	Capital <u>1/</u>	30	40	30	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
		Anual <u>2/</u>	-	10	20	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
	Beneficios	Cultivos anuales	-	-	-	25	50	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
		Cultivos permanentes	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Mejoramiento tecnológico	Costos	Capital <u>1/</u>	-	-	-	100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
		Anual <u>2/</u>	-	-	-	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
	Beneficios	Cultivos <u>2/</u> anuales	-	-	-	-	4	5	15	40	80	100	100	100	100	100	100
		Cultivos permanentes	-	-	-	-	-	-	2	16	35	53	70	82	82	100	100

1/ Porcentaje de la inversión total

2/ Porcentaje del máximo anual

15.1 COSTOS

En el cuadro 15.4 aparece un resumen de las inversiones necesarias para implementar las diferentes alternativas de desarrollo propuestas en el área del proyecto.

Del total de inversiones en obras de ingeniería, alrededor de la mitad corresponden a Mataquito Alto. El costo de construcción de embalses de noche se ha estimado en 3,1 millones de dólares. En Mataquito Bajo no se ha programado un mejoramiento del suministro de agua de riego a través de obras de ingeniería por ser una zona bien dotada y sólo se ha propuesto realizar un programa de mejoramiento tecnológico.

Las obras de ingeniería de más alto costo son las de Culenar, con una inversión de 6,7 millones de dólares para regar alrededor de 5.000 hectáreas. El riego de Peralillo requiere una inversión de 1,85 millones para incorporar al regadío unas 2.000 hectáreas.

El programa de asistencia técnica tiene un costo de 1,2 millones de dólares, con gastos anuales de 700 mil dólares; debido a los grandes beneficios que genera, esta inversión se considera plenamente aconsejable.

La inversión a nivel predial representa el 58 % de los gastos totales de capital y se ha estimado en 28,6 millones de dólares. Aunque se distribuye en un período largo, deberá provenir del sector privado, para lo cual se recomienda establecer líneas de créditos acequibles al agricultor.

CUADRO 15.4 Inversiones propuestas para la cuenca de Mataquito a precios financieros. (miles de dólares)

Proyecto	Desarrollo Propuesto	Costos Estimados				Inversión a nivel predial		
		Obras de Ingeniería de Capital	Anuales ¹	Asistencia Técnica de Capital	Anuales ¹	Maquinaria	Construcciones	Ganado
Mataquito Alto								
Cultivos Anuales	a) Riego mejorado sin cambios en tecnología	3.034,0	505,7	---	---	---	---	709,1
	b) Tecnología mejorada, sin cambios en el riego	---	---	773,6	462,5	4.024,5	3.370,3	4.528,6
	c) Riego y tecnología mejoradas	6.946,0	---	(-) ²	(-)	(-)	(-)	979,5 ³
Cultivos Permanentes	Tecnología mejorada	---	---	236,8	141,0	7.743,1	---	---
SUB-TOTAL		9.980,0	505,7	1.010,4	603,5	11.767,6	3.370,3	5.508,2
Mataquito Bajo								
Cultivos Anuales	Tecnología mejorada	885,5	---	132,7	79,3	803,0	570,6	1.055,4
Cultivos Permanentes	Tecnología mejorada	---	---	0,8	0,5	42,6	---	---
SUB-TOTAL		885,5	---	133,5	71,8	845,6	570,6	1.055,4
Culénar								
Cultivos Anuales	a) Nuevo riego	6.750,0	98,0	---	---	994,8	333,4	938,3
	b) Nuevo riego y tecnología mejorada	(-)	(-)	51,5	40,5	402,8 ³	227,1 ³	661,3 ³
Cultivos Permanentes	Tecnología mejorada	(-)	(-)	4,7	3,7	179,5	---	---
SUB-TOTAL		6.750,0	98,0	56,2	44,2	1.577,1	560,5	1.599,6
Peralillo								
Cultivos Anuales	a) Nuevo Riego	1.850,0	62,5	---	---	422,5	145,2	430,3
	b) Nuevo riego y tecnología mejorada	(-)	(-)	22,3	17,4	217,1 ³	99,7 ³	376,8 ³
Cultivos Permanentes	Tecnología mejorada	(-)	(-)	0,2	0,2	29,7	---	---
SUB-TOTAL		1.850,0	62,5	22,5	17,6	669,3	244,9	807,1
TOTAL		19.465,5	666,2	1.222,6	745,1	14.859,6	4.746,3	8.970,3
Componente en moneda extranjera en porcentaje del costo total		31,2	10,0	12,8	13,2	41,8		

1. A pleno desarrollo
2. (-) incluido en el desarrollo anterior
3. Inversiones adicionales necesarias

La inversión a nivel predial tiene un fuerte componente en moneda extranjera, puesto que gran parte de la maquinaria deberá ser importada; este componente representa el 41,8 % del total de la inversión predial. Por otra parte el programa de asistencia técnica posee un bajo componente de importación, lo que constituye un factor adicional para recomendar su implementación. En este caso, representa sólo el 12,8 % de los costos de capital y el 13,2 % de los costos anuales.

15.2 BENEFICIOS.

El cuadro 15.5 incluye un resumen de los beneficios generados por cada alternativa de desarrollo, calculados a precios financiero y social. Todos ellos corresponden al período de pleno desarrollo.

CUADRO 15.5. - Incremento de los beneficios, a precios financiero y social de 1985. (miles de US\$/año)

Proyecto	Desarrollo Propuesto	Incremento de beneficios ⁽¹⁾ financiero social	
<u>Mataquito Alto</u>			
Cultivos anuales	a) Riego mejorado, sin cambios en tecnología	1.544,3	3.499,8
	b) Tecnología mejorada, sin cambios en el riego.	5.753,0	15.732,0
	c) Riego y tecnología mejorados	10.600,8	20.020,8
Cultivos permanentes	Tecnología mejorada	34.094,6	43.141,7
<u>Mataquito Bajo</u>			
Cultivos anuales	Tecnología mejorada	2.023,7	3.684,7
Cultivos permanentes	Tecnología mejorada	160,4	149,3
<u>Culénar</u>			
Cultivos anuales	a) Nuevo riego	971,8	2.129,3
	b) Nuevo riego y tecnología mejorada	1.401,9	2.797,5
Cultivos permanentes	Tecnología mejorada	845,1	841,4
<u>Peralillo</u>			
Cultivos anuales	a) Nuevo riego	424,8	997,4
	b) Nuevo riego y tecnología mejorada	659,9	1.263,2
Cultivos permanentes	Tecnología mejorada	103,4	102,9

(1) Período de pleno desarrollo.

Al comparar los beneficios generados en Mataquito Alto por las diferentes alternativas de desarrollo, se observa que la introducción de tecnología produce beneficios mayores que el mejoramiento del riego; sin embargo, requiere también una inversión más elevada. Es preciso destacar que el incremento de los beneficios en los cultivos permanentes, aparentemente elevado, corresponde a la etapa de plena producción y que expresado en valor presente, es menor que el incremento en cultivos anuales.

En Mataquito Bajo los beneficios provienen de un mejoramiento tecnológico y se estima que su incremento por unidad de superficie, es mayor que en Mataquito Alto. Los cultivos permanentes ocupan una superficie pequeña, debido a lo cual, su contribución al incremento de los beneficios es insignificante.

En Culenar y Peralillo se obtienen incrementos de beneficio considerables por tratarse de áreas de secano de baja producción que se incorporan a la agricultura de riego.

15.3 ANALISIS FINANCIERO Y SOCIAL.

El cuadro 15.6 contiene un resumen del análisis financiero y social de las diferentes alternativas de desarrollo propuestas. Este análisis se sometió a pruebas de sensibilidad que consideraron una variación de $\pm 20\%$ en los costos de capital e ingresos netos; de acuerdo a los resultados puede afirmarse que si los costos aumentaran en un 20% y los beneficios disminuyeran en forma simultánea en igual proporción, las conclusiones obtenidas no se modificarían mayormente.

CUADRO 15.6.- Resumen del análisis financiero y social, a precios de 1985.

Proyecto	Desarrollo Propuesto	Análisis financiero		Análisis Social	
		Valor presente(1) (miles US\$)	Tasa interna retorno (%)	Valor presente(2) (miles US\$)	Tasa interna retorno (%)
<u>Mataquito Alto</u>					
Cultivos anuales	1. Riego mejorado sin cambios en la tecnología	2.588,1	40	9.622,8	100
	2. Tecnología mejorada, sin cambios en el riego	6.242,3	28	15.243,5	43
	3. Riego y tecnología mejorada	5.622,1	22	20.100,8	35
Cultivos permanentes	Tecnología mejorada	10.878,0	22	12.412,0	23
<u>Mataquito Bajo</u>					
Cultivos anuales	Tecnología mejorada	920,5	22	2.857,0	34
Cultivos permanentes	Tecnología mejorada	22,7	18	0,5	17
<u>Culenar</u>					
Cultivos anuales	1. Nuevo riego	-3.310,0	6	-1.388,8	14
	2. Nuevo riego y tecnología mejorada	-3.242,2	7	-1.194,3	15
Cultivos permanentes	Tecnología mejorada	158,7	19	84,4	19
<u>Peralillo</u>					
Cultivos anuales	1. Nuevo riego	-780,3	10	551,3	21
	2. Nuevo riego y tecnología mejorada	-731,0	11	793,0	22
Cultivos permanentes	Tecnología mejorada	10,8	17	-2,2	17

(1) Tasa de descuento 16 %

(2) Tasa de descuento 17 %

En Mataquito Alto, la construcción de embalses de noche para mejorar el suministro de riego genera una elevada tasa de retorno en términos financieros (40 %). En términos sociales, su ingreso neto expresado en valor presente sobrepasa los 9,6 millones de dólares, con una tasa interna de retorno que excede el 100 %. Esta alternativa de desarrollo es por lo tanto, viable desde el punto de vista del agricultor y del país.

La introducción de tecnología mejorada en Mataquito Alto es también viable, pero a causa de su largo período de implementación, las tasas de retorno sobrepasan levemente el costo del capital. Como su valor presente es más elevado que el correspondiente al mejoramiento de riego, es esta última alternativa la que parece más rentable, pero, por la dificultad de determinar el ritmo de crecimiento de sus beneficios y por las fuertes inversiones privadas indispensables a nivel predial, esta afirmación no puede mantenerse con certeza absoluta.

El hecho de combinar un mejoramiento en el suministro de riego y un mejor nivel tecnológico, se traduce en la más alta rentabilidad a precios sociales. No sucede lo mismo a precios privados puesto que las inversiones en ingeniería se acumulan al comienzo del período de desembolso.

En Mataquito Bajo, el mejoramiento tecnológico produce los mayores beneficios en el rubro cultivos anuales. En cultivos permanentes, su efecto se traduce en tasas de retorno prácticamente equivalentes al costo del capital.

Si se toman en cuenta los costos de capital adoptados para este estudio, el proyecto de nuevo riego de Culenar genera ingresos negativos. A su vez, el proyecto Peralillo sólo tiene ingresos netos positivos a precios sociales, por lo cual se considera viable solamente desde el punto de vista nacional.

APENDICE

ESTUDIO INTEGRAL DE RIEGO DE LA CUENCA DEL RIO MATAQUITO.

Nivel de Prefactibilidad

TERMINOS DE REFERENCIA.

OBJETIVOS Y ALCANCE.

El estudio a que se refiere los presentes términos de referencia, tiene por objeto analizar el desarrollo integral de la zona determinada principalmente por la cuenca del río Mataquito. El nivel de prefactibilidad define este desarrollo considerando la cuenca como una sola unidad de producción (sin detallar predios tipo).

El consultor deberá cuantificar los recursos disponibles de agua. Estudiar las demandas actuales y futuras, tanto para riego y agua potable, como uso industrial, minero, energía hidroeléctrica, recreación, etc. Deberá proponer las obras necesarias para su mejor aprovechamiento y establecer un balance de déficit y sobrantes del recurso a nivel de la zona, como asimismo efectuar una evaluación económica preliminar del desarrollo de ella.

Este estudio zonal deberá servir de base para otro estudio que considerará el área del río Maule al río Rapel en forma integral y donde se analizará la posibilidad de traslado de agua entre las zonas que forman el total del área.

1. GENERALIDADES.

Se incluirá una ubicación geográfica del área estudiada, considerando su división política y administrativa, así como también su ubicación respecto a los principales centros de consumo, servicios, abastecimiento y comercio exterior.

2. RECURSOS.

2.1 CLIMA.

2.1.1 Descripción General.

Se analizará la información básica existente con el fin de determinar una definición general y agronómica del clima.

2.1.2 Descripción particular.

Se incluirán estadísticas sobre temperaturas, precipitaciones, humedad relativa, etc.... para los períodos más prolongados para los cuales exista información.

Podrá incluirse como apéndice los estudios que se hagan al respecto. Los antecedentes básicos se obtendrán preferentemente en la Dirección Meteorológica de Chile.

2.2 SUELOS.

2.2.1 Descripción General.

Debe considerarse el origen de los suelos, series de suelos y superficies geográficas, agrícola, arable y de riego.

2.2.2 Capacidad de uso y Clases de riego.

Se describirá también la aptitud de los suelos para la producción y adaptabilidad al riego, dando especial importancia al uso actual referido al riego.

El análisis de este recurso deberá tener como base los estudios del Proyecto Aerofotogramétrico revisado y corregido con estudio en terreno a escala 1:100.000 y en el caso que lo hubiere a escalas menores efectuadas por el Departamento Agrológico del S. A. G., deberá utilizarse este último.

2.2.3 Tenencia y estructura de la propiedad.

Deberá describirse los tipos de tenencia actual y los planes de parcelación de C. O. R. A.

2.2.4 Producción Agropecuaria.

Se describirán las plantaciones y las rotaciones de cultivos predominantes en la zona, las explotaciones pecuarias, los niveles de producción, las rentabilidades y costos por rubro, considerando el nivel tecnológico actual.

2.3 AGUA.

2.3.1 Disponibilidad de agua superficial.

Se deberá efectuar un estudio probabilístico de los recursos disponibles en los cauces normales principales y, dentro de estos, en los lugares donde se estime que podrían ser captados para su utilización.

Los recursos deberán evaluarse en un grado tal que se pueda determinar su variación mensual.

La Dirección General de Aguas proporcionará al Consultor las estadísticas oficiales de las estaciones fluviométricas que ella controla en la zona en estudio.

El resto de los antecedentes que el Consultor requiera para sus estudios, deberá obtenerlos de diferentes instituciones como ENDESA, SAG, U. DE CHILE, DOS, D.R. etc.

2.3.2 Evaluación de Aguas Subterráneas.

Se recopilarán y revisarán todos los estudios existentes sobre hidrogeología de los valles y existencia de recursos de agua subterránea en sus distintas secciones. Deberán complementarse estos estudios con las últimas informaciones disponibles y deberán sacarse conclusiones tanto sobre las características de los acuíferos como referentes a sus posibilidades de explotación según zonas de los valles. Deberá considerarse la utilización de los embalses subterráneos a objeto de complementar los recursos superficiales.

2.3.3 Recuperaciones de agua de riego, subterránea y urbana.

En base a los antecedentes existentes de aforos en los ríos, deberán realizarse estudios de recuperaciones en el lecho de los cauces principales. Se consulta obtener conclusiones sobre los mecanismos que determinan estas recuperaciones y la forma en que ellos se verían modificados si se alteran las prácticas actuales en el uso de agua de riego y agua potable, o bien si se construyen algunas obras de cierta envergadura.

2.3.4 Recarga artificial de acuíferos subterráneos.

Dado el papel importante que podrán desempeñar los recursos de agua subterránea en las zonas, para el abastecimiento de diferentes tipos de necesidades, se consulta analizar las posibilidades de efectuar una recarga artificial de los acuíferos en diferentes áreas de la zona.

En caso de encontrarse condiciones favorables para estas recargas deberán delimitarse estas áreas.

2.3.5 Disponibilidades en lagunas naturales.

En la cordillera existen lagunas naturales con una significativa capacidad de regulación pero con reducida alimentación. Se consulta el estudio de la factibilidad de aprovechamiento de los volúmenes acumulados en dichas lagunas para incrementar los recursos disponibles .

2.3.6 Caudales no controlados.

Dentro de la zona en estudio existen hoyas intermedias o subcuencas, que por diversos motivos no tienen mediciones periódicas, o aún más, no existe ningún tipo de datos de aforos o de mediciones de ninguna especie. Es posible que, dado el desarrollo que se piensa dar a la zona, sea necesario evaluar los recursos superficiales con que cuentan. Para esto se requiere, ya sea por comparación con sub-cuencas similares o determinando leyes de escorrentías para el lugar, calcular probabilísticamente cuales son los caudales superficiales susceptibles de ser utilizados.

2.3.7 Calidad.

Deberá recopilarse todos los antecedentes que existan sobre calidad química, física y sanitaria de las fuentes de agua superficial, subterránea y provenientes de efluentes urbanos, industriales y mineros, su variación en el tiempo y sus limitaciones de uso para fines específicos de acuerdo a normas nacionales e internacionales.

Se analizarán las contaminaciones provocadas por los usuarios actuales y futuros y las medidas que deben adoptarse para reutilizar los efluentes.

En caso que no existan análisis de agua, el consultor deberá efectuar a lo menos dos series en diferente época del año.

2.3.8 Recursos totales.

Calculados los recursos superficiales disponibles, los recursos subterráneos aprovechables, los mecanismos de recuperaciones de los ríos, la probabilidad de recargas subterráneas en diferentes áreas, etc., deberá el consultor emitir un informe en el cual se establezcan todas las disponibilidades de agua en cantidad y calidad, unidas a la ubicación geográfica donde pueden ser utilizadas.

2.3.9 Derechos de agua.

Deberán recopilarse los antecedentes existentes sobre uso actual del agua (derechos, acciones o partes de río), para todos los canales en bocatoma, junto con el área efectiva que cada uno de ellos sirve.

De lo anterior se desprende la situación actual en que se encuentran las distintas áreas de riego de la zona, en relación a los derechos de agua con que cuentan. Deberán individualizarse y cuantificarse las áreas bien y mal dotadas de agua.

2.3.10 Tasas de riego actuales.

Considerando los puntos anteriores, se estimarán las tasas de riego actuales, a nivel de potrero, canales y áreas; se determinará también la demanda actual de agua de riego en la zona.

2.3.11 Agua Potable, Industrial y Minera.

Se considerará la dotación y la demanda actual de los centros urbanos (variación diaria y estacional), industriales, minero, hidroeléctricos y de usos varios (recreación, protección ecológica, etc.).

2.4 POBLACION RURAL Y URBANA.

Se hará una evaluación del recurso humano, actual y futuro, considerándolo un factor básico en el desarrollo de la zona.

2.5 INFRAESTRUCTURA.

Será necesario estimar, valorar y evaluar la infraestructura agrícola del área, presentando los resultados en la clasificación más utilizada en el país.

3. DESARROLLO DE LOS RECURSOS.

3.1 DESARROLLO DEL RECURSO SUELO.

3.1.1 Cultivos y Plantaciones propuestas.

Se seleccionarán las alternativas más convenientes de producción según rentabilidad y criterios de con-

servación de los recursos. Se analizarán los rendimientos, volúmenes de producción, precios medios, valor de la producción y costos.

3.1.2 Ganadería.

Deberán proponerse los tipos de explotación ganadera más adecuados a la zona, analizando los volúmenes y costos de producción, con el fin de determinar el valor neto de la producción pecuaria.

La producción se analizará comparando los actuales rendimientos, con los que se proponen en el estudio y los costos de producción considerarán también los mejoramientos introducidos.

3.1.3 Puesta en riego y tecnificación.

Se entenderá este concepto como las inversiones y servicios destinados a crear y/o mejorar los sistemas de riego a nivel predial. Para esto se describirán y analizarán los costos de prácticas como desmonte, destronque, nivelación, emparejamiento, canales, desagües, cercos, estructuras de control, etc.

Se incluirá en el análisis una definición de cada práctica.

3.2 DESARROLLO DEL RECURSO AGUA.

3.2.1 Demanda de agua potable y alcantarillado.

Se estimarán las necesidades de agua potable de los diferentes centros urbanos, de acuerdo a la proyección poblacional efectuada anteriormente. Se determinará la demanda urbana total de la zona.

3.2.2 Demanda de riego.

Una vez determinada la estructura tentativa de cultivos, praderas y plantaciones, así como las superficies propuestas por rubro, se determinarán las tasas de riego por cultivo y por rotación de cultivos, utilizando ecuaciones empíricas y eficiencias compatibles con el nivel tecnológico propuesto en el punto 3.1.3. De acuerdo a estas tasas se determinará la demanda total de agua para el regadío.

3.2.3 Demanda industrial y minera.

Se estimarán las necesidades futuras para uso industrial y minero, de acuerdo al crecimiento esperado de ambas actividades. También se estudiarán las necesidades hidroeléctricas, en base a antecedentes existentes.

3.2.4 Otras demandas.

Se determinarán las demandas para usos varios, como recreación, protección de los sistemas ecológicos, etc.

4. IDENTIFICACION DE LAS OBRAS.

4.1 CANALES Y OBRAS DE REGULACION.

Del análisis efectuado sobre la infraestructura existente, y de las necesidades futuras de agua, se deberá desprender la conveniencia de contar con nuevas obras o de modificar las actuales para obtener el mejor aprovechamiento del recurso de agua disponible.

El consultor deberá individualizar dichas obras, efectuando anteproyectos preliminares de las mismas.

Cada anteproyecto preliminar deberá tener una profundidad tal que permita obtener curvas de capacidad de embalse y curvas de volúmenes de muro, para fijar órdenes de magnitudes de volúmenes embalsables, capacidad de obras, factibilidad física y costos estimativos de ellas.

4.2 CAPTACIONES SUBTERRANEAS.

Cuando los estudios realizados indiquen la conveniencia de utilizar el recurso de agua subterránea, el consultor deberá individualizar las obras necesarias para su captación. El nivel de los anteproyectos será igual al indicado para los puntos anteriores.

4.3 OBRAS DE DRENAJE.

En aquellas áreas con problemas actuales de drenaje y en aquellas en que los desarrollos de riego propuestos, puedan provocar problemas de drenaje, deberán ser analizados y estudiadas las obras necesarias para resolver estas deficiencias. Las obras que se propongan deberán tener el mismo grado de profundidad que el indicado en párrafos anteriores.

5. POSIBILIDADES DE TRASVASES.

El consultor deberá estudiar los trasvases que estime conveniente dentro de la zona en estudio. Para este efecto deberá realizar un análisis de recursos y demandas zonales, identificando los puntos de recepción y entrega del recurso desde y hacia las hoyas adyacentes. Las obras requeridas para efectuar estos trasvases, deberán tener el mismo nivel de profundidad que el indicado en los puntos anteriores.

6. OPERACION DE LOS SISTEMAS.

Se consulta la preparación de un modelo de simulación que permita reproducir las condiciones actuales y futuras en la operación de los recursos de agua, debiendo incluir alternativamente las diferentes obras propuestas para mejorar el aprovechamiento del recurso de agua, determinar las condiciones de operación del sistema hidráulico,

incluyendo análisis de las superficies de riego por secciones, seguridad en los abastecimientos de agua potable, regadío, industriales, mineros, etc. montos de fallas, existencia o falta de recursos para alimentar cuencas vecinas, etc.

El modelo de simulación que se utilice deberá ser concordante con otros modelos que se usen en zonas vecinas (programados por otros Consultores) para permitir una operación posterior combinada.

El modelo de simulación referido, deberá permitir evaluar, desde el punto de vista de la seguridad del sistema y de la mejor atención de las diferentes necesidades de agua, las ventajas de una explotación conjunta de los recursos de agua superficiales y subterráneas. Se incluye aquí una especial consideración para el aprovechamiento del volumen de embalse subterráneo, en el sentido de permitir, mediante explotación adecuada, complementar los recursos superficiales.

7. COSTOS E INVERSIONES.

7.1 COSTOS GLOBALES.

Se hará una estimación en US. dólares de los costos globales de todas las obras y medidas alternativas propuestas para el mejor aprovechamiento de los recursos de agua, incluyendo costos aproximados de maquinaria y mano de obra.

7.2 PLAN DE INVERSIONES.

Se presentará un plan tentativo de inversiones en US. dólares.

8. EVALUACION INTEGRAL DEL ESTUDIO.

8.1 INCREMENTOS EN PRODUCCION Y PRODUCTIVIDAD AGRICOLA.

Se analizará el incremento en el valor de la producción debido a las diferentes alternativas de desarrollo agropecuario y obras propuestas.

8.2 EFECTOS SOBRE LOS NIVELES DE OCUPACION.

8.3 APORTES AL PRODUCTO INTERNO BRUTO.

8.4 EFECTOS SOBRE EL COMERCIO EXTERIOR.

8.5 RENTABILIDAD DE LAS DIFERENTES ALTERNATIVAS DE PROYECTOS.

La rentabilidad deberá medirse a través de indicadores económicos simples, vale decir, la tasa interna de retorno y la relación beneficio-costos, cuantificándolas a precios de mercado, de manera de identificar preliminarmente el orden de prelación de las diferentes alternativas de desarrollo.

9. PRIORIDAD DE DESARROLLO.

Como resultado final del estudio de todas las alternativas procesadas con el modelo, el consultor deberá proponer el esquema de desarrollo que considere más adecuado, determinando prioridades. Para este esquema, deberá establecer excedentes o déficit actuales y futuros en el abastecimiento de agua en la zona.