REPUBLICA DE CHILE
COMISION NACIONAL DE RIEGO

ESTUDIO INTEGRAL DE RIEGO
PROYECTO CHOAPA

6. OBRAS MATRICES PARA RIEGO
6.2 ANTEPROYECTO DE LAS OBRAS EXTRAPREDIALES
6.2.4 DISEÑOS DE ANTEPROYECTOS
6.2.5 OTROS USOS DEL AGUA
6.3 PRESUPUESTOS DE INVERSION
6.4 PROGRAMACION DE LAS OBRAS
6.5 IMPACTO AMBIENTAL
7. BALANCE HIDRICO

VOLUMEN 6/8

INGENDESA
EMPRESA DE INGENIERIA INGENDESA S. A.

JUNIO 1995

PROYECTO CHOAPA - IV REGION

ESTUDIO INTEGRAL DE RIEGO

CONTENIDO DE LOS VOLUMENES DEL ESTUDIO REALIZADO

A. INFORME EJECUTIVO

B. INFORME FINAL

VOLUMEN 1/8

RESUMEN DEL ESTUDIO REALIZADO

VOLUMEN 2/8

1. CARACTERISTICAS GENERALES DEL AREA DE ESTUDIO
2. RECOPILACION Y ANALISIS CRITICO DE LOS ANTECEDENTES EXISTENTES SOBRE RECURSOS NATURALES BASICOS
3. DIAGNOSTICO DE LA SITUACION ACTUAL

VOLUMEN 3/8

4. DESARROLLO AGROPECUARIO
5. DESARROLLO DEL RIEGO

VOLUMEN 4/8

6. OBRAS MATRICES PARA RIEGO

6.1 ESTUDIO DE IDENTIFICACION Y RECONOCIMIENTOS DE POSIBILIDADES

6.2 ANTEPROYECTO DE LAS OBRAS EXTRAPREDIALES

6.2.1 ASPECTOS TOPOGRAFICOS

6.2.2 ASPECTOS GEOTECNICOS

VOLUMEN 5/8

6. OBRAS MATRICES PARA RIEGO
6.2 ANTEPROYECTO DE LAS OBRAS EXTRAPREDIALES
6.2.3 ESTUDIOS HIDROLOGICOS

VOLUMEN 6/8

6. OBRAS MATRICES PARA RIEGO
6.2 ANTEPROYECTO DE LAS OBRAS EXTRAPREDIALES
6.2.4 DISEÑO DE ANTEPROYECTOS
6.2.5 OTROS USOS DEL AGUA
6.3 PRESUPUESTOS INVERSION Y OPERACION
6.4 PROGRAMACION DE LAS OBRAS
6.5 IMPACTO AMBIENTAL
7. BALANCE HIDRICO

VOLUMEN 7/8

8. ANALISIS ECONOMICO Y FINANCIERO
9. EVALUACION ECONOMICA DEL PROYECTO
10. ASPECTOS LEGALES
11. CONCLUSIONES

VOLUMEN 8/8

ALBUM DE PLANOS

PROYECTO CHOAPA - IV REGION

ESTUDIO INTEGRAL DE RIEGO

I N D I C E

PAGINA

6. OBRAS MATRICES PARA EL RIEGO

6.2 ANTEPROYECTO DE LAS OBRAS EXTRAPREDIALES

6.2.4 DISEÑOS DE ANTEPROYECTOS

1.	**GENERALIDADES**	6.2.4-1
2.	**SISTEMA DE RIEGO "A"**	6.2.4-2
2.1	EMBALSE CANELILLO	6.2.4-6
2.1.1	**Introducción**	6.2.4-6
2.1.2	**Antecedentes Generales**	6.2.4-6
2.1.2.1	Antecedentes Topográficos	6.2.4-6
2.1.2.2	Antecedentes Hidrológicos	6.2.4-6
2.1.2.3	Antecedentes Geotécnicos	6.2.4-6
2.1.3	**Determinación de la altura de presa**	6.2.4-7
2.1.4	**Definición del tipo de muro**	6.2.4-9
2.1.5	**Diseño de Prefactibilidad de las obras del embalse**	6.2.4-9
2.2	EMBALSE CORRALES	6.2.4-10
2.2.1	**Introducción**	6.2.4-10

2.2.2	**Antecedentes Generales**	6.2.4-10
2.2.2.1	Antecedente Topográficos	6.2.4-10
2.2.2.2	Antecedentes Hidrológicos	6.2.4-10
2.2.2.3	Antecedentes Geotécnicos	6.2.4-11
2.2.3	**Determinación de la altura de la presa**	6.2.4-12
2.2.4	**Definición del tipo de muro**	6.2.4-13
2.2.5	**Diseño de Prefactibilidad de las obras del embalse**	6.2.4-13
2.3	CANAL ALIMENTADOR CORRALES	6.2.4-14
2.4	CANAL MATRIZ CORRALES	6.2.4-15
2.5	CANAL CHOAPA	6.2.4-16
2.5.1	**Canal Choapa 1ª Sección**	6.2.4-16
2.5.2	**Canal Choapa - Illapel**	6.2.4-18
2.5.3	**Canal Choapa 2ª Sección**	6.2.4-18
2.6	CANAL CANELILLO	6.2.4-19
2.7	CANAL COSTERO NORTE	6.2.4-20
2.8	CANAL COSTERO SUR	6.2.4-20
2.9	PROYECTO DE BOMBEO DESDE CANALES	6.2.4-21
2.9.1	**Introducción**	6.2.4-21
2.9.2	**Metodología para definir el proyecto de bombeo**	6.2.4-21
2.9.3	**Resultados**	6.2.4-23
2.10	PROYECTO DE BOMBEO DESDE LOS ACUIFEROS	6.2.4-25

2.10.1	**Introducción**	6.2.4-25
2.10.2	**Características y distribución de pozos tipo**	6.2.4-27
2.10.3	**Volúmenes a Bombear en los Sistemas de Riego A y B**	6.2.4-27
2.10.4	**Determinación de la Cantidad de Pozos por Sector**	6.2.4-28
2.10.5	**Programa de Construcción de Pozos**	6.2.4-29
2.11	PROYECTO DE DRENAJE	6.2.4-29
3.	**SISTEMA DE RIEGO "B"**	6.2.4-30
3.1	EMBALSE CERRILLOS	6.2.4-33
3.1.1	**Introducción**	6.2.4-33
3.1.2	**Antecedentes Generales**	6.2.4-33
3.1.2.1	Antecedentes Topográficos	6.2.4-33
3.1.2.2	Antecedentes Hidrológicos	6.2.4-33
3.1.2.3	Antecedentes Geofísicos	6.2.4-34
3.1.3	**Determinación de la altura de la presa**	6.2.4-34
3.1.4	**Definición del tipo de muro**	6.2.4-36
3.1.5	**Diseño de prefactibilidad de las obras de embalse**	6.2.4-37
3.2	EMBALSE CORRALES	6.2.4-38
3.2.1	**Introducción**	6.2.4-38
3.2.2	**Antecedentes Generales**	6.2.4-38
3.2.3	**Determinación de la altura de la presa**	6.2.4-38

3.2.4 Definición del tipo de muro 6.2.4-39

3.2.5 Diseño de Prefactibilidad de las obras del embalse 6.2.4-39

3.3 CANAL ALIMENTADOR CORRALES 6.2.4-40

3.4 CANAL MATRIZ CORRALES 6.2.4-40

3.5 CANAL CHOAPA 6.2.4-40

3.5.1 Canal Choapa 1ª Sección 6.2.4-41

3.5.2 Canal Choapa Illapel 6.2.4-41

3.5.3 Canal Choapa 2ª Sección 6.2.4-41

3.6 CANAL MINCHA 6.2.4-42

3.7 CANAL COSTERO NORTE 6.2.4-42

3.8 CANAL COSTERO SUR 6.2.4-43

3.9 PROYECTO DE BOMBEO DESDE EL EMBALSE CERRILLOS 6.2.4-43

3.9.1 Introducción 6.2.4-43

3.9.2 Definición del Proyecto de Bombeo 6.2.4-43

3.10 PROYECTO DE BOMBEO DESDE LOS ACUIFEROS 6.2.4-43

3.11 PROYECTO DE DRENAJE 6.2.4-44

4. SUBSISTEMA CANELA 6.2.4-44

4.1 INTRODUCCION 6.2.4-44

4.2 HIPOTESIS BASICAS PARA DEFINIR EL RIEGO EN EL SUB-SISTEMA CANELA 6.2.4-45

6.2.5 OTROS USOS DE LAS OBRAS

1.	**INTRODUCCION**	6.2.5-1
2.	**CENTRAL HIDROELECTRICA CANELILLO**	6.2.5-1
2.1	GENERALIDADES	6.2.5-1
2.2	LIMITACIONES DE LA OPERACION	6.2.5-1
2.3	DIMENSIONAMIENTO Y DISPOSICION GENERAL	6.2.5-2
2.4	CONCLUSIONES	6.2.5-3

6.3 PRESUPUESTOS DE INVERSION Y OPERACION

1.	**BASES GENERALES CONSIDERADAS PARA LOS PRESUPUESTOS**	6.3-1
1.1	PRESUPUESTOS DE INVERSION	6.3-1
1.2	COSTOS DE OPERACION Y MANTENCION	6.3-2
1.3	PRESUPUESTOS DE OBRAS CIVILES, SUMINISTRO DE EQUIPOS Y MONTAJE	6.3-2
1.3.1	**Sistema de Riego A**	6.3-2
1.3.1.1	Embalses	6.3-2
1.3.1.2	Canales	6.3-9
1.3.1.3	Proyecto de Bombeo desde Canales	6.3-15
1.3.1.4	Bombeo desde los acuíferos	6.3-16
1.3.1.5	Sistemas de Drenaje	6.3-17
1.3.2	**Sistema de Riego B**	6.3-18

1.3.2.1	Embalses	6.3-18
1.3.2.2	Canales	6.3-24
1.3.2.3	Proyecto de Bombeo desde el embalse	6.3-29
1.3.2.4	Proyecto de Bombeo desde los Acuíferos	6.3-29
1.3.2.5	Proyecto de Drenaje	6.3-29
1.4	PRESUPUESTO DE ADQUISICION DE TERRENOS, DERECHOS, SERVIDUMBRES E INTERFERENCIAS	6.3-29
1.4.1	**Metodología empleada**	6.3-29
1.4.2	**Sistema de Riego A**	6.3-31
1.4.3	**Sistema de Riego B**	6.3-33

ANEXO 6.3-1 **PRESUPUESTOS DE INVERSION, OPERACION Y MANTENCION DEL BOMBEO DESDE LOS ACUIFEROS. SISTEMAS DE RIEGO A Y B.**

ANEXO 6.3-2 **PRESUPUESTOS DE INVERSION, OPERACION Y MANTENCION DEL DRENAJE. SISTEMAS DE RIEGO A Y B.**

6.4 PROGRAMACION DE LAS OBRAS 6.4-1

6.5 IMPACTO AMBIENTAL

1. INTRODUCCION 6.5-1

1.1 ALCANCES DE LA EVALUACION DE IMPACTO AMBIENTAL 6.5-1

1.2 OBJETIVOS Y JUSTIFICACION DEL PROYECTO 6.5-1

1.2.1 Objetivos del estudio ambiental 6.5-1

1.2.2 Justificación del proyecto 6.5-2

2. DESCRIPCION DEL PROYECTO 6.5-3

2.1 RESUMEN EJECUTIVO DEL PROYECTO 6.5-3

2.2 DESCRIPCION GENERAL DEL PROYECTO Y DATOS PRINCIPALES 6.5-4

2.3 ENVERGADURA DEL PROYECTO 6.5-5

2.4 ANALISIS DE ALTERNATIVAS DE LOCALIZACION DE LOS SISTEMAS DE RIEGO 6.5-7

2.4.1 Sistema de Riego A 6.5-7

2.4.2 Sistema de Riego B 6.5-8

2.4.3 Subsistema Canela 6.5-10

2.5 DOCUMENTOS DEL PROYECTO USADOS PARA LA EIA 6.5-11

2.6 ELEMENTOS DEL PROYECTO 6.5-11

2.6.1 Embalses 6.5-11

2.6.1.1 Análisis individual de las posibilidades preseleccionadas 6.5-15

2.6.2 Acuíferos Existentes 6.5-29

2.6.3 Obras de Drenaje 6.5-30

2.6.3.1 Identificación de las zonas con problemas de drenaje 6.5-30

2.6.3.2	Diseño de obras de drenaje	6.5-33
2.6.4	**Canales Matrices y Sifones**	6.5-34
2.6.4.1	Análisis de mejoramiento de la infraestructura de riego existente Aspectos generales.	6.5-34
2.6.4.2	Mejoramiento de Canales Matrices	6.5-37
2.6.4.3	Obras complementarias al sistema de riego existente. Acueductos alimentadores de embalses y nuevos canales matrices.	6.5-41
2.6.5	**Caminos de acceso**	6.5-44
2.6.5.1	Embalse Canelillo	6.5-44
2.6.5.2	Embalse Cerrillos	6.5-45
2.6.5.3	Embalse Corrales	6.5-45
2.6.6	**Otros usos de las Obras**	6.5-45
2.6.6.1	Central Canelillo	6.5-45
2.7	MARCO DE REFERENCIA LEGAL Y ADMINISTRATIVO	6.5-46
2.7.1	**Marco general para proyectos de regadío**	6.5-46
2.7.2	**Norma chilena oficial N° 1333, requisitos de calidad de agua para diferentes usos (incluye regadío)**	6.5-47
2.7.3	**Ley de bases del medio ambiente (ley 19.300)**	6.5-47
2.7.4	**Otras normativas**	6.5-49
2.7.5	**Flora y Fauna**	6.5-54

2.7.6 Tratados sobre medio ambiente suscritos por Chile 6.5-56

2.8 TIPOS DE INSUMOS Y DESECHOS 6.5-56

2.8.1 Insumos 6.5-56

2.8.2 Desechos 6.5-62

3. LINEA DE BASE 6.5-62

3.1 USO DEL SUELO 6.5-62

3.2 RECURSOS BIOTICOS 6.5-65

3.2.1 Flora y Vegetación Terrestre 6.5-65

3.2.1.1 Flora nativa arbórea y arbustiva catalogada en algún estado de conservación. 6.5-66

3.2.1.2 Vegetación 6.5-66

3.2.1.3 Canal costero sur 6.5-71

3.2.1.4 Canal costero norte. 6.5-72

3.2.1.5 Sifón Canela 6.5-73

3.2.1.6 Sifón Mincha. 6.5-73

3.2.1.7 Sifón Choapa-Atelcura Alto 6.5-74

3.2.1.8 Sifón Choapa-Atelcura Bajo 6.5-74

3.2.1.9 Sector Illapel-Estero Carén 6.5-74

3.2.1.10 Trayecto Illapel-Salamanca-Estero Quelén 6.5-76

3.2.1.11 Sifón Quelén y túnel alimentador del embalse Corrales 6.5-77

3.2.1.12 Bocatoma del canal Corrales, en el Río Choapa. 6.5-77

3.2.1.13	Embalse Corrales	6.5-77
3.2.1.14	Embalse Cerrillos	6.5-79
3.2.1.15	Embalse Canelillo	6.5-80
3.2.2	**Fauna terrestre**	6.5-81
3.2.3	**Flora y Fauna Acuática**	6.5-98
3.2.3.1	Calidad físico química del agua	6.5-98
3.2.3.2	Flora acuática	6.5-100
3.2.3.3	Fauna acuática	6.5-102
3.3	MEDIO RECEPTOR	6.5-111
3.4	SITIOS DE VALOR HISTORICO-CULTURAL	6.5-119
3.4.1	**Antecedentes bibliográficos**	6.5-120
3.4.1.1	Area costera	6.5-120
3.4.1.2	Area intermedia	6.5-123
3.4.1.3	Area interior	6.5-126
3.4.1.4	Otros sectores del valle	6.5-127
3.4.2	**Inspección preliminar del patrimonio**	6.5-127
3.4.2.1	Canal Costero Sur	6.5-128
3.4.2.2	Sifón La Canela	6.5-128
3.4.2.3	Sectores Quebrada Atelcura	6.5-128
3.4.2.4	Sector Illapel	6.5-129
3.4.2.5	Sector Illapel- Carén	6.5-129
3.4.2.6	Sector Embalse Corrales	6.5-129
3.4.2.7	Sector Embalse Cerrillos	6.5-130

3.4.2.8 Sector Embalse Canelillo 6.5-130

3.4.3 Conclusiones y recomendaciones del reconocimiento arqueológico 6.5-130

3.5 CARACTERISTICAS DE LA POBLACION Y ACTIVIDADES 6.5-131

3.5.1 Indicadores demográficos 6.5-131

3.5.2 Indicadores educacionales 6.5-135

3.5.3 Indicadores de vivienda 6.5-138

3.5.4 Indicadores de Empleo 6.5-139

3.5.5 Ingresos, Pobreza e Indigencia 6.5-141

3.5.6 Tenencia de la tierra tamaño y superficie actual de los predios 6.5-143

3.6 AREAS DE RIESGO 6.5-145

4. DESCRIPCION DE LOS CRITERIOS AMBIENTALES 6.5-147

5. IDENTIFICACIÓN, ANALISIS Y VALORIZACION DE LOS IMPACTOS 6.5-147

5.1 IMPACTOS NEGATIVOS 6.5-147

5.1.1 Impactos negativos sobre el medio físico 6.5-147

5.1.2 Impactos negativos sobre el medio biológico 6.5-149

5.1.2.1 Impactos negativos sobre la flora terrestre 6.5-149

5.1.2.2 Impactos negativos sobre la fauna terrestre 6.5-150

5.1.2.3 Impactos negativos sobre la flora y fauna acuática 6.5-152

5.1.3 Impactos negativos sobre el medio socio-económico 6.5-154

5.2 IMPACTOS POSITIVOS 6.5-157

5.2.1 Impactos positivos sobre el medio físico 6.5-157

5.2.2 Impactos positivos sobre el medio biológico 6.5-158

5.2.2.1 Impactos positivos sobre la flora terrestre 6.5-158

5.2.2.2 Impactos positivos sobre la fauna terrestre 6.5-158

5.2.2.3 Impactos positivos sobre la flora y fauna acuática 6.5-159

5.2.3 Impactos positivos sobre el medio socio-económico 6.5-159

5.3 MATRIZ DE IMPACTOS 6.5-161

5.3.1 Matriz de impactos sobre el medio físico 6.5-161

5.3.2 Matriz de impactos sobre el medio biótico 6.5-163

5.3.2.1 Matriz de impactos sobre la vegetación y la flora terrestre 6.5-163

5.3.2.2 Matriz de impactos sobre la fauna terrestre 6.5-165

5.3.2.3 Matriz de impactos sobre la flora y fauna acuática 6.5-166

5.3.3 Matriz de impactos sobre el medio socio-económico 6.5-167

5.3.4 Calificación, ponderación ambiental y comparación de alternativas 6.5-168

5.3.4.1 Calificación 6.5-168

5.3.4.2 Ponderación 6.5-173

5.3.4.3 Comparación ambiental de alternativas 6.5-179

6. IDENTIFICACIÓN Y EVALUACION DE ACCIONES 6.5-180

6.1 PLAN DE MITIGACION DE IMPACTOS 6.5-180

6.1.1.2 Medio biológico 6.5-182

6.1.1.3 Medio Socio-económico 6.5-185

6.1.2 Acciones para mitigar los impactos negativos permanentes 6.5-185

6.1.2.1 Acciones relativas al medio físico 6.5-185

6.1.2.2 Acciones relativas al medio biológico 6.5-186

6.1.2.3 Acciones relativas al medio socio-económico 6.5-186

6.2 PLAN DE PREVENCION DE RIESGOS 6.5-187

6.3 PLAN DE CONTINGENCIAS 6.5-187

6.4 PLAN DE MEDIDAS COMPENSATORIAS, RESTAURADORAS U OTRAS 6.5-188

7. PROGRAMA DE SEGUIMIENTO, VIGILANCIA Y CONTROL 6.5-189

8. PLAN DE CUMPLIMIENTO DE LA LEGISLACION AMBIENTAL APLICABLE 6.5-189

9. BIBLIOGRAFIA 6.5-190

9.1 REFERENCIAS MEDIO FISICO 6.5-190

9.2 REFERENCIAS RECURSOS BIOLOGICOS 6.5-190

9.3 REFERENCIAS RECURSOS HISTORICOS 6.5-191

10. ANEXOS 6.5-196

10.1 LISTA DE FOTOGRAFÍAS 6.5-196

10.2 LISTA DE CUADROS 6.5-200

10.3 LISTA DE FIGURAS 6.5-204

ARCHIVO DE FOTOGRAFIAS

FIGURAS

7. BALANCE HIDRICO

7.1 MODELO OPERACIONAL DE AGUAS SUPERFICIALES

1. DESARROLLO DEL MODELO DE SIMULACION 7.1-1

1.1 OBJETIVOS 7.1-1

1.2 RECOPILACION DE ANTECEDENTES 7.1-1

1.3 SIMULACIONES A REALIZAR 7.1-2

2. DESCRIPCION DEL MODELO 7.1-2

2.1 SECTORES DE RIEGO 7.1-4

2.2 EMBALSES 7.1-4

2.3 TRAMOS Y NODOS 7.1-5

3. BASES CONCEPTUALES 7.1-6

3.1 TOPOLOGÍA DEL SISTEMA DE RIEGO 7.1-6

3.1.1 Zona A 7.1-12

3.1.1.1 Nodos de Entrada 7.1-12

3.1.1.2	Nodos Intermedios	7.1-12
3.1.1.3	Nodo de Salida	7.1-13
3.1.1.4	Sectores de Riego	7.1.13
3.1.1.5	Tramos	7.1-15
3.1.2	**Zona B**	7.1-16
3.1.2.1	Nodos de Entrada	7.1-16
3.1.2.2	Nodos Intermedios	7.1-17
3.1.2.3	Nodos de Salidas	7.1-19
3.1.2.4	Sectores de Riego:	7.1-19
3.1.2.5	Tramos:	7.1-21
3.1.2.6	Embalses	7.1-23
3.1.3	**Zona C**	7.1-24
3.1.3.1	Nodos de Entrada	7.1-24
3.1.3.2	Nodos intermedios	7.1-24
3.1.3.3	Nodos de Salida	7.1-25
3.1.3.4	Sectores de Riego	7.1-25
3.1.3.5	Tramos	7.1-27
3.1.4	**Zona D**	7.1-28
3.1.4.1	Nodos de Entrada	7.1-28
3.1.4.2	Nodos Intermedios	7.1-29
3.1.4.3	Nodo de Salida	7.1-29
3.1.4.4	Sectores de Riego	7.1-29
3.1.4.5	Tramos	7.1-30

3.1.4.6 Embalses 7.1-31

3.2 CARACTERÍSTICAS OPERACIONALES 7.1-31

3.2.1 Demandas de Riego 7.1-31

3.2.2 Representación de los Elementos 7.1-32

3.2.2.1 Sectores de Riego. 7.1-32

3.2.2.2 Embalses Superficiales 7.1-37

3.2.2.3 Tramos y Nodos 7.1-39

3.2.2.4 Acuíferos y Bombeo 7.1-42

3.2.3 Secuencia de Cálculo 7.1-42

3.2.3.1 Primera Etapa. Cálculos de Déficit. 7.1-43

3.2.3.2 Segunda Etapa. Traslados de Déficits a los Embalses 7.1-50

3.2.4 Seguridad de Riego 7.1.56

4. ENTRADA DE DATOS DEL MODELO. 7.1-56

4.1 DATOS RELACIONADOS CON LA HIDROLOGIA 7.1-56

4.2 PARAMETROS DEL MODELO 7.1-58

5. VALIDACIÓN DEL MODELO 7.1-58

7.2 MODELO AGUAS SUBTERRANEAS

1. INTRODUCCION 7.2-1

2. OBJETIVO DEL MODELO 7.2-3

2.1 OPERACION CONJUNTA ACUIFEROS CON MODELO SUPERFICIAL 7.2-3

3. MODELO MATEMATICO DE DIFERENCIAS FINITAS TRANSITORIO ACUIFERO SALAMANCA -LLIMPO 7.2-5

3.1 ANTECEDENTES GENERALES 7.2-5

3.2 CARACTERISTICAS DEL MODELADOR MODFLOW^{EM} 7.2-7

3.3 FUNDAMENTOS MATEMATICOS DEL MODELO 7.2-7

3.4 OPERACION DEL MODELO 7.2-13

3.5 DISCRETIZACION, CONDICIONES DE BORDE Y ELEMENTOS DE CONTRASTE 7.2-14

3.5.1 Discretización 7.2-14

3.5.1.1 Diseño del Mallaje (Discretización Espacial) 7.2-14

3.5.1.2 Escala de Tiempo (Discretización Temporal) 7.2-18

3.5.2 Condiciones de Borde 7.2-18

3.5.2.1 El Río Choapa 7.2-18

3.5.2.2 Definición del Tipo de Contornos 7.2-21

3.5.3 Elementos de Contraste 7.2-23

3.6 DEFINICION DE VARIABLES Y PARAMETROS DE ENTRADA 7.2-25

3.6.1 Topografía del Terreno 7.2-25

3.6.2 Topografía del Basamento Rocoso 7.2-27

3.6.3 Piezometría Inicial 7.2-29

3.6.4 Transmisibidad y Permeabilidad 7.2-31

3.6.5 Coeficiente de Almacenamiento y Porosidad 7.2-35

3.7 RECARGAS 7.2-37

3.7.1 Recargas Producto del Regadío Predial 7.2-37

3.7.2 Recargas Producto de Infiltración en Canales. 7.2-41

3.7.3 Recarga desde el río Choapa 7.2-43

3.8 DESCARGAS 7.2-50

3.9 PROCESO DE AJUSTE : DESCRIPCIÓN DE PASADAS Y COMENTARIOS. 7.2-50

3.9.1 Antecedentes Generales 7.2-50

3.9.2 Calibración del Modelo 7.2-51

3.9.3 Contraste Piezométrico del Modelo Calibrado 7.2-56

4. MODELO CONCEPTUAL DE AGUAS SUBTERRANEAS 7.2-77

4.1 ANTECEDENTES GENERALES 7.2-77

4.2 DESCRIPCION MODELO AGUAS SUBTERRANEAS 7.2-77

4.2.1 Ingresos 7.2-78

4.2.1.1 Infiltración de Agua que Circula por los Canales: 7.2-78

4.2.1.2 Infiltración de Agua Aplicada a Regadío Predial 7.2-78

4.2.1.3 Recarga desde el Río Choapa 7.2-78

4.2.1.4 Infiltración por Lluvia Directa 7.2-79

4.2.1.5	Ingreso Lateral por Lluvia	7.2-79
4.2.2	**Las Salidas**	7.2-80
4.2.2.1	Descargas por Vertientes y Evaporación	7.2-80
4.2.2.2	Afloramientos en el Lecho del Río	7.2-80
4.2.2.3	Salidas Subterráneas Laterales	7.2-80
4.2.2.4	Extracción Artificial por Sondeos	7.2-80
4.3	BASES PARA LA MODELACIÓN	7.2-81
4.4	FUNCIONAMIENTO DE ACUIFEROS INDEPENDIENTES ENTRE SI	7.2-84
4.4.1	**Acuífero Choapa entre Cuncumén y Salamanca.**	7.2-84
4.4.1.1	Operación Simulada del Acuífero	7.2-84
4.4.1.2	Resultados de la Operación	7.2-88
4.4.2	**Acuífero del Estero Chalinga**	7.2-88
4.4.2.1	Operación Simulada del Acuífero	7.2-89
4.4.2.2	Resultados de la Operación	7.2-94
4.4.3	**Acuífero Choapa entre Salamanca-Las Juntas.**	7.2-95
4.4.3.1	Operación Simulada del Acuifero	7.2-95
4.4.3.2	Resultados de la Operación	7.2-98
4.4.4	**Acuífero del río Illapel**	7.2-98
4.4.4.1	Operación Simulada del Acuífero	7.2-99
4.4.4.2	Resultados de la Operación	7.2-102

4.4.5 Acuífero Choapa entre Mincha y Desembocadura 7.2-102

4.4.5.1 Operación Simulada del Acuífero 7.2-103

4.4.5.2 Resultados de la Operación 7.2-106

4.5 FUNCIONAMIENTO DE ACUIFEROS CONECTADOS 7.2-106

4.5.1 Acuífero Choapa entre Salamanca-Las Juntas. 7.2-107

4.5.1.1 Operación Simulada del Acuífero 7.2-108

4.5.1.2 Resultados de la Operación 7.2-110

4.5.2 Acuífero Mincha -Desembocadura 7.2-111

7.3 OPERACION SIMULADA DEL SISTEMA DE RIEGO

1. GENERALIDADES 7.3-1

2. DESCRIPCION DE LOS SISTEMAS 7.3-2

2.1 SISTEMA DE RIEGO 'A' 7.3-2

2.2 SISTEMA DE RIEGO 'B' 7.3-2

3. METODOLOGIA UTILIZADA PARA OPTIMIZAR LOS SISTEMAS DE RIEGO 7.3-4

3.1 GENERALIDADES 7.3-4

3.2 METODOLOGIA 7.3-4

3.2.1 Distribución óptima de los recursos naturales. 7.3-5

3.2.2 Embalses de regulación. 7.3-6

4. DESARROLLO DE LOS SISTEMAS DE RIEGO ESTUDIADOS 7.3-7

4.1 VALORES ASIGNADOS A LOS PARAMETROS DEL MODELO 7.3-8

4.2 RESULTADOS DE LAS OPERACIONES 7.3-13

4.2.1 Breve descripción de los resultados que entrega el modelo. 7.3-13

4.2.2 Resultados de la Situación Actual 7.3-14

4.2.3 Resultados del Sistema de Riego A 7.3-14

4.2.4 Resultados del Sistema de Riego B 7.3-19

ANEXO 7.3-1 RESULTADOS DE LA OPERACION SIMULADA DEL SISTEMA DE RIEGO

PROYECTO CHOAPA - IV REGION

ESTUDIO INTEGRAL DE RIEGO

6. OBRAS MATRICES PARA EL RIEGO

6.2 ANTEPROYECTO DE LAS OBRAS EXTRAPREDIALES

6.2.4 DISEÑOS DE ANTEPROYECTOS

1. GENERALIDADES

En esta parte del estudio se ha realizado el diseño de las obras matrices para el aprovechamiento de los recursos hídricos existentes en la cuenca.

En el capítulo 6.1.6 se expuso los sistemas de riego que se han visualizado como los más adecuados para regar el área del proyecto bajo la premisa básica de dar el máximo de utilización al recurso hídrico disponible y a la infraestructura de riego existente. Los sistemas propuestos son los siguientes:

Sistema A: Compuesto por los embalses Canelillo, Las Astas, Corrales y su sistema de canales asociados.

Sistema B: Compuesto por los embalses Cerrillos, Las Astas, Corrales y su sistema de canales asociados.

Cada uno de estos sistemas consulta el riego integral de toda la cuenca del río Choapa, exceptuando una parte del área de planificación Canela, específicamente la que corresponde a la zona del estero Canela ubicada aguas arriba del pueblo de Canela Baja, la que no es posible alimentar gravitacionalmente desde los sitemas A o B. Por este motivo, se ha consultado en la etapa de sensibilización del estudio económico analizar el impacto económico que produciría al proyecto integral el riego mediante bombeo de esta zona.

La conveniencia de dotar de riego a esta área se deriva principalmente de dar un impulso social a estas comunidades que en la actualidad tienen un grado de desarrollo deprimido.

Para desarrollar el bombeo, se ha considerado extender el canal que riega las Comunidades en 53,6 km para llegar al estero Canela prácticamente en las inmmediaciones del pueblo de Canela Baja, a una cota cercana a la 246 m s.n.m. En este lugar se consultaría la instalación de una estación de bombeo que daría

energía a un sistema de riego tecnificado que permitiría regar parte del valle superior de este estero. Se consulta riego tecnificado para esta zona por cuanto ello implica cultivos de mayor rentabilidad asociados a tasas de riego menores lo que reduce el bombeo y por ende disminuye los costos asociados. Se espera que un sistema de este tipo, aunque no sea rentable, no perjudique substancialmente el riego integrado de toda el área del proyecto.

2. SISTEMA DE RIEGO "A"

En el capítulo 6.1.6 se señalaron las obras principales que se consideraban incluidas en el sistema de Riego "A".

Con el avance del estudio han surgido algunas modificaciones a este esquema propuesto inicialmente, las que se explican a continuación.

Primeramente, cabe señalar que se analizó la posibilidad de eliminar el embalse Las Astas aumentando la capacidad del embalse Corrales en un volumen tal que permita regar con igual seguridad las tierras que se regaban con el embalse Las Astas. Esto se pudo realizar mediante el uso del Modelo de Simulación Operacional del Riego. La nueva presa Corrales que permite eliminar el embalse Las Astas tiene su cota de coronamiento a la 751 m s.n.m. en lugar de la primitiva presa que tenía su cota de coronamiento en la 733 m s.n.m.

Una estimación preliminar del costo del incremento de 18 m de altura de la presa Corrales y el incremento de su canal asociado ha resultado ser inferior a los costos estimados para la presa Las Astas, el canal Las Astas y el sifón que cruza el río Choapa.

En efecto, reemplazar la presa Las Astas por un incremento de presa Corrales representa una economía de inversión tal, que no es necesario hacer un estudio acabado de costos para estar seguros de tal aseveración.

El cuadro siguiente, que muestra las cubicaciones de las partidas principales de las presas Corrales y Las Astas así lo comprueba. Por tal motivo, no es necesario incluir en la comparación de costos el valor del canal Las Astas y del sifón Cerrillos, que son obras que también se eliminan cuando se incrementa la altura de la presa Corrales.

SISTEMA DE RIEGO A

COMPARACION DE VOLUMEN DE OBRA

ITEM	Presa Corrales Baja Coronam. cota 733	Presa Corrales Alta Coronam. cota 751	Incremento Presa Corrales	Presa Las Astas Coronamiento, cota 378
Volumen Espaldon (m^3)	707.667	1.396.713	689.046	834.589
Volumen Filtros (m^3)	39.937	56.865	16.928	110.030
Pantalla de hormigón (m^3) presa	6.210	10.082	3.872	9.382
Pantalla impermeabilización roca (m^2)	5.832	8.955	3.123	13.184

El cuadro anterior muestra que el incremento de la presa Corrales en todas las partidas cubicadas es siempre menor que las partidas correspondientes de la presa Las Astas.

El hecho de eliminar la presa Las Astas tiene la ventaja adicional de que simplifica el sistema de obras nuevas y utiliza mejor el sistema de obras existentes pues las aguas del embalse Corrales se entregarían al canal Buzeta, en el sifón Camisas, y al río Choapa, aguas arriba de la confluencia con el estero Camisas, con lo cual se aprovecharía todo el sistema de canales que capta sus aguas actualmente desde el río Choapa aguas abajo de este punto. Además, siempre es más conveniente desde el punto de vista de la planificación de la construcción y de los costos de operación y mantención de un sistema de riego tener dos embalses en lugar de tres.

Por otra parte, el canal matriz Corrales que se consideraba terminando en la angostura Cerrillos llega ahora sólo hasta el río Chalinga.

Esto es posible, ya que en la actualidad existe un sistema de canales suficiente que permite regar tanto el valle del río Chalinga, aguas abajo de la entrega del Canal Corrales, como los terrenos de la ribera derecha del río Choapa, aguas abajo de la confluencia del río Chalinga. Esto confirma que esta solución aprovecha integralmente el sistema de canales existente y basta para ello sólo reforzar la entrega de agua en el punto más alto posible del río Chalinga.

El canal Canelillo Sur, que se consultaba como una alternativa del canal Canelillo Norte, ha sido descartado pues puede regar directamente una superficie muy inferior a la que puede regar este último. Con el canal Canelillo Norte se podría regar

directamente una superficie de 867 ha, mientras que con el canal Canelillo Sur se podría regar una superficie de tan sólo 221 ha.

Como resultado del análisis de optimización del conjunto de obras que constituían el sistema de Riego "A" resultó una simplificación importante en el número de obras que se traduce en un ahorro de inversión y de gastos de operación y mantención del sistema, sin disminuir su área de riego.

El sistema de riego "A" ha quedado entonces constituido por las siguientes obras:

- Embalse Canelillo
- Embalse Corrales
- Canal alimentador Corrales
  - Bocatoma
  - Sifón Quelén
  - Túnel Corrales
- Canal Matriz Corrales
  - Sifón Salamanca
- Canal Choapa
  - Bocatoma
  - Sifón Choapa Illapel
  - Canal Choapa Illapel
  - Sifón Peralillo
- Canal Canelillo
  - Sifón Canelillo Illapel
  - Sifón Canelillo Atelcura
- Canal Costero Norte
  - Sifón La Canela
- Canal Costero Sur
  - Sifón Mincha
  - Sifón Millahue

Este Sistema de Riego A puede ser visualizado en la Figura 6.2.4-1.

INGENDESA

FIGURA 6.2.4.-1

PROYECTO CHOAPA

ESQUEMA BASICO DEL SISTEMA DE RIEGO "A"
EMBALSE:CANELILLO Y CORRALES

OCEANO PACIFICO

CANAL COSTERO NORTE
CANAL COSTERO SUR
EST. DE LA CANELA
QDA. AGUA FRIA
SIFON CANELILLO ATELCURA
QDA. ATELCURA
SIFON LA CANELA
HUENTELAUQUEN
SIFON MINCHA
SIFON MILLAHUE
CANAL CANELILLO
CANAL CHOAPA 2a SECCION
RIO CHOAPA
ESTERO MILLAHUE
EMBALSE CANELILLO
CANAL CHOAPA ILLAPEL
SIFON CHOAPA ILLAPEL
SIFON CANELILLO ILLAPEL
ILLAPEL
ESTERO AUCO
RIO ILLAPEL
RIO CAREN
N
EST. LAS CAÑAS
CANAL BUZETA
CANAL CHOAPA 1a SECCION
BOCATOMA
QDA. QUILMENCO
EST. LIMAHUIDA
SIFON CAMISAS EXISTENTE
EST. CAMISAS
CANAL CORRALES
CANAL BUZETA
SALAMANCA
SIFON SALAMANCA
BOCATOMA
EST. CUNLAGUA
RIO CHALINGA
EST. TOME
RIO CUNCUMEN
EST. TENCADAN
CANAL ALIMENTADOR CORRALES
RIO CHOAPA
BOCATOMA
SIFON QUELEN
TUNEL CORRALES
ESTERO QUELEN
EMBALSE CORRALES
EST. DURAZNO
LOS VILOS

SIMBOLOGIA

- EMBALSE
- TUNEL
- SIFON
- CANAL DE RIEGO
- CANAL ALIMENTADOR
- BOCATOMA

2.1 EMBALSE CANELILLO

2.1.1 Introducción

El proyecto del embalse Canelillo se encuentra ubicado en la cuenca del río Choapa. Su presa se localizaría en una angostura rocosa que existe unos 900 m aguas arriba de la confluencia del río Choapa con el río Illapel.

Más información sobre este embalse puede ser encontrada en el subcapítulo 6.1.1 Obras de Regulación.

2.1.2 Antecedentes Generales

2.1.2.1 Antecedentes Topográficos

Los planos que se han utilizado para la realización del diseño de prefactibilidad son los siguientes:

- Planchetas a escala 1:50.000 del IGM.
- Planos aerofotogramétricos a escala 1:10.000 de la zona del embalse realizados por la empresa Geoingeniería Ltda. en el año 1992 para la Comisión Nacional de Riego.
- Plano aerofotogramétrico a escala 1:2.000 de la zona de la presa con curvas de nivel cada 2 metros, ejecutado por INGENDESA.

2.1.2.2 Antecedentes Hidrológicos

Para el diseño de prefactibilidad se han preparado los siguientes antecedentes hidrológicos:

- Estadística de caudales medios mensuales en m^3/s del río Choapa en embalse Canelillo.
- Estadística de crecidas anuales. Caudales máximos instantáneos para períodos de retorno comprendidos entre 5 y 1000 años.
- Cálculo de la onda de la crecida milenaria (período de retorno TR= 1000 años).
- Estudio de sedimentación.

2.1.2.3 Antecedentes Geotécnicos

La presa del embalse Canelillo se ha diseñado teniendo presente los estudios geotécnicos realizados, los que se resumen a continuación:

- 2 perfiles sísmicos, el FCa-1 de 240 m y el FCa-2 de 175 m de longitud.
- Una visita al terreno por un especialista en geotecnia.

El resumen y conclusiones del análisis de las características de las rocas que forman la angostura se indican en el capítulo 6.1.1 correspondiente a los antecedentes geotécnicos de esta presa.

Los perfiles sísmicos hechos en el portezuelo existente por el costado derecho del valle (mirando hacia aguas abajo), tienen por objeto verificar que no existe un paleovalle por ese costado que podría haber requerido de una impermeabilización especial en ese sector. Afortunadamente, las prospecciones hechas permiten asegurar que en la zona de la implantación de la presa el vaso es estanco.

Por otra parte, en la angostura misma en que se implantaría la presa, la roca basal está expuesta en el lecho del río y en ambos costados del valle. La roca es masiva y de buenas características geotécnicas, aun cuando está algo fracturada en superficie.

Dado que la angostura es estrecha, se ha propuesto un muro de hormigón rodillado, el cual permitiría implantar el vertedero sobre él disminuyendo de esta manera considerablemente el costo de la obra de evacuación de crecidas. El diseño que se propone es muy similar al que INGENDESA proyectó para el muro de la central Pangue y que actualmente se encuentra en construcción.

2.1.3 Determinación de la altura de presa

La determinación de la altura de la presa Canelillo se ha hecho a través de la definición del volumen que requiere esta presa para regar con el Sistema de Riego A y con 85 % de seguridad el total de la superficie que se riega con este sistema.

El área de influencia directa del embalse Canelillo es toda la superficie ubicada bajo la cota del Canal Matriz Canelillo, vale decir, las áreas de Choapa Costa, Interfluvios Costeros y Choapa Canela ubicadas en el valle del río Choapa. En esta última área se incluyen unas 600 ha que se riegan por bombeo desde el canal Canelillo.

El Modelo de Simulación Operacional del Sistema Choapa, para el caso del Sistema de Riego A, indica que se requiere un volumen de regulación en Canelillo de V_R = 75,26 millones de m^3.

Por otra parte, el estudio hidrológico de sedimentación indica que se requiere un volumen muerto para 50 años de vida útil de V_M = 19,94 millones de m³.

El volumen sumado resulta ser de 95,20 millones de m³, lo que expresado en términos de cota agua en el embalse, resulta la 214,8 m s.n.m. A este nivel 214,8 m s.n.m. se le ha definido como nivel máximo normal de operación (N.M.N.).

Para definir la cota del coronamiento de la presa, se impuso la condición de que la crecida milenaria pasara a través del vertedero de la presa con un nivel máximo eventual (N.M.E) superior en 1 m, con respecto al nivel máximo normal.

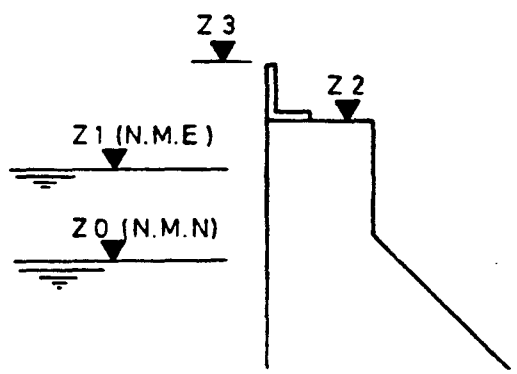
Además, sobre este nivel máximo eventual se ha considerado una altura de ola y una revancha adicional.

La altura de ola resultó ser de 1,1 m. Se utilizó el criterio del Bureau of Reclamation para evaluar esta altura.

Adicionalmente, se agregó una revancha, la que se estimó en 2,1 m. Este valor se adoptó para cerrar en una cifra redonda (219 m s.n.m.) la cota del muro o paramento que lleva el coronamiento de la presa.

Esta revancha está dentro de los valores normales que se usan en presas de hormigón.

El esquema siguiente resume el Sistema de cotas adoptados para el coronamiento de la presa Canelillo.



Z0	= nivel máximo normal	= 214,8 m s.n.m.
Z1	= nivel máximo eventual	= 215,8 m s.n.m.
Z2	= cota coronamiento	= 217,5 m s.n.m.
Z3	= cota máxima del muro	= 219,0 m s.n.m.
	cota de fondo en eje presa	= 155,0 m s.n.m.
	nivel mínimo de operación	= 195,8 m s.n.m.

2.1.4 Definición del tipo de muro

La definición del tipo de muro se hizo básicamente, como ya se ha explicado precedentemente, debido a las características geomorfológicas de la estrecha angostura rocosa de Canelillo.

No es apropiado disponer muros de relleno apoyados en laderas tan abruptas como las de esta angostura, para evitar esfuerzos de corte importantes que podrían derivarse de asentamientos diferenciales en los rellenos cuyas alturas cambian tan bruscamente.

Además, precisamente por la estrechez de la angostura, no iba a ser fácil disponer convenientemente los equipos de movimiento de tierras para realizar el relleno de la presa.

Por otra parte, el muro de hormigón elegido permite disponer el vertedero evacuador de crecidas sobre él en forma muy conveniente y económica. El mismo vertedero implantado en una de las laderas rocosas habría significado una excavación importante y onerosa, además que habría tenido una interferencia constructiva con el relleno de la presa, ya que debido a lo angosto de la garganta, toda excavación con explosivos prácticamente no permite ninguna otra actividad en el área.

Por otra parte, la misma estrechez de la garganta, asegura una reducida cantidad de hormigón en la presa.

2.1.5 Diseño de Prefactibilidad de las obras del embalse

Para el desarrollo integral del Sistema de Riego, el proyecto Choapa incluye un análisis de la factibilidad de implantar Centrales Hidroeléctricas asociadas a los Sistemas de Riego.

Para el Sistema de Riego A, se ha visto la posibilidad de asociar a la presa Canelillo una central hidroeléctrica denominada Central Canelillo, la que utilizaría los caudales extraídos del embalse para riego.

En el capítulo 6.2.5 "Otros usos de las Obras" se hace un completo análisis de esta central.

Las obras principales del embalse Canelillo son las siguientes:

- Presa Canelillo H = 62,5 m
  Tipo: Hormigón rodillado

- Vertedero Evacuador de Crecidas Q = 3520 m³/s
  Tipo: frontal
- Túnel de desviación Q = 285 m³/s (TR = 5 años, L=232 m)

- Obra de entrega a riego Q = 9,1 m³/s
- Central Hidroeléctrica P = 1783 kW

La disposición y características de estas obras se muestran en el plano denominado "Embalse Canelillo. Sistema de Riego A. Presa Hormigón Rodillado. Planta y Cortes" (643-10d2-1).

2.2 EMBALSE CORRALES

2.2.1 Introducción

El proyecto del embalse Corrales se encuentra ubicado en el estero Camisas, 22 km aguas arriba de la confluencia de este estero con el río Choapa.

En el sub capítulo 6.1.1 Obras de Regulación se indican algunas características del embalse Corrales y de su angostura, complementarias a las que se incluyen en este Capítulo.

2.2.2 Antecedentes Generales

2.2.2.1 Antecedente Topográficos

Los planos utilizados para el diseño de prefactibilidad de esta presa son los siguientes:

- Planchetas a escala 1:50.000 del I.G.M.
- Planos a escala 1:10.000 de la zona del embalse realizados por la Empresa Geoingeniería Ltda. en 1992 para la Comisión Nacional de Riego.
- Plano a escala 1:2.000 de la zona de presa con curvas de nivel cada 2 m, ejecutado para esta consultoría por INGENDESA.

2.2.2.2 Antecedentes Hidrológicos

Para el diseño de las obras del embalse Corrales, se han utilizado los siguientes estudios hidrológicos:

- Estadística de caudales medios mensuales en m³/s del estero Camisas en embalse Corrales.

- Estadística de crecidas anuales. Caudales máximos instantáneos para períodos de retorno comprendidos entre 5 y 1000 años.
- Cálculo de la onda de crecida milenaria para definir las características del vertedero evacuador de crecidas de la presa.
- Estudio de sedimentación para evaluar el volumen muerto de la presa.

2.2.2.3 Antecedentes Geotécnicos

La presa del embalse Corrales se ha diseñado teniendo en cuenta los antecedentes recolectados en la campaña de prospecciones realizada.

Afortunadamente, la angostura rocosa principal tenía expuesta la roca basal granítica en todo su perímetro y fue necesario inspeccionar con perfiles geofísicos sólo un pequeño portezuelo que se utilizaría para ubicar el vertedero de la presa. En él se hicieron los perfiles denominados FCo-1 de 110 m de largo y FCo-2 de 60 m de largo.

Los perfiles sísmicos demuestran la existencia de maicillo en los primeros 15 m, el cual se va densificando en profundidad. Este material es apto para fundar el vertedero en la cota que se requiere de acuerdo al proyecto. En consecuencia, el vaso de este embalse sería estanco y el portezuelo no requeriría de pantallas de impermeabilización especiales.

Dado que el estero Camisas tiene una pequeña cobertura fluvial, se prospectó el valle en la zona donde éste se ensancha considerablemente dejando sendas terrazas fluviales aptas para ser utilizadas como yacimientos de materiales pétreos para los rellenos de los espaldones de la presa. El volumen pétreo allí depositado es más que suficiente para los requerimientos de la presa.

En esta zona se construyeron 3 pozos o calicatas, en los cuales se hizo granulometría integral. Los pozos fueron denominados PzEC-1 al PzEC-3. La ubicación de estos pozos se indica en el plano denominado "Prospecciones de Pozos de Sifones y Yacimientos" (643-4d2-2).

El análisis de las muestras obtenidas permite asegurar que ellas son aptas para ser utilizadas en los rellenos de la presa.

2.2.3 Determinación de la altura de la presa

La altura de esta presa se determinó utilizando la misma metodología que se usó para definir la altura de las otras presas del estudio. Esta metodología se basa en la definición del volumen necesario para regar el área de influencia asignada a través del Modelo de Operación Simulada del Sistema de Riego A, con 85 % de seguridad.

El área de influencia de este embalse es la siguiente: superficie bajo la cota del canal matriz Corrales hasta el embalse Canelillo, más la zona baja del valle del río Illapel entre la ciudad del mismo nombre y la confluencia con el río Choapa, más el sector denominado de las Comunidades.

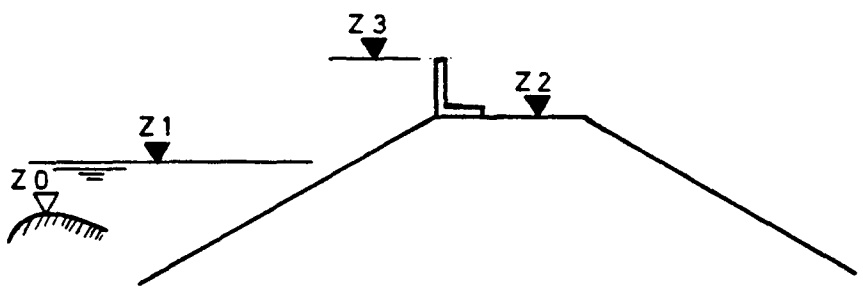
El modelo de Simulación Operacional de Riego para el Sistema de Riego A, indica que se requiere un volumen de regulación en el embalse Corrales de V_R = 47,63 millones de m³.

Por otra parte el estudio de sedimentación indica que se requiere un volumen muerto de V_M = 1,42 millones de m³ para 50 años de vida útil.

El volumen suma resulta ser de 49,05 millones de m³, lo que expresado en términos de cota de agua en el embalse resulta la 748,00 m s.n.m. Esta cota es a su vez la cota del umbral del vertedero fijo, sin compuertas, que tiene esta presa.

A este nivel se le suma la carga necesaria para pasar la crecida milenaria (H = 1,7 m) y la altura de la ola considerada (h = 0,8 m), y la revancha de r = 2,0 m. La suma total da para esta presa la cota del muro o paramento que lleva el coronamiento. Su valor de Z_3 = 752.5 m s.n.m.

El esquema siguiente resume el sistema de cotas adoptado para el coronamiento de la presa Corrales correspondiente al Sistema de Riego A.



Zo = nivel máximo normal = 748,0 m s.n.m.
Z1 = nivel máximo eventual = 749,7 m s.n.m.
Z2 = cota coronamiento = 751,0 m s.n.m.
Z3 = cota máximo del muro = 752,5 m s.n.m.
cota de fondo en eje presa = 677,0 m s.n.m.
nivel mínimo de operación = 699,2 m s.n.m.

2.2.4 Definición del tipo de muro

En este caso, la definición del tipo de muro se hizo teniendo en cuenta las características geomorfológicas del área de la presa, las que hacen recomendable disponer una presa de relleno con pantalla de hormigón también conocida como C.F.R.D. (Concrete Face Rockfill Dam). Esta presa se adapta bien por cuanto la angostura, aún siendo pequeña, permite disponer adecuadamente el equipo de construcción que se requiere. Por otra parte, el vertedero evacuador de crecidas se puede disponer en el portezuelo ubicado en la ribera derecha del cauce, con una excavación mínima, eliminando toda posible interferencia constructiva con la presa.

Estas presas del tipo C.F.R.D. resultan ser las más económicas para gargantas con las características de la angostura de Corrales, cuando se cuenta con los materiales pétreos adecuados en la cercanía de la obra, como es el caso de esta presa.

Por otra parte, debido a la posibilidad fortuita de poder colocar el vertedero independiente de la presa, disminuye la posible ventaja que tendría una presa de hormigón rodillado, la cual permite alojar el vertedero sobre ella.

2.2.5 Diseño de Prefactibilidad de las obras del embalse

Las obras principales del embalse Corrales para el Sistema de Riego A son las siguientes:

- Presa Corrales — H = 74,0 m; Tipo : C.F.R.D.
- Pretil Corrales — H = 12 m; Tipo : homogéneo
- Vertedero evacuador de crecidas — Q = 593 m^3/s; Tipo : vertedero lateral

Este vertedero evacuador de crecidas estaría constituido por un umbral de 120 m de longitud, seguido de un canal colector y un rápido de descarga de 140 m de largo y 20 m de ancho, el cual termina con una cuchara de lanzamiento.

- Obra de entrega a riego Q : 4,7 m^3/s
- Túnel de desviación Q : 105 m^3/s (TR= 20 años); L=287m

La disposición y características de estas obras, se muestran en el plano denominado "Embalse Corrales. Sistema de Riego A. Presa de Enrocado con Pantalla de Hormigón" (643-10d2-2).

2.3 CANAL ALIMENTADOR CORRALES

El canal Alimentador Corrales alimenta, como su nombre lo indica, al embalse Corrales, que permite regular parte de los caudales del río Choapa superior en la cuenca del estero Camisas.

Este canal, que tendría una capacidad de 2,3 m^3/s, captaría las aguas del río Choapa por su ribera izquierda mediante una bocatoma que se ubicaría aproximadamente un kilómetro aguas abajo del pueblo de Coirón.

En su primera sección, de aproximadamente 2 kilómetros, correría por la terraza del valle del río Choapa para luego continuar bordeando los cerros que limitan el valle hasta llegar al estero Quelén. Este estero lo atravesaría mediante el sifón Quelén. El canal alimentador Corrales tendría hasta la cámara de entrada del sifón una longitud de 9,6 km, su pendiente sería de 0,0005 y su trazado puede ser observado en el plano "Canal Alimentador Corrales. Sistemas de Riego A y B" (643-24d2-1).

El tramo del canal que se construiría en tierra sería de sección trapecial de taludes 1/1 y ancho basal de 1,2 m, mientras que el tramo que se construiría en rocas (ladera de cerros) sería de sección trapecial de taludes 1/3 y ancho basal de 1,7 m.

El sifón Quelén tendría una longitud de 480 m y en la ribera izquierda de la quebrada Quelén, donde se ubicaría la cámara de salida, ingresaría inmediatamente al túnel Corrales. Este túnel, que tendría una longitud de 5,5 kilómetros, dispondría de una sección de medio punto de dimensiones mínimas (D = 2,4 m) de modo que el agua escurriría sin presión. Entregaría las aguas en estero Durazno afluente del estero Camisas.

No existen impedimentos geotécnicos para la construcción de este canal ya que los cerros son de roca de buena calidad, lo que es corroborado con la existencia del canal Silvano ubicado a mayor cota por la misma ladera.

Por otra parte, el túnel atravesaría un macizo granítico de aparentemente muy buena calidad, como pudo ser observado visualmente en un corte del camino existente en la zona donde se ubicaría la llegada de este túnel al estero Durazno.

2.4 CANAL MATRIZ CORRALES

Este canal, que conduciría las aguas desde el embalse Corrales hacia los sectores regados con este embalse, tendría una longitud total de 55,3 km, atravesaría el río Choapa mediante el sifón Salamanca y terminaría entregando sus aguas al río Chalinga y a sus canales derivados, ubicados en la misma caja del río.

Este canal, que se iniciaría en la obra de entrega de la presa Corrales, tendría gran parte de su trazado por la ribera derecha del estero Camisas. Constaría de tres tramos distintos, siendo todos de sección trapecial. Su trazado total puede ser observado en el plano denominado "Canal Matriz Corrales. Sistemas de Riego A y B" (643-24d2-2).

El primer tramo se extendería desde su inicio hasta el punto en que descarga parte de sus aguas al canal Buzeta en el sifón Camisas. Este tramo, que tendría una pendiente de i = 0,0005, sería diseñado para un caudal de 4,7 m^3/s, tendría una longitud de 17,7 km, una parte estaría excavado en roca y su sección transversal sería trapecial de taludes 1/3 y de 2,4 m de ancho basal y otra parte en tierra y su sección transversal sería trapecial de taludes 1/1 y de 1,6 m de ancho basal.

A continuación de esta descarga seguiría el segundo tramo del canal, diseñado para un caudal de 2,3 m^3/s, que tendría una pendiente de i = 0,0005, una longitud de 11,6 km, una parte estaría excavado en roca y su sección sería trapecial de taludes 1/3 con un ancho basal de 1,7 m y la otra parte en tierra y su sección transversal sería trapecial de taludes 1/1 y de 1,2 m de ancho basal. Este tramo finalizaría en el punto donde se descarga al río Choapa las aguas que serían utilizadas posteriormente captándolas mediante el canal Choapa.

El tercer y último tramo del canal Matriz Corrales se iniciaría aguas abajo de la descarga al río Choapa, tendría una capacidad de 1,0 m^3/s y su sección transversal sería trapecial. Este canal cruzaría el río Choapa mediante el sifón Salamanca que tendría una longitud de 1.260 m. El diseño de este sifón se muestra en el plano denominado "Sifón Salamanca. Sistemas de Riego A y B" (643-25d2-2).

Gran parte de este canal sería construido en roca, tendría una pendiente de i = 0,0007, una sección trapecial de taludes 1/3 y un ancho basal de 1,3 m. Una pequeña parte de él sería construido en tierra con una pendiente de i = 0,0005 y tendría una sección trapecial de taludes 1/1 y un ancho basal de 1,0 m.

Este último tramo del canal está diseñado para permitir regar parte del valle del río Chalinga y de la ribera derecha del río Choapa comprendida entre la confluencia de los ríos Choapa y Chalinga y la angostura Cerrillos.

No existen problemas geotécnicos para la construcción de este canal puesto que su trazado se ubica en cerros constituidos por roca de buena calidad. Esto es corroborado en la parte inferior del estero Camisas y en la ribera izquierda del río Choapa por la existencia del canal Buzeta y en la ribera derecha del río Choapa por la presencia de varios canales menores.

El sifón Salamanca se podría apoyar en la angostura correspondiente puesto que el terreno en que se ubicaría posee buenas cualidades geotécnicas, lo que fue corroborado mediante los pozos que se ejecutaron.

2.5 CANAL CHOAPA

El canal Choapa aprovecharía el canal existente del mismo nombre y, por lo tanto, está construido en gran parte de su trazado. Su finalidad es regar la parte baja del valle del río Illapel, ubicada aguas abajo de la ciudad de Illapel, y el sector denominado de las Comunidades. Para regar estos terrenos requiere un caudal de diseño de 3,3 m^3/s, que es inferior al caudal diseño del canal construido.

Este canal se ha dividido en los siguientes tramos:

- Canal Choapa 1ª Sección
- Canal Choapa Illapel
- Canal Choapa 2ª Sección

2.5.1 Canal Choapa 1ª Sección

Este canal corresponde a la parte del canal Choapa que está construida. Tiene su bocatoma en la angostura Mal Paso, la que actualmente es usada como bocatoma del canal Peralillo. Esta bocatoma estaba ubicada en un brazo derecho del río, el que se peraltaba mediante una barrera de hormigón de 18 m de largo. Disponía de un espigón de defensa lateral de material fluvial

de una longitud de 80 m que protegía al canal por el lado sur. También había 2 compuertas desripiadoras y una compuerta de captación de sector de 5 m de ancho y finalmente una compuerta by-pass para que el canal Peralillo pudiera seguir captando durante el período de construcción de esta obra.

En la gran crecida del año 1987, tanto la barrera frontal como el espigón de defensa quedaron destruidos. Por tal motivo, en la actualidad el canal Peralillo capta por la compuerta by-pass mediante el empleo de patas de cabra que se ubican unos 50 m aguas arriba del punto de captación.

Para usar este canal es necesario efectuar algunas mejoras a su bocatoma.

El canal ha sido construido para un caudal de 4,5 m^3/s y el caudal que necesita para regar la zona de influencia indicada anteriormente sería de 3,3 m^3/s. A lo largo de todo su trazado debe ser desembancado, pues desde que se construyó, hace más de 20 años, no ha sido utilizado nunca y por lo tanto tampoco se le ha hecho mantención.

En el kilómetro 6,5 existe un sifón de hormigón armado de 333 m de largo, 1 metro de diámetro y 1,5 m^3/s de capacidad que cruza las quebradas Romeral y los Quillayes. Para poder utilizar el canal se debe construir un nuevo sifón paralelo con capacidad para 1,8 m^3/s.

El canal Choapa 1ª Sección tiene una longitud total de 43,8 km y tiene secciones transversales distintas según las características que poseen los terrenos que atraviesa. Está construido hasta el lugar donde se consultaba ejecutar un sifón que cruzaría el río Illapel, concepto que se ha mantenido en este estudio por encontrarse que es adecuado. Este sifón, denominado sifón Choapa - Illapel, tiene una longitud de 1360 m. El trazado de este canal se muestra en el plano denominado "Canal Choapa 1ª Sección. Sistema de Riego B y Canal Choapa - Illapel. Sistemas de Riego A y B" (643-24d2-3).

Este canal es una buena obra de ingeniería que se puede utilizar pronto efectuándole las reparaciones menores correspondientes al daño que ha sufrido durante todos los años que ha permanecido sin uso. Para poner en servicio este canal es necesario realizar pequeñas inversiones en él; pero también se debe construir como ya se ha indicado, un nuevo sifón que cruza las quebradas Romeral y Los Quillayes y construir previamente el sifón Choapa - Illapel y los canales Choapa 2ª Sección y Choapa - Illapel.

El Sifón Choapa - Illapel se podría construir en la angostura correspondiente debido a que los suelos en los que se apoyaría poseen buenas calidades geotécnicas, lo que ha sido corroborado mediante los pozos que se hicieron.

2.5.2 Canal Choapa - Illapel

Este canal se iniciaría a continuación de la cámara de salida del sifón Choapa - Illapel y remontaría por la ribera derecha del valle del río Illapel hasta la ciudad de Illapel. Permitiría regar toda la parte del valle ubicada aguas abajo de esta ciudad.

El canal tendría una longitud de 7,7 kilómetros y sería diseñado para un caudal de 1,1 m^3/s. Estaría excavado casi en su totalidad en tierra y tendría una sección trapecial de taludes 1/1 y su ancho basal sería de 1,0 m. Su pendiente sería de i = 0,0005. El trazado de este canal se muestra en el plano denominado "Canal Choapa 1ª Sección. Sistema de Riego B y Canal Choapa - Illapel. Sistemas de Riego A y B" (643-24d2-3).

No existen problemas geotécnicos para la construcción de este canal puesto que su trazado se ubica en cerros constituidos por rocas de buena calidad. Esto está corroborado por la existencia de una gran cantidad de canales pequeños existentes en este valle por ambas riberas.

2.5.3 Canal Choapa 2ª Sección

Este canal, que también se iniciaría a continuación de la cámara de salida del sifón Choapa - Illapel, serviría para regar el sector de las Comunidades. Será diseñado para un caudal de 1,5 m^3/s, tendría una longitud de 81,4 km y pendiente i = 0,0005. Tendría algunos tramos excavados en roca y su sección transversal sería trapecial con taludes 1/3, su ancho basal sería de 1,5 m. Otros tramos de este canal serían excavados en tierra y tendrían una sección trapecial de taludes 1/1 y un ancho basal de 1,1 m. El trazado de este canal se muestra en el plano denominado "Canal Choapa 2ª Sección. Sistemas de Riego A y B" (643-24d2-4).

El canal atravesaría terrenos de buena calidad geotécnica. Esto fue observado en la visita que se realizó a esta zona con el ingeniero especialista en mecánica de suelos.

Poco antes del término, este canal, que llega hasta la quebrada Agua Fría, atraviesa la quebrada Atelcura mediante un sifón prácticamente sin carga, es decir, a nivel del lecho.

2.6 CANAL CANELILLO

Este canal serviría para regar la parte baja de las Comunidades, mediante bombeo desde el canal, y transportar el agua hasta los canales Costero Norte y Costero Sur que permitirían regar los Interfluvios Costeros.

Se iniciaría inmediatamente aguas abajo de la presa del embalse Canelillo. Tendría una longitud de 48,1 km, una pendiente de i = 0,0005 y sería diseñado para 9,1 m^3/s. El trazado de este canal se muestra en el plano denominado "Canal Canelillo. Sistema de Riego A y Canal Mincha. Sistema de Riego B" (643-24d2-5).

Una parte de este canal sería excavada en roca, tendría una sección trapecial con taludes 1/3 y ancho basal de 2,8 m. Otra parte sería excavada en tierra y tendría una sección trapecial de taludes 1/1 y un ancho basal de 2,2 m.

Este canal atravesaría el río Illapel mediante el sifón Canelillo - Illapel y la quebrada Atelcura a través del sifón Canelillo Atelcura. El primero tendría una longitud de unos 130 m mientras que el segundo tendría unos 390 m de largo.

En su extremo final, este canal entregaría sus aguas a los canales Costero Norte y Costero Sur. A este último, le aportaría sus aguas en la cámara de entrada del sifón Mincha, con el que inicia su trazado.

No existen impedimentos geotécnicos para la construcción de este canal, ya que los suelos en los que se apoya son rocosos cuando bordea los cerros y de buena consistencia en los terrenos más planos. Esto fue observado en la visita ocular que se efectuó a la zona.

El sifón Canelillo Illapel se apoyaría en roca en ambas riberas mientras que el sifón Canelillo Atelcura se apoyaría en suelos compactos de buenas cualidades geotécnicas, lo que fue corroborado mediante los pozos que se hicieron.

2.7 CANAL COSTERO NORTE

Este canal recibiría sus aguas del canal Canelillo y serviría para regar los interfluvios costeros ubicados al norte del río Choapa.

Tendría una longitud de 30,7 km y una pendiente de i = 0,0005, sería diseñado para un caudal de 4,7 m^3/s. Tendría algunos tramos excavados en roca, su sección sería trapecial de taludes 1/3 y ancho basal 2,4 m. En el plano denominado "Canales Costero Norte y Costero Sur. Sistemas de Riego A y B" (643-24d2-6) se muestra el trazado de este canal.

Otros tramos serían excavados en tierra, su sección sería trapecial de taludes 1/1 y de ancho basal 1,6 m.

Este canal atravesaría el estero La Canela mediante el sifón Canela que tendría una longitud de 460 m.

No existen problemas geotécnicos para la construcción de este canal, lo que fue corroborado en la visita ocular que se efectuó a la zona.

2.8 CANAL COSTERO SUR

Este canal recibiría sus aguas del canal Canelillo y serviría para regar los interfluvios costeros ubicados al sur del río Choapa.

Tendría una longitud de 24,05 km y una pendiente de i = 0,0005. Sería diseñado para un caudal de 2,1 m^3/s. Tendría algunos tramos excavados en roca, su sección sería trapecial de taludes 1/3 y ancho basal 1,7 m. En el plano denominado "Canales Costero Norte y Costero Sur. Sistemas de Riego A y B" (643-24d2-6) se muestra el trazado de este canal.

Otros tramos serían excavados en tierra, su sección sería trapecial de taludes 1/1 y ancho basal 1,2 m.

Este canal atravesaría el estero Millahue mediante el sifón homónimo que tendría una longitud de 410 m.

No existen problemas geotécnicos para la construcción de este canal, lo que fue corroborado en la visita ocular que se efectuó a la zona.

2.9 PROYECTO DE BOMBEO DESDE CANALES

2.9.1 Introducción

El Sistema de Riego A contempla el riego de áreas ubicadas sobre la cota de los canales Canelillo y Costero Sur para lograr el mejor aprovechamiento de los recursos del embalse Canelillo.

Para regar estas zonas elevadas se ha dispuesto un sistema de riego por impulsión desde los canales antes mencionados.

Las superficies altas fueron determinadas a través del plano del Estudio de Suelos a escala 1:20.000, en el cual se incluyeron las aptitudes agrícolas de ellos.

La superficie total de riego que se encuentra a menos de 100 m.c.a de elevación con respecto a la cota de los canales Canelillo y Costero Sur resultó ser de 1155 ha. Esta superficie se desglosa de la siguiente manera:

- Superficie regada desde Canal Canelillo :	774 ha
- Superficie regada desde Canal Costero Sur:	381 ha
TOTAL	1155 ha

2.9.2 Metodología para definir el proyecto de bombeo

El proyecto de bombeo desde los canales Canelillo y Costero Sur se definió a través del siguiente procedimiento:

a) Mediante el plano del estudio de suelos se definieron las superficies a regar por bombeo.

   Estas superficies se encuentran dispersas a lo largo de los trazados de estos canales. Por tal motivo fue necesario disponer de 9 estaciones de bombeo independientes.

b) Se determinaron las necesidades de agua de las diferentes zonas que serían regadas por bombeo para todos los meses del año, utilizando la tasa de evapotranspiración correspondiente a cada mes. Estos caudales fueron mayorados por el factor 24/16, ya que se consideró que el riego por bombeo se realizaría durante 16 horas diarias.

c) Los diámetros de las impulsiones fueron calculados para los requerimientos de agua en el mes de máxima demanda (enero).

d) Las impulsiones deben cumplir con los siguientes requisitos hidráulicos:

- la velocidad en la aducción no debe superar los 3 m/s
- la pérdida de carga total de cada impulsión no debe exceder los 15 m.c.a.
- para el cálculo de las pérdidas de carga se utilizó la fórmula de Hazen y Williams

$$Q = 278,5 \times C \times D^{2,63} \times J^{0,54}$$

en donde:

Q = caudal (l/s)
C = coeficiente de rugosidad (150 para tuberías de PVC)
D = diámetro interior de la tubería (m)
J = pérdida de carga unitaria (m/m)

Las pérdidas de carga singular se supusieron iguales a un 10 % de las pérdidas de carga friccionales.

e) Se utilizarán tuberías de PVC. Cuando los requerimientos hidráulicos sean superiores a las características nominales de estos tubos de PVC, existentes en plaza, se usarán tubos de acero.

f) Las características geométricas de las impulsiones (longitudes y desniveles) se obtuvieron de los planos aerofotogramétricos a escala 1:20.000 ejecutados por la empresa Geoingeniería Ltda. en el año 1992.

g) La altura de elevación de las bombas se calculó para un caudal igual a 24/16 del caudal del mes de máxima demanda.

h) Para el cálculo de la potencia de las bombas se empleó la fórmula $P_b = 15 \times Q \times H_b$ en donde Q es el caudal a impulsar en m^3/s, H_b es la altura de elevación de las bombas en m y P_b es la potencia requerida por las bombas en KW.

i) Se supuso una vida útil de 15 años para los equipos motobombas.

2.9.3 Resultados

En la página siguiente, sobre la base de los supuestos antes mencionados se presenta un cuadro resumen de las características del bombeo desde los canales Canelillo y Costero Sur correspondientes al Sistema de Riego A. Es importante recalcar que las impulsiones fueron diseñadas para el mes de máxima demanda.

PROYECTO CHOAPA

SISTEMA DE RIEGO A

CARACTERISTICAS DEL BOMBEO DESDE LOS CANALES CANELILLO Y COSTERO SUR

Sector Nº		S (ha)	T.R. mes máx. dem. ($m^3/s/ha$)	Q may. (l/s)	L (m)	D.C.G. (m)	De (mm)	e (mm)	Di (mm)	Material	J (m/m)	Pt (m)	Hb (m)	P inst. (kw)	Eb (kwh/año)
Canelillo	1	12.0	0.001024	18.0	400.0	35.0	110	2.2	105.6	PVC	0.03238	14.25	49.2	13.3	28 489
	2	299.0	0.001024	460.0	350.0	68.0	450	4.5	441.0	ACERO	0.01355	5.22	73.2	505.2	1 097 677
	3	104.0	0.001024	160.0	140.0	55.0	315	9.2	296.6	PVC	0.01247	1.92	56.9	136.6	297 445
	4	14.0	0.001024	22.0	800.0	75.0	160	7.7	144.6	PVC	0.01007	8.87	83.9	27.7	59 026
	5	99.0	0.001024	160.0	270.0	55.0	315	9.2	296.6	PVC	0.01143	3.39	58.4	140.1	291 071
	6	203.0	0.001024	320.0	510.0	85.0	400	4.5	391.0	ACERO	0.01191	6.68	91.7	440.1	934 323
	7	43.0	0.001024	66.0	400.0	85.0	200	9.6	180.8	PVC	0.02639	11.61	96.6	95.6	205 857
Total Canelillo		**774.0**												**1 358.6**	**2 913 887**
(*) Costero Sur	8	381.0	0.001024	600.0	140.0	15.0	500	4.5	491.0	ACERO	0.01258	1.94	16.9	152.4	323 515
	8'	127.0	0.001024	196.0	770.0	55.0	355	4.5	346.0	ACERO	0.00904	7.66	62.7	184.2	398 961
Total Costero Sur		**381.0**												**336.6**	**722 476**
TOTAL		**1 155.0**												**1 695.3**	**3 636 363**

Nomenclatura :

S = Superficie de Riego del sector (ha)

T.R. = Tasa de Riego en el mes de máxima demanda (Enero) ($m^3/s/ha$)

Q may. = Caudales mayorados requeridos para el riego del sector (l/s)

L = Longitud de las impulsiones (m)

D.C.G. = Diferencia de cota geométrica entre la planta de bombeo y el punto a elevar (m)

De = Diámetro exterior de la tubería de impulsión (mm)

e = Espesor de la tubería de impulsión (mm)

Di = Diámetro interior de la tubería de impulsión (mm)

J = Pérdida de carga unitaria en la impulsión (m/m)

Pt = Pérdida de carga total en la impulsión incluyendo pérdidas singulares (m)

Hb = Altura de elevación de las bombas (m)

Pinst. = Potencia instalada requerida por el sector de riego (kw)

Eb = Energía requerida por el sector de riego en un año (kwh/año)

Nota (*) : Debido a la forma de la superficie del sector 8 se utilizó un bombeo en serie. En el primer escalón se impulsó el agua de toda la superficie del sector (381 ha). En el segundo escalón se bombeó el agua para regar sólo 127 ha.

INGENDESA

2.10 PROYECTO DE BOMBEO DESDE LOS ACUIFEROS

2.10.1 Introducción

En el contexto del Proyecto Choapa se han elegido dos alternativas de riego integral a ser estudiadas, ellas son :

Sistema de Riego A:

Sistema de Riego B:

Estos sistemas comprenden riegos con aguas superficiales, reguladas a base de embalses y complementados con aguas subterráneas, captadas mediante pozos profundos.

El valle del río Choapa se ha dividido en Zonas de Riego denominadas "A", "B", "C" y "D" que comprenden las áreas que se indican a continuación:

Zona A : Comprende los terrenos ubicados aguas arriba de Salamanca pasando por Cuncumen y alcanzando los valles de los ríos Cuncumen y Del Valle.

Zona B : Corresponde a terrenos ubicados aguas arriba de la junta del río Choapa con el Illapel hasta Salamanca, e incluye el valle del río Chalinga.

Zona C : En este sector se encuentran los terrenos del Valle del río Illapel.

Zona D : Corresponde a los sectores ubicados aguas abajo de la junta del Choapa con el río Illapel (Las Juntas) hasta Desembocadura, incluyendo los interfluvios costeros.

En el capítulo 7.1 denominado "Modelo Operacional de Aguas Superficiales" se entregan las razones técnicas que motivaron esta división de áreas.

El riego con aguas subterráneas, se efectúa como complemento del riego con aguas superficiales, estas últimas reguladas en base a embalses. El apoyo con aguas subterráneas se realiza en algunas sub-zonas (o sectores) de las Zonas A, B y C. La Zona D no considera riegos en base a aguas subterráneas.

ZONAS DONDE SE USAN AGUAS SUBTERRANEAS

En los párrafos siguientes se muestran las zonas donde se utilizan recursos hídricos subterráneos para el riego.

Zona A: Comprende desde Salamanca hacia aguas arriba, incluye valles de los ríos Cuncumén y del Valle.

Sector SA03. Ubicado en la ribera derecha del río Choapa, entre la quebrada Culenco y el estero Quelén.

Sector SA04. Ubicado en la ribera derecha del río Choapa y además comprende el valle del estero Manque.

Sector SA06. Ubicado en la ribera derecha del río Choapa entre las quebradas Barraco y Jorquera.

Sector SA07. En la ribera izquierda del río Choapa y comprende el valle del estero Quelén, próximo a su confluencia con el río Choapa.

Sector SA08. Ubicado en la ribera derecha del río Choapa entre la quebrada Jorquera y el río Chalinga.

Sector SA09 Ubicados en la ribera izquierda del río Choapa entre el estero Quelén y la ciudad de Salamanca.

Zona B: Comprende los terrenos aguas arriba de la Junta del río Illapel con el río Choapa hasta Salamanca y además considera el valle del río Chalinga.

Sector SB01. Ubicado en la parte alta del río Chalinga aguas arriba de Cunlagua en las cercanías de San Agustín.

Zona C: Considera todo el valle del río Illapel

Sector SC04. Ubicado en la ribera sur del río Illapel, entre el río Carén y la desembocadura del canal Cocinera.

Sector SC05. Ubicado en la ribera norte del río Illapel, entre la bocatoma del canal Cocinera y el estero Aucó.

Sector SC06. Ubicado en la ribera sur del río Illapel, entre la unión del canal Turbina con el canal Cocinera y el estero Aucó.

2.10.2 Características y distribución de pozos tipo

Las características físicas de los pozos de bombeo dependen de la ubicación geográfica en que ellos se instalen.

El estudio hidrogeológico realizado por el Consultor ha permitido diferenciar pozos tipo que se pueden construir en las distintas Zonas de Riego (A, B y C) como asimismo en las sub-zonas o sectores (SA03, SA04, SA06 .... SC06) deficitarios de aguas superficiales y que son apoyados para el riego por bombeos desde los acuíferos.

En el Cuadro N° 6.2.4-1, se presentan los Pozos Tipo, asociados a cada Sector de Riego.

Algunos sectores presentan uno o más pozos tipo de acuerdo a las caracteristicas de sus acuíferos.

Cuadro N° 6.2.4-1

SECTOR	POZO TIPO	PROF. (m)	CAUDAL l/s	N.D. (m)
SA03	A	100	70	30
SA03	B	60	35	20
SA04	C	80	40	25
SA04	D	60	25	20
SA06	E	100	60	25
SA07	D	60	25	20
SA08	E	100	60	25
SA09	E	100	60	25
SB01	F	50	10	20
SC04	G	40	6	20
SC05	H	70	30	35
SC06	H	70	30	35

2.10.3 Volúmenes a Bombear en los Sistemas de Riego A y B

Mediante la Operación Simulada del Sistema de Riego del presente Proyecto Choapa, se han determinado los volúmenes necesarios a bombear desde los acuíferos, de tal manera que puedan complementar a las aguas superficiales con una seguridad 85% para el riego de los sectores.

Estos volúmenes bombeados se han simulado durante 39 años en forma mensual para el período que abarca los años 1950 a 1989.

Los volúmenes bombeados han resultado de igual magnitud, tanto para el Sistema de Riego A como para el Sistema de Riego B. Por lo tanto, el costo de los pozos en ambos sistemas A y B es igual y su razón se debe a que son bombeos desde los mismos acuíferos ubicados en terrenos aguas arriba del alcance de los embalses superficiales.

Los volúmenes requeridos de bombear se han detallado mes a mes y se presentan en el Anexo 6.3-1.

En el Cuadro N° 6.2.4-2 se presentan los resúmenes de los volúmenes bombeados para los distintos sectores de riego donde ello se requiere.

Cuadro N° 6.2.4-2

Sector Riego	VOLUMENES BOMBEADOS (Mill m3) Mes Max.	Anual Max.	Anual Prom.
SA03	0,71	0,96	0,30
SA04	0,20	0,20	0,10
SA06	0,64	0,96	0,22
SA07	0,54	0,59	0,13
SA08	2,30	8,06	3,76
SA09	0,86	1,67	0,47
SB01	2,78	10,93	5,85
SC04	0,58	1,00	0,18
SC05	0,41	1,27	0,32
SC06	3,57	13,56	6,32

2.10.4 Determinación de la Cantidad de Pozos por Sector

El número de Pozos que se deben ejecutar en cada Sector se obtiene para el mes en que la demanda es mayor, que generalmente corresponde a Enero y salvo un caso que correspondió a Febrero. De la modelación mensual durante 39 años se ha obtenido el mes de máxima demanda.

Se ha supuesto que las bombas funcionan durante 18 horas diarias en el mes de máximo consumo.

Cuadro N° 6.2.4-3
Características de Pozos Tipo y N° de ellos por sector.

SECTOR	POZO TIPO	PROF. (m)	Caudal l/s	N.D. (m)	Rendim. m3/hr	Demanda mes max Mill m3	Volumen Extraido/pozo Mesmax(Hm3)	Nro Pozos sector
SA03	A	100	70	30	252	0,71	0,136	6
SA03	B	60	35	20	126	0,71	0,068	11
SA04	C	80	40	25	144	0,2	0,080	3
SA04	D	60	25	20	90	0,2	0,049	5
SA06	E	100	60	25	216	0,64	0,117	6
SA07	D	60	25	20	90	0,54	0,053	11
SA08	E	100	60	25	216	2,3	0,121	20
SA09	E	100	60	25	216	0,86	0,117	8
SB01	F	50	10	20	36	2,78	0,021	136
SC04	G	40	6	20	21,6	0,58	0,013	46
SC05	H	70	30	35	108	0,41	0,058	8
SC06	H	70	30	35	108	3,57	0,060	60

De acuerdo a lo indicado en el Cuadro N° 6.2.4-3 se tiene que el número de pozos por sector varía entre 3 y 136 pozos por sector. Siendo el sector SB01 el de mayor número de pozos, producto de la mayor demanda y además del menor caudal entregado por pozo.

2.10.5 Programa de Construcción de Pozos

La construcción de los pozos se ha considerado ejecutarlos durante los 5 años siguientes a la puesta en servicio de los embalses, vale decir, entre los años 4 y 8 del proyecto.

Los porcentajes construidos se han asumido de acuerdo a la siguiente tabla:

Año	4	5	6	7	8
% Construido	5%	10%	20%	30%	35%

2.11 PROYECTO DE DRENAJE

De acuerdo a los antecedentes del Capítulo 6.1.3 "Estudio de Reconocimiento de Posibilidades - Obras de Drenaje" se tiene un total de 1182,5 ha en todo el valle del Choapa, que presentan

deficiencias de drenaje. Ellas se distribuyen heterogéneamente, tanto en su grado de deficiencia (IIw, IIIw o IVw), como en su distribución espacial. Lo anterior se muestra en el cuadro 6.2.4-4.

Cuadro 6.2.4-4: Areas deficitarias de Drenaje del Proyecto Choapa.

	AREAS deficitarias de drenaje (Ha)			
	IIw	IIIw	IVw	Total
Costa	0.0	323.0	0.0	323.0
Intermedia	190.0	423.0	36.0	649.0
Interior	42.4	157.0	11.1	210.5
Sumas	232.4	903.0	47.1	1182.5

El proyecto de drenaje para los predios tipo fue definido en el mismo capítulo 6.1.3 ya mencionado.

3. SISTEMA DE RIEGO "B"

En el Capítulo 6.1.6 se señalaron las obras principales que se consideraban incluidas en el Sistema de Riego "B".

El esquema propuesto inicialmente ha tenido algunos cambios que han surgido con el avance del estudio, los que se explican a continuación:

Los embalses Las Astas y Cerrillos están ubicados a cotas muy similares y las posibles áreas de influencia de riego son prácticamente las mismas. La ejecución del embalse Las Astas representa un volumen de regulación de unos 34 millones de m^3, el cual podría ser reemplazado por el embalse Cerrillos subiendo su cota de coronamiento en unos 2,2 m. El costo estimado de este pequeño incremento de altura de presa es obviamente inferior al costo de la presa Las Astas y su sistema de canales asociados. Por tal motivo, esta presa fue eliminada del Sistema de Riego "B".

En relación con el canal matriz Corrales vale lo mismo expuesto en el punto 2, es decir, en el Sistema de Riego "B" el canal matriz Corrales llegaría también hasta el río Chalinga.

Como resultado del análisis de optimización del conjunto de obras que constituían el Sistema de Riego "B" resultó una simplificación en el número de obras de este sistema lo que se

traduce en una disminución de la inversión y en sus costos de operación y mantención.

El Sistema de Riego "B" ha quedado entonces constituido por las siguientes obras:

- Embalse Cerrillos	
- Embalse Corrales	
- Canal Alimentador Corrales	- Bocatoma - Sifón Quelén - Túnel Corrales
- Canal Matriz Corrales	- Sifón Salamanca
- Canal Choapa	- Bocatoma - Sifón Choapa Illapel - Canal Choapa Illapel
- Canal Mincha	- Bocatoma - Sifón Canelillo Atelcura
- Canal Costero Norte	- Sifón La Canela
- Canal Costero Sur	- Sifón Mincha - Sifón Millahue

Este Sistema de Riego B se muestra en la Figura 6.2.4-2.

FIGURA 6.2.4-2

PROYECTO CHOAPA

ESQUEMA BASICO DEL SISTEMA DE RIEGO "B"
EMBALSE:CERRILLOS Y CORRALES

OCEANO PACIFICO

CANAL COSTERO NORTE

CANAL COSTERO SUR

EST. DE LA CANELA

QDA. AGUA FRIA

SIFON LA CANELA

SIFON MINCHA ATELCURA

SIFON CHOAPA ATELCURA

QDA. ATELCURA

HUENTELAUQUEN

SIFON MINCHA

SIFON MILLAHUE

CANAL MINCHA

CANAL CHOAPA

QDA. JORQUERA

RIO CHOAPA

ESTERO MILLAHUE

ESTERO AUCO

RIO ILLAPEL

ILLAPEL

CANAL CHOAPA ILLAPEL

SIFON CHOAPA ILLAPEL

RIO ILLAPEL

RIO CAREN

N

EST. LAS CAÑAS

CANAL BUZETA

EMBALSE CERRILLOS

QDA. QUILMENCO

EST. CUNLAGUA

RIO CHALINGA

EST. TOME

SALAMANCA

SIFON SALAMANCA

BOCATOMA

CANAL BUZETA

SIFON CAMISAS EXISTENTE

EST. CAMISAS

CANAL CORRALES

EST. LIMAHUIDA

CANAL ALIMENTADOR CORRALES

RIO CUNCUMEN

EST. TENCADAN

RIO CHOAPA

SIFON QUELEN

TUNEL CORRALES

ESTERO QUELEN

BOCATOMA

EMBALSE CORRALES

EST. DURAZN

LOS VILOS

SIMBOLOGIA

- EMBALSE
- TUNEL
- SIFON
- CANAL DE RIEGO
- CANAL ALIMENTADOR
- BOCATOMA

3.1 EMBALSE CERRILLOS

3.1.1 Introducción

El proyecto del embalse Cerrillos se encuentra ubicado en la cuenca del río Choapa. Su presa se localizaría a 1 km aguas arriba de la confluencia del estero Limáhuida con el río Choapa. Esta angostura presenta en ambas laderas afloramientos de roca granítica. En su parte inferior, por ambos lados, existe un pequeño escombro de falda fácilmente removible. El ancho del río en esta angostura es de aproximadamente 280 m.

Las características principales de este embalse se encuentran en el subcapítulo 6.1.1 Obras de Regulación.

3.1.2 Antecedentes Generales

3.1.2.1 Antecedentes Topográficos

Los planos que se han utilizado para la realización del diseño de prefactibilidad son los siguientes:

- Planchetas a escala 1:50.000 del IGM.
- Planos aerofotogramétricos a escala 1:10.000 de la zona del embalse realizados por la empresa Geoingeniería Ltda. en el año 1992 para la Comisión Nacional de Riego.
- Plano aerofotogramétrico a escala 1:2.000 de la zona de la presa con curvas de nivel cada 2 metros, ejecutado por INGENDESA.

3.1.2.2 Antecedentes Hidrológicos

Para el diseño de prefactibilidad se han preparado los siguientes antecedentes hidrológicos:

- Estadística de caudales medios mensuales en m^3/s del río Choapa en embalse Cerrillos.
- Estadística de crecidas anuales. Caudales máximos instantáneos para períodos de retorno comprendidos entre 5 y 1000 años.
- Cálculo de la onda de la crecida de milenaria (TR= 1000 años).
- Estudio de sedimentación.

3.1.2.3 Antecedentes Geofísicos

La presa Cerrillos se ha diseñado teniendo en cuenta la visita a terreno de un especialista en geotecnia, la geomorfología del área y las prospecciones realizadas.

Las prospecciones realizadas son las que se indican a continuación:

a) Pozos de reconocimiento
Se hicieron 4 pozos denominados PzCe-1 al PzCe-4.

En todos ellos se llegó a la roca, a excepción del PzCe-3 que no pudo continuarse por exceso de agua en el pozo.

b) Prospecciones Geofísicas

Se ejecutaron 4 perfiles sísmicos longitudinales denominados FCe-2 al FC3-5 y 2 perfiles sísmicos transversales al lecho del río denominados FCe-6 y FCe-7. También se hicieron 3 sondajes geoeléctricos verticales, el SEV-1 y SEV-5 en la ribera izquierda y el SEV-2 en la ribera derecha.

Las prospecciones realizadas permiten aseverar que esta angostura tiene la roca basal muy superficial, siendo su máxima profundidad del orden de los 18 m. Este hecho modificó el esquema de impermeabilización de la presa planteado en el Capítulo 6.1.1. Los nuevos antecedentes geotécnicos hacen posible apoyar la pantalla impermeable directamente sobre la roca basal, eliminándose la pared moldeada prevista inicialmente.

En general, se puede decir que las características geotécnicas son mucho mejores que las previstas inicialmente y que ratifican plenamente la elección del tipo de presa sugerido inicialmente para esta angostura.

3.1.3 Determinación de la altura de la presa

Para definir la altura de esta presa, se ha procedido análogamente a como se han determinado las alturas de presas de las angosturas anteriores.

El área de influencia definida para esta presa es toda la superficie ubicada bajo la cota del canal Choapa existente, la cual incluye los terrenos ubicados a ambos lados del río Choapa hasta el mar. Además, se agrega la superficie del valle del río Illapel por ambos lados de este cauce comprendida entre la

ciudad de Illapel y la confluencia con el río Choapa. Asimismo, forman parte del área asignada a este embalse los interfluvios costeros.

La modelación del Sistema B requiere para esta presa de un volumen de regulación V_R = 111,14 millones de m³.

Por otra parte, el volumen muerto definido por el estudio de sedimentación entrega para esta presa el valor V_M = 18,56 millones de m³. Así entonces el volumen total que debe retener el embalse de Cerrillos alcanza a la suma de V_T = 129,7 millones de m³.

Este gran volumen resulta de lograr la seguridad 85%, como sistema, para regar toda la gran extensión de área asignada a éste embalse.

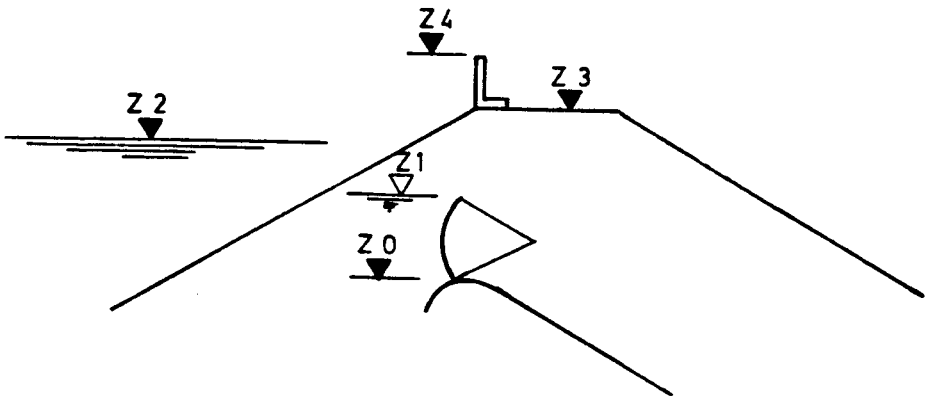
El volumen antes mencionado (129,7 millones de m³) expresado en términos de cota de agua en el embalse resulta ser la 344,0 m s.n.m. A este nivel se le ha definido como nivel máximo normal de operación.

Para definir la cota de coronamiento de la presa, se impuso la condición de que la crecida milenaria pasara a través del vertedero de la presa con un nivel máximo eventual superior en 1 m con respecto al nivel máximo normal.

Además, sobre este nivel máximo eventual, se consideró una altura de ola y una revancha adicional.

La altura de ola para un Fetch de 8,5 km resulta ser del orden de 1,4 m. Se utilizó el criterio del Bureau of Reclamation para evaluar esta altura. Adicionalmente se agregó una revancha la cual fue estimada, dada la importancia de esta presa para el Sistema de Riego B en 3,1 m.

El esquema siguiente resume el sistema de cotas adoptado para el coronamiento de la presa Cerrillos.



Z0 = nivel del umbral del vertedero = 331,1 m s.n.m.
Z1 = nivel máximo normal = 344,0 m s.n.m.
Z2 = nivel máximo eventual = 345,0 m s.n.m.
Z3 = cota coronamiento = 349,5 m s.n.m.
Z4 = cota máxima del muro = 351,0 m s.n.m.
cota de fondo en eje presa = 291,0 m s.n.m.
nivel mínimo de operación = 316,1 m s.n.m.

3.1.4 Definición del tipo de muro

Esta presa cuenta con las mismas características que permitieron definir un muro C.F.R.D. en las angosturas de Corrales y Las Astas.

Este tipo de muro resulta más económico cuando la pantalla de hormigón puede apoyarse directamente en la roca basal, lo que es posible hacer en este caso.

Las prospecciones sísmicas realizadas indican que la roca estaría prácticamente aflorando en el lecho por el lado derecho del valle y que la máxima profundidad en la angostura será de unos 18 m.

Si además se agrega que en ambas laderas del valle hay afloramientos rocosos, y que los pozos excavados muestran una pequeña cobertura de material suelto, es indudable que se tendrá un muy buen apoyo para el plinto de la pantalla impermeable a todo lo largo de su fundación.

En cuanto a los materiales pétreos necesarios para rellenar el espaldón de la presa, éstos se encuentran en abundancia en el propio lecho del río Choapa a ambos lados de la angostura elegida para la presa.

Asimismo, los materiales para el filtro de apoyo y para la pantalla de hormigón, también se obtendrían del material fluvial existente en el cauce del río.

3.1.5 Diseño de prefactibilidad de las obras de embalse

La presa de Cerrillos y sus obras anexas se muestran en los planos denominados "Embalse Cerrillos. Sistema de Riego B. Presa de Enrocado con Pantalla de Hormigón" (643-10d2-3 L1/2) y "Embalse Cerrillos. Sistema de Riego B. Vertedero, Obras de Desviación y Entrega" (643-10d2-3 L2/2).

Las obras principales de este embalse son las siguientes:

- Presa Cerrillos — H = 58,5 m; Tipo: C.F.R.D.
- Vertedero evacuador de crecidas — Q= 3220 m^3/s (regulado, TR=1000 años); Tipo: Frontal
- Túnel de desviación — Q = 240 m^3/s (TR= 20 años, L= 388 m)
- Obra de entrega a riego — Q = 12,5 m^3/s

Cabe hacer notar que el canal matriz Choapa es el canal que extrae el agua desde este embalse y debido a que su cota está a la 337 m s.n.m. el nivel del embase Cerrillos podría estar bajo o sobre él.

Este hecho hace necesario diseñar una obra especial de entrega desde el embalse hacia el canal Choapa existente, que permita entregar la dotación total del Canal en cualquiera situación de nivel que exista en el embalse. Para esto se ha dispuesto una obra de entrega mixta que es capaz de disipar la energía excedente cuando los niveles del embalse son mayores que los del canal, mediante un sistema de válvulas Howell Bunger, o bien entregar la energía deficitaria cuando los niveles del embalse sean inferiores a los del canal, mediante un sistema de impulsión con bombas. Este sistema de bombas sería parte integrante del conjunto de obras del embalse.

3.2 EMBALSE CORRALES

3.2.1 Introducción

El Sistema de Riego B requiere de un embalse Corrales mucho más pequeño que el Sistema de Riego A.

No obstante lo anterior, es obvio que se usará la misma angostura y el mismo tipo de presa para almacenar el volumen de regulación requerido por este embalse.

3.2.2 Antecedentes Generales

Los antecedentes topográficos, hidrológicos y geotécnicos son los mismos ya indicados para la presa ubicada en esta angostura, en el Sistema de Riego A.

3.2.3 Determinación de la altura de la presa

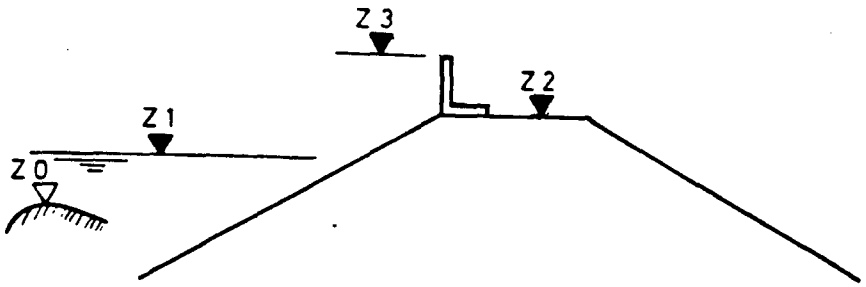
Para definir la altura de esta presa se usó la misma metodología antes expuesta.

El volumen de regulación indicado por el Modelo de Simulación Operacional del Riego para el Sistema de Riego B, resulta de 26,78 millones de m^3. Conocido el volumen de sedimentos de 1,42 millones de m^3 se calcula el volumen total que debe retener esta presa, el que sería de V_T = 28,20 millones de m^3. Este volumen expresado en términos de cota de agua en el embalse, resulta ser la cota 736,1 m s.n.m.

Este nivel corresponde al umbral del vertedero evacuador de crecidas y se le ha denominado nivel máximo normal de operación.

Dado que el vertedero es el mismo y el caudal máximo de diseño es prácticametne igual al considerado en la presa Corrales para el Sistema de Riego A, se ha adoptado la misma carga en el vertedero, altura de ola y revancha que en el caso antes mencionado.

El esquema siguiente resume el sistema de cotas adoptado para el coronamiento de la presa Corrales para el Sistema de Riego B.



Z0 =	nivel máximo normal	= 736,1	m s.n.m.
Z1 =	nivel máximo eventual	= 737,8	m s.n.m.
Z2 =	cota de coronamiento	= 739,0	m s.n.m.
Z3 =	cota máxima del muro	= 740,5	m s.n.m.
	cota de fondo en eje presa	= 677,0	m s.n.m.
	nivel mínimo operación	= 699,2	m s.n.m.

3.2.4 Definición del tipo de muro

El tipo de muro recomendado para esta presa es el mismo de la presa Corrales para el caso del Sistema de Riego A.

3.2.5 Diseño de Prefactibilidad de las obras del embalse

Las obras hidráulicas asociadas a la presa Corrales para el Sistema B se muestran en el plano denominado "Embalse Corrales. Sistema de Riego B. Presa de Enrocado con Pantalla de Hormigón" (643-10d2-4).

Las principales características de estas obras son las siguientes:

- Presa Corrales B : H = 62,0 m
  Tipo: C.F.R.D.
- Vertedero Evac. de Crecidas: Q= 593 m³/s (Regulado, TR= 1000 años)
  Tipo: lateral
- Túnel de desviación: Q = 105 m³/s (TR= 20 años); L= 296 m

- Obra de entrega a riego : $Q = 2,9\ m^3/s$

3.3 CANAL ALIMENTADOR CORRALES

Este canal tendría las mismas características y trazado que el canal Alimentador Corrales del Sistema de Riego A, sólo variaría su caudal de diseño, que en este caso sería de 2 m^3/s. Tendría una parte excavada en roca de sección trapecial de taludes 1/3 y ancho basal de 1,6 m, y otra excavada en tierra con una sección trapecial de taludes 1/1 y ancho basal de 1,2 m. El trazado de este canal se muestra en el plano denominado "Canal Alimentador Corrales. Sistemas de Riego A y B" (643-24d2-1).

3.4 CANAL MATRIZ CORRALES

Este canal tendría las mismas características y trazado que el canal matriz Corrales del Sistema de Riego A y a diferencia de él riega en general terrenos del valle del río Choapa ubicados aguas arriba del embalse Cerrillos y también los situados aguas abajo de este embalse regados por el canal Buzeta.

Este canal tiene dos tramos. El tramo 1, que se iniciaría en la obra de entrega del embalse Corrales y que terminaría en la descarga hacia el canal Buzeta en el sifón Camisas, tendría una pendiente de i = 0,0005, estaría diseñado para un caudal de 2,9 m^3/s, una parte sería excavado en roca y tendría una sección trapecial de taludes 1/3 y ancho basal de 1,8 m y otra parte sería excavada en tierra y tendría una sección trapecial de taludes 1/1 y ancho basal 1,4 m.

El tramo 2, que se iniciaría en la descarga del canal Buzeta, estaría diseñado para un caudal de 1,0 m^3/s. Una parte de él sería excavada en roca con una pendiente de i = 0,0007, tendría una sección trapecial de taludes 1/3 y ancho basal de 1,3 m. Otra parte sería excavada en tierra con una pendiente de i=0,0005, tendría una sección trapecial de taludes 1/1 y ancho basal de 1,0 m. El trazado de este canal se muestra en el plano denominado "Canal Matriz Corrales. Sistemas de Riego A y B" (643-24d2-2).

3.5 CANAL CHOAPA

Este canal sería construido para regar con aguas provenientes del embalse Cerrillos los sectores bajos del valle del río Illapel,ubicados aguas abajo de la ciudad de Illapel, el sector denominado de Las Comunidades, los interfluvios costeros. Para

transportar el agua para regar todos estos terrenos requiere un caudal de diseño de 12,5 m³/s. Esto implicaría que si se quiere utilizar el canal construido se requeriría ampliar considerablemente su sección.

Similar al canal Choapa del Sistema de Riego A, este canal también se ha dividido en los siguientes tramos:

- Canal Choapa 1ª Sección
- Canal Choapa Illapel
- Canal Choapa 2ª Sección

3.5.1 Canal Choapa 1ª Sección

Este canal también correspondería a la parte del canal Choapa que está construida. Su comienzo estaría en la obra de entrega de la presa del embalse Cerrillos. La sección del canal debería ser ampliada para permitir el transporte del caudal de 12,5 m³/s que debe conducir. Como la pendiente del canal es i = 0,0005, y su trazado no se modificaría, se obtendría que su nueva sección sería en los tramos excavados en roca, trapecial de taludes 1/3, con ancho basal de 3,3 m, y en los tramos excavados en tierra sería trapecial con taludes 1/1 y ancho basal de 2,4 m. El trazado de este canal se muestra en el plano denominado "Canal Choapa 1ª Sección. Sistema de Riego B y Canal Choapa-Illapel. Sistemas de Riego A y B" (643-24d2-3).

El sifón Choapa Illapel, con que terminaría este tramo, tendría las mismas características de apoyo que las del Sistema de Riego A, pero su caudal de diseño sería de 10,5 m³/s. El diseño de las obras de este sifón se muestra en el plano denominado "Sifón Choapa-Illapel. Sistema de Riego B" (643-25d2-1).

3.5.2 Canal Choapa Illapel

Es el mismo definido para el Sistema de Riego A en el punto 2.5.2. Su trazado se muestra en el plano denominado "Canal Choapa 1ª Sección. Sistema de Riego B y Canal Choapa-Illapel. Sistemas de Riego A y B" (643-24d2-3).

3.5.3 Canal Choapa 2ª Sección

Este canal, que se iniciaría a continuación de la cámara de salida del sifón Choapa Illapel, serviría para transportar el agua para regar las Comunidades y los Interfluvios Costeros. Tendría una longitud total de 81,4 km y constaría de dos tramos; el primero llegaría hasta la quebrada Jorquera, donde

entregaría las aguas para el canal Mincha, y el segundo continuaría para regar las Comunidades.

El primer tramo sería diseñado para un caudal de 9,4 m^3/s, tendría una longitud de 40,5 km y su sección en roca sería trapecial con taludes 1/3 y ancho basal 2,9 m, su pendiente sería de i = 0,0005. Su sección excavada en tierra sería trapecial con taludes 1/1 y ancho basal 2,1 m y tendría la misma pendiente.

El segundo tramo sería diseñado para un caudal de 2,0 m^3/s, tendría una longitud de 40,9 km y su sección excavada en roca sería trapecial con taludes 1/3 y ancho basal de 1,6 m. Su pendiente también sería de i = 0,0005.

En los tramos excavados en tierra su sección trapecial tendría taludes 1/1 y un ancho basal de 1,2 m y la misma pendiente. El trazado de este canal se muestra en el plano denominado "Canal Choapa 2ª Sección. Sistemas de Riego A y B" (643-24d2-4).

3.6 CANAL MINCHA

El caudal entregado por el canal Choapa 2ª Sección a la quebrada Jorquera sería captado mediante una bocatoma en esta quebrada en el mismo lugar que el canal Canelillo del Sistema de Riego A cruzaría esta quebrada. Luego el canal Mincha tendría el mismo trazado que el canal Canelillo hasta llegar al punto en que entregaría sus aguas a los canales Costero Norte y Costero Sur.

El canal Mincha sería diseñado para un caudal de 7,4 m^3/s, tendría una longitud de 16,3 km y su sección excavada en roca sería trapecial de taludes 1/3 y ancho basal 2,6 m. Su pendiente sería de i = 0,0005. El trazado de este canal se muestra en el plano denominado "Canal Canelillo. Sistema de Riego A y Canal Mincha. Sistema de Riego B" (643-24d2-5).

En los tramos excavados en tierra su sección sería trapecial con taludes 1/1 y con ancho de 2,0 m y tendría la misma pendiente.

3.7 CANAL COSTERO NORTE

Es el mismo definido para el Sistema de Riego A en el punto 2.7. Su trazado se muestra en el plano denominado "Canales Costero Norte y Sur. Sistemas de Riego A y B" (643-24d2-6).

3.8 CANAL COSTERO SUR

Es el mismo definido para el Sistema de Riego A en el punto 2.8. Su trazado se muestra en el plano denominado "Canales Costero Norte y Sur. Sistemas de Riego A y B" (643-24d2-6).

3.9 PROYECTO DE BOMBEO DESDE EL EMBALSE CERRILLOS

3.9.1 Introducción

El embalse Cerrillos debe entregar sus aguas al Canal Matriz Choapa 1ª Sección. La obra de entrega a este canal existente se ha dispuesto a la cota 336,5 m s.n.m., en donde se contempla un disipador de energía precediendo al canal.

Cuando el nivel del embalse se encuentra sobre la cota 336,5, la entrega a riego se realiza gravitacionalmente, sin embargo, en aquellos períodos en que el embalse está bajo la cota 336,5 y sobre el nivel mínimo de operación, que corresponde a la cota 316,1, debe bombearse sus aguas para efectuar la entrega al canal.

3.9.2 Definición del Proyecto de Bombeo

Como se mencionó en el punto 3.5 de este capítulo, el canal Choapa 1ª Sección, para el Sistema de Riego B, requiere un caudal de 12,5 m^3/s, por lo que se ha diseñado un sistema de bombeo especial cuyas obras están integradas en las obras del embalse Cerrillos.

Este Sistema de bombeo está compuesto por 10 Motobombas iguales capaces de elevar un caudal de 1,25 m^3/s a una altura manométrica de elevación de 25,5 m.c.a. con sus respectivas válvulas de regulación y control y su equipamiento eléctrico que consulta una subestación y una línea de transmisión. Se supuso una vida útil de 15 años para estos equipos. El diseño de estas obras se muestra en el plano denominado "Embalse Cerrillos. Sistema de Riego B. Vertedero, obras de desviación y entrega" (643-10d2-3 L2/2).

3.10 PROYECTO DE BOMBEO DESDE LOS ACUIFEROS

Es el mismo definido para el Sistema de Riego A en el punto 2.10.

3.11 PROYECTO DE DRENAJE

Es el mismo definido para el Sistema de Riego A en el punto 2.11.

4. SUBSISTEMA CANELA

4.1 INTRODUCCION

Los Sistemas de Riego, A o B, incorporan a esta práctica gran cantidad de superficie en lo que se denominó Sector Canela, formadas por terrazas altas y que, por posición, son actualmente de secano. Estos terrenos pertenecen a varias Comunidades Agrícolas, integrados por pequeños agricultores, identificados en todos los estudios sociológicos como componentes de la extrema pobreza del país.

Por la condición de secano, estos terrenos suelen aprovecharse en forma comunitaria para el pastoreo de ganado caprino y eventuales siembras de trigo, en años de altas precipitaciones.

El favorable impacto económico que provocaría la implementación del proyecto de riego en este sector traería aparejado cambios, muy significativos, en aspectos sociales y culturales.

Como ejemplo, podemos mencionar que el riego sólo lo realizan en terrenos, que se denominan "Goces Singulares", que se ubican en pequeñas terrazas en los bordes de ríos y esteros. Estos terrenos regados no son explotados en forma comunitaria, sino que en forma individual y, por sus pequeños tamaños, la producción se dedica al autoconsumo y autoinsumo.

La incorporación al riego de tierras comunitarias, que superan en cientos de veces las que poseen en la actualidad, deberá producir la definición en las Comunidades de las formas de propiedad que ellas tendrán, su distribución entre los comuneros, la forma de explotarlas, etc.

Las Comunidades Agrícolas del área del Estudio que serán favorecidas por el proyecto, cualquiera sea la alternativa elegida son: Cuz-Cuz, Coyuntagua, Tunga, Mincha, Huentelauquén, Atelcura, Agua Fría, etc.

Existen otras Comunidades Agrícolas y pequeños agricultores que no serán favorecidas con el Proyecto Integral, ubicadas en el valle del Estero Canela y afluentes, cauces que cuentan con muy pocos recursos hídricos para el riego y además, con muy baja seguridad de riego. Sin embargo, poseen recursos de suelo y clima para un desarrollo agrícola, siempre que cuenten con el

agua de riego, que colabore a sacarlos de su situación, de extrema pobreza. Estas zonas son las aledañas a los pueblos de Canela Alta y Baja.

En el Proyecto Integral de Riego no se consideró a estas zonas de Canela porque, evidentemente, se hace antieconómico llegar hasta allí con canales. Esto se debe a su ubicación tan alejada del resto de las áreas del proyecto, las características orográficas de la zona y por cota. Estas razones las han descartado del Proyecto, en cualesquiera de sus dos alternativas. Incluso, con su incorporación, se pone en riesgo la factibilidad económica global del Proyecto Integral de Riego para los valles principales como son Choapa, Illapel, etc. Sin embargo, por la importancia social que tendría asegurar el riego a las 170 hectáreas regadas, actualmente, en la zona del valle del estero Canela y, lograr la incorporación de otras 410 ha adicionales, se ha proyectado a un nivel más general y, en forma complementaria, lo que se ha denominado "SUB-SISTEMA CANELA".

4.2 HIPOTESIS BASICAS PARA DEFINIR EL RIEGO EN EL SUB-SISTEMA CANELA

El proyecto suplementario para la zona de Canela consiste en la extensión del canal Choapa, desde el estero Agua Fría, que es donde finaliza en el Proyecto Integral, hasta hacerlo terminar en el estero Canela aproximadamente a la cota 245 m s.n.m. A este tramo suplementario, que tiene una longitud de 53,6 kilómetros, se le denominó Canal Choapa-Canela.

Desafortunadamente, la superficie regable se ubica, casi en su totalidad, en cotas superiores a la 245 m s.n.m. Se ha considerado necesario una estación de bombeo que lleve el agua a presión, mediante ductos, hasta la cota 345 m s.n.m., (hasta Canela Alta), es decir, se ha limitado el área de influencia a todos los terrenos regables ubicados hasta 100 metros por sobre el punto en que el canal Choapa-Canela llega al valle del estero Canela.

Durante la etapa de reconocimiento de posibilidades de embalses, se seleccionó como embalse promisorio al denominado Canela Baja. Este embalse debería trabajar justamente en el área del Sub-Sistema Canela, sin embargo, debido a su ubicación en cota (aproximadamente 232 m s.n.m.) quedaría ubicado en la parte más baja del área de riego que serviría el Sub-Sistema Canela. Por otra parte, cabe señalar que la angostura de Canela Baja permite implantar una presa de tan sólo 34 m de altura, ya que con alturas mayores se inundaría el pueblo de Canela Baja. El volumen de regulación máximo admisible de este

embalse, sin inundar al pueblo de Canela Baja resulta ser de 17.3 millones de m^3, volumen que permite regar con 85 % de seguridad tan sólo 124 ha de las 580 que podrían regarse en el valle del estero Canela.

De lo anterior se concluye que para regar el Subsistema Canela se debe necesariamente recurrir a los aportes hídricos del río Choapa regulándolos en el embalse Corrales. Este embalse puede abastecer sin problemas la totalidad del recurso que requiere este Subsistema con un incremento de costo de presa muy pequeño.

Por esta razón, el embalse Canela Baja fue descartado del grupo de obras hidráulicas del Proyecto de Riego Choapa.

Como ya se dijo, la superficie que se podría regar con 85 % de seguridad en el área del estero Canela, mediante el canal Choapa Canela, asciende a la suma de 580 ha. Una parte de esta superficie sería regada gravitacionalmente y la otra a través de elevaciones mecánicas, las que se ubicarían en el canal, próximas a las terrazas altas que se desea regar.

Teniendo presente los altos costos de inversión y operación del Proyecto de Riego suplementario para el Sub-sistema Canela, éste debiera plantearse con un uso muy intensivo del recurso suelo, sólo con rubros de alta rentabilidad y elevado nivel tecnológico, acorde con las inversiones requeridas. Sin embargo, el uso de la tierra en este sub-sistema se ha proyectado en forma menos exigente en cuanto a intensidad y a nivel tecnológico, tomando en cuenta que los agricultores que deberán hacerse cargo de las explotaciones son actualmente comuneros de bajo nivel educacional, lo que los hace menos permeables a la capacitación y asistencia técnica. Además, su formación agrícola es netamente de secano, en base a la explotación de ganado caprino. No tienen, en general, una tradición de agricultura comercial de riego, siendo ésta muy pequeña y orientada al autoconsumo. El uso futuro de la tierra regada para el Sub-sistema Canela y las obras de riego que se deban ejecutar con sus presupuestos correspondientes se presentan en el capítulo 8.7.

6.2.5 OTROS USOS DE LAS OBRAS

1. INTRODUCCION

Bajo este punto el Consultor se ha abocado, para el caso del embalse Canelillo, a evaluar la factibilidad técnica de desarrollar un proyecto hidroeléctrico asociado al embalse antes mencionado.

2. CENTRAL HIDROELECTRICA CANELILLO

2.1 GENERALIDADES

Con el fin de obtener un beneficio adicional al de la construcción del embalse Canelillo, se ha considerado la posibilidad de instalar una central hidroeléctrica ubicada al pie de la presa y que utilice como aducción las mismas obras que se requieren para la entrega del agua de riego con las mínimas modificaciones necesarias para tal efecto.

Con este objeto se ha desarrollado el diseño preliminar de una central hidroeléctrica que aproveche los caudales demandados exclusivamente con fines de riego al embalse Canelillo.

Teniendo presente la finalidad del proyecto, el funcionamiento de la central hidroeléctrica debe necesariamente adaptarse a la forma de operación del embalse que determina las necesidades de riego.

En resumen, la capacidad de generación de la central está condicionada por las demandas de riego y las variaciones de nivel en el embalse.

2.2 LIMITACIONES DE LA OPERACION

Considerando los rangos aceptables en equipos hidroeléctricos del tamaño previsto, así como el efecto que la variación de los distintos parámetros tiene sobre su rendimiento, se determinaron las limitaciones de operación que afectarían al funcionamiento de la central hidroeléctrica.

Para determinar el caudal de diseño de la central se ha considerado que ésta no podrá funcionar con caudales inferiores a 0.45 del caudal de diseño. La central deberá detenerse cuando la altura baje de 0.65 de la altura de diseño y la potencia máxima que podrá entregar, en forma continua, es un 10 % superior a la potencia de diseño.

En la determinación de la potencia se consideró un rendimiento combinado de turbina, generador y transformador tal que el factor de potencia sea 8.5. Por lo anterior, la potencia P en kW queda dada por la relación:

$$P = 8.5 \; Q \cdot H_n$$

en que Q = caudal generado en m^3/s

y H_n = altura neta de generación en m.

2.3 DIMENSIONAMIENTO Y DISPOSICION GENERAL

Para definir las características de la central hidroeléctrica asociada al embalse Canelillo en estudio, se utilizaron los resultados dados por el Modelo de Simulación del Sistema Choapa, aplicado al período 1950 a 1989, para el caso definido en el capítulo 7.3, que corresponde al Sistema de Riego A.

Teniendo presente las variaciones de nivel que tendrá el embalse, las que normalmente consistirán en un descenso continuo a lo largo del período de riego y con el objeto de lograr un mayor tiempo de generación, se fijó la altura y el caudal de diseño en función de la generación anual de la central. Para este objeto se confeccionó la curva Energía Media Anual en función del Caudal de Diseño para una turbina que se incluye en la Figura 6.2.5-1.

Esta curva fue determinada utilizando la estadística de caudales entregados por el embalse Canelillo (Cuadro 6.2.5-1) y la estadística de niveles en el embalse (Cuadro 6.2.5-2).

Estas estadísticas se obtienen como resultados del Modelo de la Operación Simulada del Sistema Choapa.

Una vez conocidas las condiciones de niveles y caudales que tendrá el embalse a través de toda la estadística (40 años), se pueden deducir las siguientes estadísticas:

- Estadística de alturas brutas medias mensuales (Cuadro 6.2.5-3)
- Estadística de caudales generados por la central para los distintos Caudales de Diseño.
- Estadística de potencias para los distintos Caudales de Diseño.
- Estadística de energías para los distintos Caudales de Diseño.

De éstas últimas se incluye la estadística de energías para el Caudal de Diseño seleccionado (Cuadro 6.2.5-4).

Los parámetros de diseño de la central son los siguientes:

Q diseño	=	8,7 m^3/s
Altura bruta	=	27,2 m
Altura de diseño	=	24,0 m
Potencia de la central	=	1,78 MW
Diámetro tubería forzada D	=	1,60 m

Con los parámetros antes indicados se definieron las características de la turbina y del generador que resultaron ser las siguientes:

Turbina Francis eje horizontal de	1842 KW
Número específico N_S	303
1 generador de	1900 kVA
Velocidad de rotación "n"	375 r.p.m.
Nº polos del generador	16
GD^2 adoptado	10 ton. m^2
Velocidad de embalamiento	744 r.p.m.

Con estos equipos, a través de curvas tipo para centrales con turbinas Francis, se definieron las dimensiones de la casa de máquinas de la central y con ellas se efectuaron las cubicaciones de esta obra.

2.4 CONCLUSIONES

La central Canelillo tendría un factor de planta cercano a 0.4, lo que implica una baja utilización de la inversión hecha en la central.

Asimismo se constata que son 7 meses en el año (desde marzo a septiembre) en que esta central deberá detenerse, pues se visualiza que sería muy difícil establecer convenios de venta de energía en dichos meses.

Esta característica de la generación, la que sumada al reducido tamaño de la central, que se refleja en un negativo efecto de la economía de escala, trae como consecuencia que no resulta adecuado implementar esta obra como complemento del Sistema de Riego.

CUADRO 6.2.5-1

EMBALSE CANELILLO

CAUDALES DE OPERACION (m3/s)

(Incluye caudales entregados para riego y caudales vertidos)

AÑO	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	PROM
50/51	0.00	0.00	0.00	0.10	0.10	0.42	2.20	0.48	5.47	8.38	5.54	3.96	2.22
51/52	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	2.62	4.87	4.50	6.17	8.58	5.63	4.96	3.15
52/53	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.38	3.34	2.86	5.96	8.45	5.57	4.35	2.62
53/54	0.10	0.10	0.10	9.45	19.00	33.73	54.10	50.95	22.86	3.31	1.28	2.16	16.43
54/55	7.48	10.57	10.62	8.74	3.54	7.30	15.37	9.70	32.17	4.83	0.71	0.10	9.26
55/56	2.92	8.16	9.10	4.97	3.08	3.81	11.39	3.98	5.13	6.46	3.02	1.59	5.30
56/57	0.10	0.10	0.55	7.45	3.28	4.34	5.46	3.84	6.04	8.40	5.51	4.33	4.12
57/58	0.10	9.47	9.50	7.59	4.07	11.29	15.59	12.89	5.46	8.45	5.57	4.86	7.91
58/59	0.10	0.10	0.10	0.10	1.87	6.64	4.47	4.23	6.28	8.61	5.61	4.90	3.58
59/60	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.13	8.43	5.55	5.83	8.47	5.58	4.94	3.28
60/61	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	2.50	11.52	11.31	5.72	8.53	5.62	4.87	4.21
61/62	0.10	0.10	0.10	1.21	8.58	24.91	35.88	23.15	4.92	8.65	5.67	4.56	9.82
62/63	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.75	9.33	3.95	6.30	8.61	5.63	4.99	3.34
63/64	0.10	0.10	0.10	0.10	4.03	14.41	17.36	137.28	36.83	7.85	2.27	2.38	18.57
64/65	0.10	2.55	6.97	4.66	3.17	2.99	5.63	3.98	5.71	8.58	5.62	4.18	4.51
65/66	0.10	0.10	0.10	47.35	31.57	35.04	47.73	40.78	21.00	5.29	3.56	2.00	19.55
66/67	0.10	5.64	8.35	6.31	5.46	11.90	19.12	16.48	4.57	8.41	5.53	4.15	8.00
67/68	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	2.05	6.88	4.05	5.92	8.65	5.65	5.02	3.23
68/69	0.26	0.10	0.10	0.10	0.10	3.81	7.29	4.81	3.86	1.21	0.09	0.15	1.82
69/70	0.26	0.10	0.10	0.10	0.22	3.59	7.06	4.16	3.99	1.28	0.12	0.15	1.76
70/71	0.10	0.10	0.10	0.10	0.19	2.95	4.04	3.21	5.88	8.65	2.30	0.25	2.32
71/72	0.30	0.10	0.10	0.10	0.10	2.02	5.78	4.51	5.95	3.10	0.19	0.17	1.87
72/73	0.27	0.10	0.10	0.10	0.10	0.11	3.69	77.19	49.45	9.13	3.04	1.58	12.07
73/74	0.44	4.58	6.47	8.81	2.65	3.85	8.68	5.69	6.09	8.61	5.65	4.99	5.54
74/75	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.91	11.15	6.72	6.01	8.61	5.62	4.97	3.71
75/76	0.13	0.10	0.10	0.10	0.10	0.90	4.11	3.60	5.92	8.64	5.65	5.00	2.86
76/77	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	2.69	3.35	3.31	5.91	8.05	0.28	0.41	2.04
77/78	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	11.15	36.06	40.20	9.84	6.60	5.13	3.51	9.42
78/79	0.10	0.10	10.55	6.83	4.98	14.83	41.19	57.67	20.31	5.73	4.69	3.35	14.20
79/80	0.10	0.10	4.26	3.97	3.24	3.84	5.90	3.29	5.90	8.63	5.66	3.07	4.00
80/81	0.10	0.10	0.10	0.10	5.77	11.74	26.46	27.57	4.86	7.82	5.28	3.27	7.76
81/82	0.10	0.10	0.70	4.22	2.91	3.33	7.19	4.58	5.93	8.64	5.64	5.01	4.03
82/83	0.10	0.10	17.33	15.10	16.31	23.66	42.47	73.20	46.14	12.55	2.11	2.28	20.95
83/84	5.01	5.78	9.97	7.50	3.80	20.94	31.66	21.66	4.17	8.16	5.32	2.35	10.53
84/85	0.10	2.67	36.01	15.11	7.57	47.20	46.48	49.60	25.89	5.93	3.36	2.74	20.22
85/86	0.10	2.21	6.42	4.26	2.92	3.29	6.53	4.60	5.93	8.64	5.65	4.98	4.63
86/87	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	11.00	25.79	5.41	8.43	5.41	3.78	5.04
87/88	0.10	0.10	14.33	81.34	38.02	42.05	79.61	101.50	70.43	21.67	8.72	2.29	38.35
88/89	6.67	5.98	6.68	5.50	3.16	2.91	7.03	4.59	5.92	8.63	5.64	4.98	5.64
89/90	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	15.24	5.59	6.19	8.53	5.61	4.94	3.89
PROM	0.67	1.51	4.00	6.31	4.52	9.28	17.27	21.83	12.56	7.89	4.37	3.31	7.79

CUADRO 6.2.5-2

EMBALSE CANELILLO

NIVELES DE OPERACION A FINES DE MES (m s.n.m.)

AÑO	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	PROM
50/51	183.2	188.3	192.4	195.9	199.8	202.3	206.9	213.1	211.8	207.8	204.4	201.8	200.6
51/52	202.8	204.2	209.1	211.8	213.1	214.8	214.7	214.2	212.7	208.9	205.4	202.0	209.5
52/53	202.8	203.9	205.8	208.4	210.6	212.9	213.2	214.3	212.9	209.3	205.8	203.1	208.6
53/54	204.1	205.7	209.9	214.8	214.8	214.8	214.8	214.8	214.8	214.2	214.8	214.8	212.7
54/55	214.8	214.8	214.8	214.8	214.8	214.8	214.8	214.8	214.8	213.2	213.1	213.7	214.4
55/56	214.8	214.8	214.8	214.8	214.8	214.8	214.8	214.8	213.5	211.2	210.0	209.3	213.5
56/57	210.4	212.1	214.8	214.8	214.8	214.8	214.8	214.6	213.1	209.6	206.2	203.2	211.9
57/58	214.3	214.8	214.8	214.8	214.8	214.8	214.8	214.8	213.4	210.2	206.9	203.6	212.6
58/59	204.5	209.0	211.6	214.2	214.8	214.8	214.7	214.3	212.7	208.9	205.4	202.1	210.6
59/60	202.9	203.8	205.6	208.6	210.6	214.8	214.8	214.8	213.3	209.9	206.4	203.0	209.0
60/61	203.7	204.8	206.9	209.3	210.8	210.7	214.8	214.8	213.3	209.9	206.4	203.2	209.0
61/62	203.9	206.8	211.2	214.8	214.8	214.8	214.8	214.8	213.7	210.2	206.8	203.8	210.8
62/63	204.6	207.1	209.7	211.7	213.0	214.7	214.8	214.6	213.0	209.4	205.9	202.4	210.1
63/64	203.1	204.0	206.1	209.3	214.8	214.8	214.8	214.8	214.8	212.0	211.8	211.2	210.9
64/65	212.4	214.8	214.8	214.8	214.8	214.8	213.1	212.9	211.6	207.3	203.8	201.6	211.4
65/66	202.6	203.6	209.3	214.8	214.8	214.8	214.8	214.8	214.8	213.8	212.9	212.8	212.0
66/67	214.4	214.8	214.8	214.8	214.8	214.8	214.8	214.8	214.0	210.7	207.7	205.1	212.9
67/68	206.2	208.4	211.4	213.0	214.3	214.8	212.2	212.1	210.5	205.6	202.1	197.5	209.0
68/69	198.4	199.3	200.9	202.5	204.3	203.2	197.7	196.3	194.3	194.3	194.3	194.3	198.3
69/70	195.2	196.4	198.7	200.9	202.5	201.7	196.4	196.1	194.3	194.3	194.3	194.3	197.1
70/71	195.9	196.7	199.6	201.4	203.1	203.0	205.3	205.7	203.4	196.8	194.3	194.3	200.0
71/72	195.2	196.6	199.0	201.1	202.9	203.6	201.0	200.5	196.5	194.3	194.3	194.3	198.3
72/73	195.2	199.9	201.6	207.6	211.9	213.9	214.2	214.8	214.8	214.8	213.7	213.5	209.7
73/74	214.8	214.8	214.8	214.8	214.8	214.8	214.8	214.8	213.1	209.5	205.9	202.5	212.4
74/75	203.3	204.7	207.1	209.8	211.2	214.8	214.8	214.8	213.1	209.5	206.0	202.7	209.3
75/76	203.3	204.2	206.1	209.0	210.7	211.8	211.0	211.0	209.1	204.0	200.5	194.5	206.3
76/77	195.7	196.9	199.2	201.1	203.0	202.9	203.8	204.0	201.7	194.3	194.3	194.3	199.3
77/78	196.7	198.7	202.6	204.7	211.5	214.8	214.8	214.8	214.8	212.7	210.9	209.6	208.9
78/79	211.8	214.2	214.8	214.8	214.8	214.8	214.8	214.8	214.8	213.3	211.8	210.8	213.8
79/80	212.2	214.2	214.8	214.8	214.8	214.8	212.9	213.1	211.6	207.2	203.7	202.6	211.4
80/81	204.3	206.0	210.9	214.4	214.8	214.8	214.8	214.8	214.8	211.9	209.9	208.2	211.6
81/82	210.2	212.5	214.8	214.8	214.8	214.5	211.7	211.3	209.6	204.4	200.9	195.3	209.5
82/83	204.8	213.8	214.8	214.8	214.8	214.8	214.8	214.8	214.8	214.8	214.8	214.6	213.8
83/84	214.8	214.8	214.8	214.8	214.8	214.8	214.8	214.8	214.7	211.7	209.6	209.4	213.6
84/85	214.1	214.8	214.8	214.8	214.8	214.8	214.8	214.8	214.8	213.1	212.6	212.0	214.2
85/86	213.7	214.8	214.8	214.8	214.8	214.5	212.2	211.8	210.2	205.2	201.7	196.8	210.4
86/87	198.5	200.4	202.1	204.1	206.3	211.4	214.8	214.8	214.8	211.5	209.1	207.1	207.9
87/88	209.0	212.4	214.8	214.8	214.8	214.8	214.8	214.8	214.8	214.8	214.8	214.8	214.1
88/89	214.8	214.8	214.8	214.8	214.8	214.8	212.1	211.7	210.1	205.0	201.5	196.4	210.5
89/90	197.7	198.8	200.8	202.8	205.2	213.8	214.8	214.8	213.1	209.7	206.2	202.9	206.7
PROM.	205.1	206.9	208.8	210.5	211.7	212.6	212.3	212.4	211.3	208.2	206.0	204.0	209.2

CUADRO 6.2.5-3

CENTRAL CANELILLO

ALTURAS BRUTAS MEDIAS MENSUALES (m)

AÑO	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	PROM
50/51	-17.0	-1.9	2.7	6.5	10.3	13.5	17.0	22.4	24.8	22.2	18.5	15.5	11.2
51/52	14.7	15.9	19.0	22.8	24.8	26.3	27.1	26.8	25.8	23.2	19.6	16.1	21.8
52/53	14.8	15.8	17.3	19.5	21.9	24.1	25.4	26.2	26.0	23.5	20.0	16.9	20.9
53/54	16.0	17.3	20.2	24.7	27.2	27.2	27.2	27.2	27.2	26.9	26.9	27.2	24.6
54/55	27.2	27.2	27.2	27.2	27.2	27.2	27.2	27.2	27.2	26.4	25.5	25.8	26.8
55/56	26.6	27.2	27.2	27.2	27.2	27.2	27.2	27.2	26.5	24.8	23.0	22.0	26.1
56/57	22.2	23.6	25.8	27.2	27.2	27.2	27.2	27.1	26.2	23.7	20.3	17.1	24.6
57/58	21.2	26.9	27.2	27.2	27.2	27.2	27.2	27.2	26.5	24.2	20.9	17.6	25.0
58/59	16.5	19.1	22.7	25.3	26.9	27.2	27.1	26.9	25.9	23.2	19.6	16.2	23.0
59/60	14.9	15.7	17.1	19.5	22.0	25.1	27.2	27.2	26.4	24.0	20.6	17.1	21.4
60/61	15.8	16.7	18.2	20.5	22.4	23.1	25.1	27.2	26.4	24.0	20.6	17.2	21.4
61/62	16.0	17.8	21.4	25.4	27.2	27.2	27.2	27.2	26.6	24.4	20.9	17.7	23.2
62/63	16.6	16.3	20.8	23.1	24.7	26.3	27.1	27.1	26.2	23.6	20.0	16.6	22.5
63/64	15.2	16.0	17.4	20.1	24.4	27.2	27.2	27.2	27.2	25.8	24.3	23.9	23.0
64/65	24.2	26.0	27.2	27.2	27.2	27.2	26.3	25.4	24.7	21.8	18.0	15.1	24.2
65/66	14.5	15.5	18.8	24.4	27.2	27.2	27.2	27.2	27.2	26.7	25.7	25.2	23.9
66/67	26.0	27.0	27.2	27.2	27.2	27.2	27.2	27.2	26.8	24.7	21.6	18.8	25.7
67/68	18.1	19.7	22.3	24.6	26.0	26.9	25.9	24.6	23.7	20.5	16.3	12.2	21.7
68/69	10.3	11.2	12.5	14.1	15.8	16.1	12.8	9.4	7.7	6.7	6.7	6.7	10.9
69/70	7.2	8.2	10.0	12.2	14.1	14.5	11.4	8.6	7.6	6.7	6.7	6.7	9.5
70/71	7.5	8.7	10.6	12.9	14.6	15.5	16.5	17.9	17.0	12.5	8.0	6.7	12.4
71/72	7.2	8.3	10.2	12.5	14.4	15.7	14.7	13.1	10.9	7.8	6.7	6.7	10.7
72/73	7.2	9.9	13.2	17.1	22.2	25.3	26.4	26.9	27.2	27.2	26.6	26.0	21.3
73/74	26.5	27.2	27.2	27.2	27.2	27.2	27.2	27.2	26.3	23.7	20.1	16.6	25.3
74/75	15.3	16.4	18.3	20.8	22.9	25.4	27.2	27.2	26.3	23.7	20.2	16.7	21.7
75/76	15.4	16.1	17.5	20.0	22.3	23.7	23.8	23.4	22.5	18.9	14.6	9.9	19.0
76/77	7.5	8.7	10.4	12.6	14.4	15.3	15.8	16.3	15.2	10.4	6.7	6.7	11.7
77/78	7.9	10.1	13.0	16.0	20.5	25.5	27.2	27.2	27.2	26.1	24.2	22.6	20.6
78/79	23.1	25.4	26.9	27.2	27.2	27.2	27.2	27.2	27.2	26.4	24.9	23.7	26.1
79/80	23.9	25.6	26.9	27.2	27.2	27.2	26.2	25.4	24.7	21.8	17.8	15.5	24.1
80/81	16.9	17.6	20.8	25.1	27.0	27.2	27.2	27.2	27.2	25.7	23.3	21.4	23.8
81/82	21.6	23.8	26.0	27.2	27.2	27.0	25.5	23.9	22.8	19.4	15.1	10.5	22.5
82/83	12.4	21.7	26.7	27.2	27.2	27.2	27.2	27.2	27.2	27.2	27.2	27.1	25.4
83/84	27.1	27.2	27.2	27.2	27.2	27.2	27.2	27.2	27.1	25.6	23.1	21.9	26.2
84/85	24.2	26.8	27.2	27.2	27.2	27.2	27.2	27.2	27.2	26.3	25.2	24.7	26.4
85/86	25.2	26.6	27.2	27.2	27.2	27.0	25.8	24.4	23.4	20.1	15.8	11.6	23.5
86/87	10.1	11.9	13.7	15.5	17.6	21.2	25.5	27.2	27.2	25.5	22.7	20.5	19.9
87/88	20.5	23.1	26.0	27.2	27.2	27.2	27.2	27.2	27.2	27.2	27.2	27.2	26.2
88/89	27.2	27.2	27.2	27.2	27.2	27.2	26.8	24.3	23.3	20.0	15.7	11.4	23.6
89/90	9.5	10.7	12.2	14.2	16.4	21.9	26.7	27.2	26.3	23.8	20.4	16.9	18.8
PROM	16.4	18.4	20.3	22.1	23.5	24.6	24.9	24.8	24.2	22.2	19.5	17.4	21.5

CUADRO 6.2.5-4

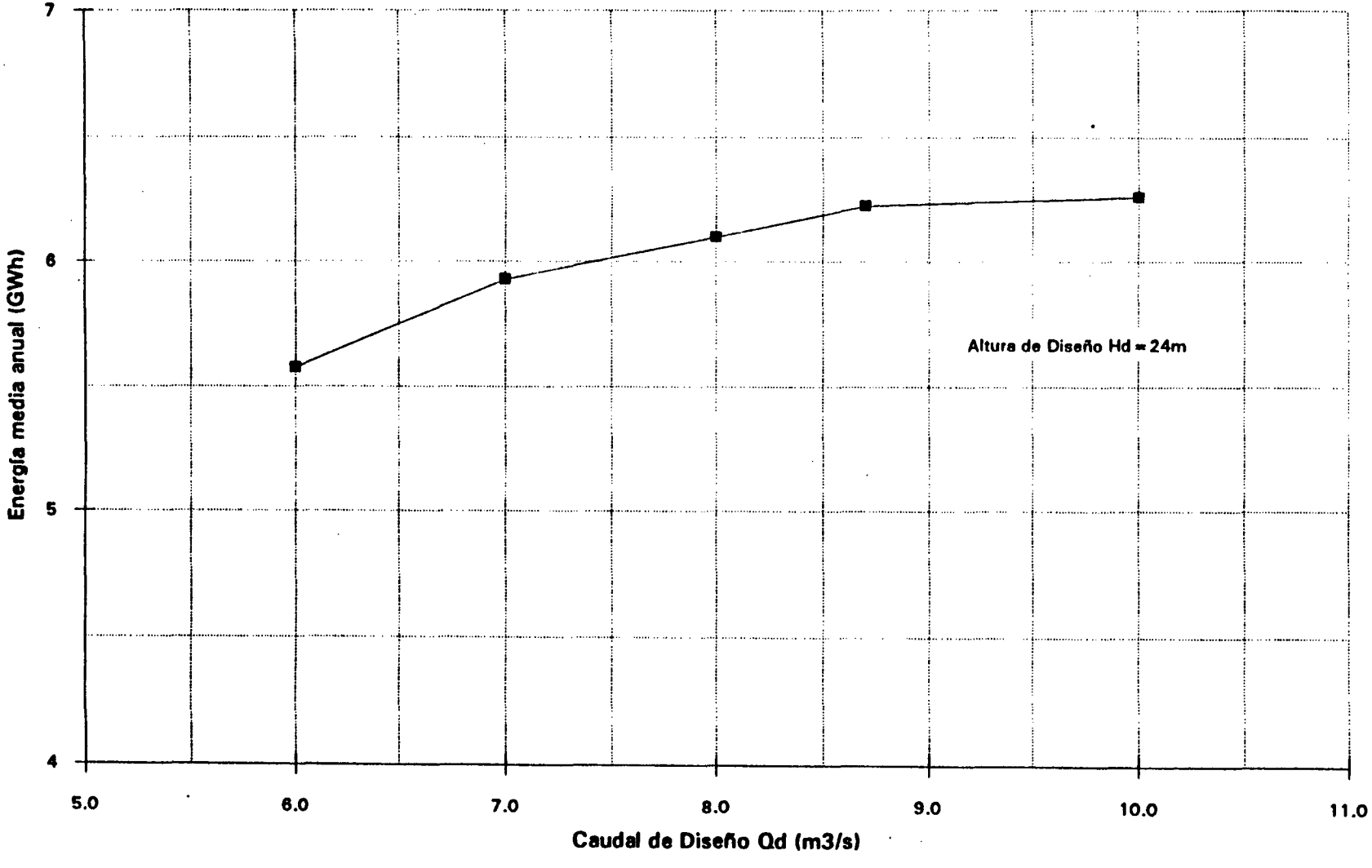
CENTRAL CANELILLO

ENERGIA GENERADA (GWh)

AÑO	MAY	JUN	JUL	AGO	SEPT	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	TOTAL
50/51	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.833	0.983	0.622	0.000	2.438
51/52	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.791	0.751	0.973	1.052	0.670	0.471	4.709
52/53	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.948	1.053	0.677	0.436	3.115
53/54	0.000	0.000	0.000	1.264	1.352	1.397	1.352	1.397	1.397	0.000	0.000	0.000	8.158
54/55	1.223	1.352	1.397	1.397	0.000	1.196	1.352	1.397	1.397	0.712	0.000	0.000	11.422
55/56	0.000	1.278	1.397	0.835	0.000	0.000	1.352	0.673	0.840	0.878	0.000	0.000	7.254
56/57	0.000	0.000	0.000	1.218	0.000	0.733	0.884	0.000	0.969	1.059	0.682	0.441	5.984
57/58	0.000	1.340	1.397	1.239	0.667	1.397	1.352	1.397	0.891	1.088	0.711	0.507	11.986
58/59	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1.096	0.728	0.708	0.993	1.056	0.667	0.467	5.716
59/60	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1.316	0.927	0.945	1.079	0.699	0.500	5.466
60/61	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1.243	1.397	0.927	1.086	0.706	0.497	5.855
61/62	0.000	0.000	0.000	0.000	1.336	1.397	1.352	1.397	0.811	1.117	0.722	0.480	8.611
62/63	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1.351	0.668	1.008	1.075	0.687	0.488	5.277
63/64	0.000	0.000	0.000	0.000	0.592	1.397	1.352	1.397	1.397	1.090	0.000	0.000	7.225
64/65	0.000	0.000	1.147	0.786	0.000	0.000	0.880	0.630	0.862	0.987	0.612	0.000	5.905
65/66	0.000	0.000	0.000	1.246	1.352	1.397	1.352	1.397	1.397	0.786	0.000	0.000	8.926
66/67	0.000	0.905	1.348	1.046	0.883	1.397	1.352	1.397	0.759	1.110	0.731	0.467	11.394
67/68	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1.044	0.619	0.857	0.925	0.554	0.000	4.000
68/69	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
69/70	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
70/71	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.399	0.000	0.601	0.000	0.000	0.000	1.000
71/72	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
72/73	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1.381	1.397	1.262	0.000	0.000	4.040
73/74	0.000	0.747	1.070	1.397	0.000	0.000	1.349	0.949	0.980	1.079	0.691	0.490	8.753
74/75	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1.352	1.110	0.969	1.081	0.691	0.492	5.695
75/76	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.589	0.000	0.810	0.848	0.000	0.000	2.247
76/77	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
77/78	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1.308	1.352	1.397	1.397	0.947	0.765	0.000	7.165
78/79	0.000	0.000	1.381	1.126	0.809	1.397	1.352	1.397	1.397	0.840	0.724	0.000	10.423
79/80	0.000	0.000	0.713	0.672	0.000	0.000	0.917	0.000	0.893	0.988	0.611	0.000	4.795
80/81	0.000	0.000	0.000	0.000	0.925	1.397	1.352	1.397	0.817	1.086	0.756	0.000	7.730
81/82	0.000	0.000	0.000	0.713	0.000	0.000	1.068	0.677	0.826	0.870	0.000	0.000	4.154
82/83	0.000	0.000	1.372	1.397	1.352	1.397	1.352	1.397	1.397	1.262	0.000	0.000	10.924
83/84	0.839	0.933	1.397	1.225	0.000	1.397	1.352	1.397	0.706	1.122	0.753	0.000	11.120
84/85	0.000	0.000	1.397	1.397	1.195	1.397	1.352	1.397	1.397	0.864	0.000	0.000	10.395
85/86	0.000	0.000	1.062	0.720	0.000	0.000	0.990	0.696	0.847	0.905	0.538	0.000	5.757
86/87	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1.262	1.397	0.906	1.149	0.753	0.000	5.467
87/88	0.000	0.000	1.332	1.397	1.352	1.397	1.352	1.397	1.397	1.262	1.397	0.000	12.281
88/89	1.101	0.963	1.103	0.919	0.000	0.000	1.063	0.692	0.842	0.898	0.532	0.000	8.113
89/90	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1.326	0.934	0.995	1.077	0.696	0.495	5.523
E MEDIO	0.079	0.188	0.438	0.500	0.295	0.527	0.971	0.844	0.919	0.867	0.441	0.156	6.226

FIGURA 6.2.5-1

CENTRAL CANELILLO



6.3 PRESUPUESTOS DE INVERSION Y OPERACION

1. BASES GENERALES CONSIDERADAS PARA LOS PRESUPUESTOS

1.1 PRESUPUESTOS DE INVERSION

Los Presupuestos Detallados de las obras de embalse, de los canales, del bombeo desde canales, del bombeo desde el Embalse Cerrillos, de los bombeos desde los acuíferos y de los drenajes se incluyen en los cuadros que se presentan en los puntos 1.3 y 1.4 de este Subcapítulo.

Estos Presupuestos Detallados se han elaborado, de acuerdo a lo ofrecido en la Oferta Técnica del Consultor, considerando el Banco de Datos de INGENDESA debidamente adaptado para cada caso particular.

Cabe hacer presente que los precios unitarios utilizados en el presupuesto de las presas Cerrillos y Corrales se basan principalmente en los de la presa Puclaro, que tiene las mismas características de diseño. Además, se deja constancia que el presupuesto de la presa Puclaro tiene un nivel de proyecto de ejecución lo que da una mayor exactitud a los precios unitarios considerados. Por otra parte, los precios unitarios utilizados en el presupuesto de la presa Canelillo se basan en los de la presa Pangue adaptados al menor volumen que tiene la presa Canelillo. La presa Pangue también se encuentra en un nivel de proyecto de ejecución.

El nivel de precios utilizado corresponde a agosto de 1993 y la tasa de cambio a $ 407,66 por US$. En los Presupuestos de Inversión, que se muestran en el capítulo 8.5, se han incluido los costos de Ingeniería y Administración que se han estimado en un 15 % del Costo Directo de Construcción. El costo de Ingeniería y Administración se ha dividido en Ingeniería e Inspección de Obras con un 12 % del Costo Directo de Construcción y el de Administración y Gastos Generales con un 3 % del Costo Directo de Construcción.

El costo directo de construcción incluye los gastos de Compras de Terreno, Derechos, Servidumbres, Interferencias y las Obras Civiles, los Equipos y sus respectivos Montajes.

Finalmente, dada la etapa de prefactibilidad del estudio y considerando que en la Evaluación Económica se hará una sensibilización amplia a los costos de las Inversiones en Obras, se ha estimado como imprevisto un 5 % de la suma del Costo de la Ingeniería y Administración y del Costo Directo de Construcción.

1.2 COSTOS DE OPERACION Y MANTENCION

Los costos de operación y mantención de todas las obras se incluyen en el capítulo 8.2. Las obras que requieren costos de operación y mantención son los embalses, los canales, el bombeo desde canales, el bombeo desde el embalse Cerrillos, el bombeo desde los acuíferos y los drenajes.

En relación a los Gastos de Operación y Mantención de los embalses y canales (Moneda Nacional) se adoptaron los siguientes porcentajes:

a)	Embalses	:	50 % mano de obra calificada
		:	50 % mano de obra semi calificada
b)	Canales	:	30 % mano de obra semi calificada
		:	70 % mano de obra no calificada

1.3 PRESUPUESTOS DE OBRAS CIVILES, SUMINISTRO DE EQUIPOS Y MONTAJE

Los presupuestos de las obras civiles, suministro de equipo y montaje de las obras que incluyen ambos Sistemas de Riego se muestran a continuación:

1.3.1 Sistema de Riego A

1.3.1.1 Embalses

En las páginas siguientes se muestran los presupuestos de los embalses Canelillo y Corrales.

PROYECTO CHOAPA
SISTEMA DE RIEGO A. EMBALSE CANELILLO
PRESUPUESTO DE OBRAS CIVILES, SUMINISTRO DE EQUIPOS Y MONTAJE

Nivel de Precios : Agosto 1993

1 US$ = $ 407.66

ITEM	DESCRIPCION	UNID.	CANTID.	PRECIO UNITARIO (US$)	PRECIO TOTAL (US$)		
					M. NAC.	M. EXT.	TOTAL
A	**OBRAS CIVILES**						
1	**OBRAS DE DESVIACION**						
1.1	PREATAGUIA Y ATAGUIA DE AGUAS ARRIBA						
	Enrocado bajo agua con escurrimiento	m3	672	12.94	3 028	5 668	8 696
	Marina bajo agua sin escurrimiento	m3	126	6.26	275	514	789
	Marina colocada en seco	m3	7 571	6.61	17 425	32 619	50 044
	Enrocado colocado en seco	m3	502	10.34	1 808	3 383	5 191
	Grava arcillosa colocada en seco	m3	167	7.27	423	791	1 214
	Agotamiento	gl	1	15 973.20	5 562	10 411	15 973
1.2	ATAGUIA DE AGUAS ABAJO						
	Marina colocada en seco	m3	1 750	6.61	4 028	7 540	11 568
	Grava arcillosa colocada en seco	m3	140	7.27	354	664	1 018
	Agotamiento	gl	1	15 973.20	5 562	10 411	15 973
1.3	CANAL DE ENTRADA AL TUNEL DE DESVIO						
	Excavacion exterior en material común	m2	507	2.42	601	626	1 227
	Excavacion exterior en roca	m3	4 561	11.63	25 981	27 063	53 044
	Hormigón proyectado (e=2,5 cm)	m3	0.9	258.37	63	170	233
	Cemento para hormigón proyectado	t	0.4	258.28	103	0	103
	Acelerador de fraguado	kg	16	2.48	11	29	40
1.4	ESTRUCTURA DE COMPUERTAS						
	Hormigón	m3	557	207.00	54 317	60 982	115 299
	Cemento para hormigón	t	167	160.89	26 869	0	26 869
	Armaduras A63-42H	t	28	1 147.38	32 127	0	32 127
	Pernos sellados d=25 mm, l=4 m	c/u	111	117.32	13 023	0	13 023
1.5	TUNEL DE DESVIO						
	Excavación subterránea roca tipo 1	m3	6 417	40.77	146 874	114 747	261 621
	Excavación subterránea roca tipo 2	m3	1 604	41.60	36 719	30 007	66 726
	Revestimiento de hormigón	m3	635	204.86	40 678	89 408	130 086
	Hormigón radier (e=15,0 cm)	m3	117	58.03	3 199	3 591	6 790
	Hormigón proyectado (e=2,5 cm)	m3	14	258.37	982	2 635	3 617
	Cemento para hormigón	t	226	160.89	36 361	0	36 361
	Cemento para hormigón proyectado	t	5.6	258.28	1 446	0	1 446
	Acelerador de fraguado	kg	224	2.48	151	405	556
	Pernos sellados d=22 mm, l=3 m	c/u	147	73.03	10 735	0	10 735
1.6	CANAL DE SALIDA TUNEL DE DESVIO						
	Excavación exterior en material común	m3	131	2.42	155	162	317
	Excavación exterior en roca	m3	1 177	11.63	6 705	6 984	13 689
	Hormigón proyectado (e=2,5 cm)	m3	3.1	258.37	218	583	801
	Cemento para hormigón proyectado	t	1.2	258.28	310	0	310
	Acelerador de fraguado	kg	48	2.48	32	87	119
	Pernos sellados d=25 mm, l=4 m	c/u	63	117.32	7 391	0	7 391
1.7	TAPON DE CIERRE TUNEL DE DESVIO						
	Hormigón tapón	m3	438	65.24	8 935	19 640	28 575
	Cemento para hormigón	t	131	160.89	21 077	0	21 077
	Armaduras A63-42H	t	22	1 147.38	25 242	0	25 242
	Cortina de inyecciones						
	Perforaciones	m	400	80.28	22 029	10 083	32 112
	Mezcla para inyecciones	l	16 000	0.26	2 849	1 311	4 160
	Cemento para inyecciones	t	27.2	218.04	5 931	0	5 931
	Bentonita	kg	816	0.72	536	52	588
	SUBTOTAL OBRAS DE DESVIACION				**570 115**	**440 566**	**1 010 681**

ITEM	DESCRIPCION	UNID.	CANTID.	PRECIO UNITARIO (US$)	PRECIO TOTAL (US$)		
					M. NAC.	M. EXT.	TOTAL
2	OBRAS DE ENTREGA A RIEGO						
2.1	OBRA DE TOMA						
	Excavación exterior en material común	m3	20	2.42	24	24	48
	Excavación exterior en roca	m3	180	11.63	1 025	1 068	2 093
	Excavación subterránea en roca	m3	80	288.23	12 816	10 242	23 058
	Hormigón	m3	57	207.00	6 278	5 521	11 799
	Cemento para hormigón	t	17	160.89	2 735	0	2 735
	Armaduras A63-42H	t	2.9	1 147.38	3 327	0	3 327
2.2	TUBERIA DE ENTREGA						
	Tubería de acero d=1,2 m (l=18,0 m), e=5 mm	t	1.3	2 119.75	2 537	219	2 756
	Tubería de acero d=1,6 m (l=62,0 m), e=6 mm	t	7.4	2 119.75	14 442	1 244	15 686
	Hormigón tubería	m3	131	122.40	8 532	7 502	16 034
	Cemento para hormigón	t	39	160.89	6 275	0	6 275
	Armaduras A63-42H	t	7	1 147.38	8 032	0	8 032
2.3	TUNEL DE ENTREGA						
	Tubería de acero d=1,6 m (l=40,0 m), e=6 mm	t	4.8	2 119.75	9 368	807	10 175
	Excavación subterránea en roca	m3	122	115.61	7 839	6 265	14 104
	Hormigón revestimiento	m3	44	204.86	4 796	4 218	9 014
	Cemento para hormigón	t	13	160.89	2 092	0	2 092
	Armaduras A63-42H	t	2.2	1 147.38	2 524	0	2 524
	Pernos sellados d=22 mm, l=3 m	c/u	33	73.03	2 410	0	2 410
2.4	PIQUE DE ENTREGA						
	Tubería de acero d=1,6 m (l=35 m), e=6 mm	t	4.1	2 119.75	8 002	689	8 691
	Excavación subterránea en roca	m3	113	311.20	19 545	15 621	35 166
	Hormigón revestimiento	m3	41	154.74	3 376	2 968	6 344
	Cemento para hormigón	t	12	160.89	1 931	0	1 931
	Armaduras A63-42H	t	2.1	1 147.38	2 409	0	2 409
	Pernos sellados d=22 mm, l=3 m	c/u	31	73.03	2 264	0	2 264
2.5	CASA DE VALVULAS Y CUBETA DISIPADORA						
	Tubería de acero d=1,6 m (l=11,0 m), e=6 mm	t	1.3	2 119.75	2 537	219	2 756
	Tubería de acero d=1,2 m (l=2,5 m), e= 5 mm	t	0.2	2 119.75	390	34	424
	Excavación exterior en material común	m3	2 336	2.42	2 769	2 884	5 653
	Excavación exterior en roca	m3	5 451	11.63	31 051	32 344	63 395
	Hormigón	m3	165	193.16	16 796	15 075	31 871
	Cemento para hormigón	t	50	160.89	8 045	0	8 045
	Rellenos compactados de material común	m3	680	7.70	2 559	2 677	5 236
	Armaduras A63-42H	t	8.3	1 147.38	9 523	0	9 523
	Pernos sellados d=25 mm, l=4 m	c/u	169	117.32	19 827	0	19 827
	SUBTOTAL OBRAS DE ENTREGA A RIEGO				226 076	109 621	335 697

ITEM	DESCRIPCION	UNID.	CANTID.	PRECIO UNITARIO (US$)	PRECIO TOTAL (US$)		
					M. NAC.	M. EXT.	TOTAL
3	PRESA DE HORMIGON RODILLADO						
3.1	EXCAVACIONES Y TRATAMIENTO FUNDACION						
	Excavación exterior en material común	m3	1 840	3.92	3 518	3 695	7 213
	Excavación exterior en roca	m3	7 840	21.22	75 097	91 268	166 365
	Pernos sellados d=22 mm, l=3 m	c/u	248	73.03	18 111	0	18 111
	Hormigón proyectado (e=2,5 cm)	m3	21	258.37	1 474	3 952	5 426
	Malla soldada 100 x 100 x 4 mm	m2	495	11.37	5 628	0	5 628
	Cemento para hormigón proyectado	t	8.4	258.28	2 170	0	2 170
	Acelerador de fraguado	kg	336	2.48	226	607	833
	Excavación en roca de galerías	m3	776	99.01	42 703	34 129	76 832
	Revestimiento de hormigón galerías	m3	207	204.86	22 564	19 842	42 406
	Cemento para hormigón	t	62	160.89	9 975	0	9 975
3.2	MURO GRAVITACIONAL HORMIGON RODILLADO						
	Hormigón convencional	m3	5 106	57.19	137 596	154 416	292 012
	Hormigón rodillado	m3	78 106	22.89	917 880	869 966	1 787 846
	Filler para hormigón rodillado	t	4 274	87.50	156 322	217 653	373 975
	Cemento para hormigón convencional	t	1 532	160.89	246 483	0	246 483
	Cemento para hormigón rodillado	t	9 714	158.49	1 539 572	0	1 539 572
	Armaduras A63-42H	t	2.6	1 147.38	2 983	0	2 983
	Barandas	m	326	199.67	65 092	0	65 092
3.3	CORTINA DE IMPERMEAB., INYECCIONES DE CONSOLIDACION Y DRENAJE						
	Perforaciones para impermeabilización	m	1 710	87.91	53 576	96 750	150 326
	Mezcla para inyecciones	l	68 400	0.26	6 548	11 236	17 784
	Cemento para inyecciones	t	116	218.04	25 293	0	25 293
	Bentonita	kg	3 488	0.72	2 290	221	2 511
	Perforaciones para inyecciones de consolidación	m	736	87.82	47 960	16 676	64 636
	Mezcla para inyecciones	l	29 440	0.26	2 807	4 847	7 654
	Cemento para inyecciones	t	50	218.04	10 902	0	10 902
	Perforaciones de drenaje d=100 mm	m	3 135	60.31	63 679	125 393	189 072
	SUBTOTAL PRESA				3 460 449	1 650 651	5 111 100
4	EVACUADOR DE CRECIDAS						
	Hormigón machones, muros, vigas y losas	m3	7 236	99.45	339 013	380 607	719 620
	Hormigón vertedero, radier y cuchara	m3	9 505	65.13	291 640	327 421	619 061
	Cemento para hormigón	t	2 852	160.89	458 858	0	458 858
	Armaduras A63-42H	t	335	1 147.38	384 372	0	384 372
	SUBTOTAL EVACUADOR DE CRECIDAS				1 473 883	708 028	2 181 911
	SUBTOTAL OBRAS CIVILES				5 730 523	2 908 866	8 639 389
B	SUMINISTRO DE EQUIPOS						
	1 Compuerta plana de emergencia de 6,0 x 6,0 m	gl	1	220 320.00	220 320	0	220 320
	1 Stop log plano de hormigón de 6,0 x 6,0 m	gl	1	47 634.00	47 634	0	47 634
	1 Reja Cachimba d=3,0 m, H=0,75 m, A=7,1 m2	gl	1	1 734.00	1 734	0	1 734
	1 Válvula de mariposa d=1,2 m, H=58,0 m	gl	1	90 682.50	10 433	80 250	90 683
	1 Válvula de mariposa d=1,2 m, H=31,0 m	gl	1	72 546.00	8 346	64 200	72 546
	1 Válvula Howell-Bunger d=1,0 m, H=31,0 m	gl	1	90 682.50	10 433	80 250	90 683
	3 Compuertas de segmento de 10,0 x 13,0 m	gl	1	2 184 290.00	251 290	1 933 000	2 184 290
	1 Compuerta de emergencia de 10,0 x 13,0 m	gl	1	513 060.00	513 060	0	513 060
	1 Equipo de izado (grúa portal)	gl	1	90 400.00	10 400	80 000	90 400
	SUBTOTAL SUMINISTRO DE EQUIPOS				1 073 650	2 237 700	3 311 350
C	MONTAJE DE EQUIPOS						
	SUBTOTAL MONTAJE DE EQUIPOS	gl	1	1 429 909.00	1 058 133	371 776	1 429 909
D	TERMINACIONES						
	SUBTOTAL TERMINACIONES	gl	1	172 788.00	114 610	58 177	172 788
	TOTAL				7 976 916	5 576 519	13 553 436

PROYECTO CHOAPA

SISTEMA DE RIEGO A. EMBALSE CORRALES

PRESUPUESTO DE OBRAS CIVILES, SUMINISTRO DE EQUIPOS Y MONTAJE

Nivel de Precios : Agosto 1993

1 US$ = $ 407.66

ITEM	DESCRIPCION	UNID.	CANTID.	PRECIO UNITARIO (US$)	PRECIO TOTAL (US$)		
					M. NAC.	M. EXT.	TOTAL
A	OBRAS CIVILES						
1	OBRAS DE DESVIACION						
1.1	ATAGUIA DE AGUAS ARRIBA	m3	1 980	7.30	5 033	9 421	14 454
1.2	CANAL DE ENTRADA AL TUNEL DE DESVIO						
	Excavación exterior en material común	m3	2 221	2.42	2 633	2 742	5 375
	Excavación exterior en roca	m3	951	11.63	5 417	5 643	11 060
	Hormigón proyectado (e = 2,5 cm)	m3	9.4	258.37	660	1 769	2 429
	Cemento para hormigón proyectado	t	3.8	258.28	981	0	981
	Acelerador de fraguado	kg	152	2.48	102	275	377
	Pernos sellados d=22 mm, l=3 m	c/u	22	73.03	1 607	0	1 607
1.3	ESTRUCTURA DE COMPUERTAS						
	Hormigón	m3	58	207.00	5 656	6 350	12 006
	Cemento para hormigón	t	18	160.89	2 896	0	2 896
	Armaduras A63-42H	t	2.9	1 147.38	3 327	0	3 327
1.4	TUNEL DE DESVIO						
	Excavación subterránea roca tipo 1	m3	2 244	63.31	79 757	62 311	142 068
	Excavación subterránea roca tipo 2	m3	561	70.34	21 715	17 746	39 461
	Hormigón radier (e=15,0 cm)	m3	134	58.03	3 663	4 113	7 776
	Hormigón proyectado (e = 5,0 cm)	m3	55	246.83	3 687	9 889	13 576
	Cemento para hormigón	t	41	160.89	6 596	0	6 596
	Cemento para hormigón proyectado	t	22	258.28	5 682	0	5 682
	Acelerador de fraguado	kg	880	2.48	592	1 590	2 182
	Pernos sellados d=22 mm, l=3 m	c/u	195	73.03	14 241	0	14 241
1.5	CANAL DE SALIDA TUNEL DE DESVIO						
	Excavación exterior en material común	m3	1 135	2.42	1 346	1 401	2 747
	Excavación exterior en roca	m3	487	11.63	2 774	2 890	5 664
	Hormigón proyectado (e = 2,5 cm)	m3	5.3	258.37	372	997	1 369
	Cemento para hormigón proyectado	t	2.2	258.28	568	0	568
	Acelerador de fraguado	kg	88	2.48	59	159	218
	Pernos sellados d=22 mm, l=3 m	c/u	19	73.03	1 388	0	1 388
1.6	TAPON DE CIERRE TUNEL DE DESVIO						
	Hormigón tapón	m3	79	65.24	1 612	3 542	5 154
	Cemento para hormigón	t	24	160.89	3 861	0	3 861
	Armaduras A63-42H	t	4	1 147.38	4 590	0	4 590
	Cortina de inyecciones						
	Perforaciones	m	480	80.28	26 434	12 100	38 534
	Mezcla para inyecciones	l	19 200	0.26	3 419	1 573	4 992
	Cemento para inyecciones	t	33	218.04	7 195	0	7 195
	Bentonita	kg	980	0.72	644	62	706
	SUBTOTAL OBRAS DE DESVIACION				218 507	144 573	363 080

ITEM	DESCRIPCION	UNID.	CANTID.	PRECIO UNITARIO (US$)	PRECIO TOTAL (US$)		
					M. NAC.	M. EXT.	TOTAL
2	OBRAS DE ENTREGA A RIEGO						
2.1	OBRA DE TOMA						
	Hormigón	m3	18	207.00	1 983	1 743	3 726
	Cemento para hormigón	t	5.3	160.89	853	0	853
	Armaduras A63-42H	t	0.9	1 147.38	1 033	0	1 033
2.2	OBRA DE ENTREGA						
	Tubería de acero d=0,7 m (l=11,3 m), e=3,5 mm	t	0.7	2 119.75	1 366	118	1 484
	Tubería de acero d=1,1 m (l=184,2 m), e=4 mm	t	20.2	2 119.75	39 423	3 396	42 819
	Hormigón apoyos bajo tubería	m3	4.9	122.40	319	281	600
	Cemento para hormigón	t	1.5	160.89	241	0	241
	Armaduras A63-42H	t	0.3	1 147.38	344	0	344
2.3	CASA DE VALVULAS Y CUBETA DISIPADORA						
	Hormigón	m3	39	193.16	3 970	3 563	7 533
	Cemento para hormigón	t	12	160.89	1 931	0	1 931
	Rellenos compactados	m3	17	7.70	64	67	131
	Armaduras A63-42H	t	2	1 147.38	2 295	0	2 295
	SUBTOTAL OBRAS DE ENTREGA A RIEGO				53 822	9 168	62 990
3	PRESA DE ENROCADO						
3.1	EXCAVACIONES Y FUNDACION DEL PLINTO						
	Excavación exterior en material común	m3	33 265	2.06	33 420	35 106	68 526
	Escarpe	m3	31 638	3.06	47 215	49 597	96 812
	Hormigón del plinto	m3	1 424	65.12	43 695	49 036	92 731
	Cemento para hormigón	t	428	160.89	68 861	0	68 861
	Armaduras A63-42H	t	71	1 147.38	81 464	0	81 464
	Pernos sellados d=18 mm, l=4 m	c/u	1 475	92.35	136 216	0	136 216
3.2	PRESA						
	Enrocado (Mat. sin procesar en capas de 0,6 m)	m3	550 572	4.41	1 186 575	1 241 448	2 428 023
	Enrocado (Mat. sin procesar en capas de 0,9 m)	m3	796 279	4.31	1 677 886	1 754 076	3 431 962
	Transición (Material seleccionado)	m3	58 499	8.66	248 741	257 860	506 601
	Pantalla de hormigón	m3	10 214	85.07	409 428	459 477	868 905
	Muro de hormigón del coronamiento	m3	262	161.52	19 940	22 378	42 318
	Cemento para hormigón	t	3 143	160.89	505 677	0	505 677
	Armaduras A63-42H	t	524	1 147.38	601 227	0	601 227
3.3	CORTINA DE IMPERMEABILIZACION						
	Perforaciones para impermeabilización	m	8 347	87.91	261 521	472 264	733 785
	Mezcla para inyecciones	l	333 880	0.26	31 963	54 846	86 809
	Cemento para inyecciones	t	568	218.04	123 847	0	123 847
	Bentonita	kg	17 028	0.72	11 180	1 080	12 260
3.4	PRETIL LATERAL						
	Escarpe	m3	1 593	3.06	2 378	2 497	4 875
	Material de relleno	m3	16 146	2.62	20 703	21 600	42 303
	Enrocado de protección (e=0,6 m)	m3	853	21.71	9 260	9 260	18 519
	SUBTOTAL PRESA				5 521 197	4 430 525	9 951 721

ITEM	DESCRIPCION	UNID.	CANTID.	PRECIO UNITARIO (US$)	PRECIO TOTAL (US$)		
					M. NAC.	M. EXT.	TOTAL
4	EVACUADOR DE CRECIDAS						
	Excavación exterior en material común	m3	8 460	2.42	10 030	10 443	20 473
	Excavación exterior en roca	m3	19 740	11.63	112 446	117 130	229 576
	Hormigón vertedero	m3	795	65.13	24 393	27 385	51 778
	Hormigón muros, radieres, grada y cuchara	m3	3 382	99.45	158 450	177 890	336 340
	Cemento para hormigón	t	1 253	160.89	201 595	0	201 595
	Armaduras A63-42H	t	84	1 147.38	96 380	0	96 380
	Pernos sellados d=22 mm, l=3 m	c/u	702	73.03	51 267	0	51 267
	SUBTOTAL EVACUADOR DE CRECIDAS				654 561	332 848	987 409
	SUBTOTAL OBRAS CIVILES				6 448 087	4 917 114	11 365 200
B	SUMINISTRO DE EQUIPOS						
	1 Válvula de mariposa d=0,8m, H=70,0 m	gl	1	48 364.00	5 564	42 800	48 364
	1 Válvula de mariposa d=0,7m, H=70,0 m	gl	1	42 318.50	4 869	37 450	42 319
	1 Válvula Howell-Bunger d=0,7m, H=70,0 m	gl	1	60 455.00	6 955	53 500	60 455
	1 Compuerta plana de emergencia de 3,0 x 3,0 m	gl	1	104 040.00	104 040	0	104 040
	1 Stop log plano de hormigón de 3,0 x 3,0 m	gl	1	12 342.00	12 342	0	12 342
	1 Reja Cachimba d=1,5 m, H=0,7 m, A=3,3 m2	gl	1	795.60	796	0	796
	SUBTOTAL SUMINISTRO DE EQUIPOS				134 566	133 750	268 316
C	MONTAJE DE EQUIPOS						
	SUBTOTAL MONTAJE DE EQUIPOS	gl	1	72 837.00	53 899	18 938	72 837
D	TERMINACIONES						
	SUBTOTAL TERMINACIONES	gl	1	227 304.00	128 962	98 342	227 304
	TOTAL				6 765 514	5 168 144	11 933 657

1.3.1.2 Canales

Para determinar el costo de los canales matrices de los sistemas de riego considerados en el estudio se ha procedido de acuerdo al siguiente criterio:

Se supone que el costo directo de las obras civiles de un canal está compuesto por los siguientes costos parciales.

1. Costo de la excavación en material común.
2. Costo de la excavación en roca.
3. Costo de los rellenos.
4. Costo de las obras de arte y seguridad del canal.

Los tres primeros ítemes antes mencionados se valorizan con los costos unitarios determinados para cada Sistema de Riego de acuerdo al Banco de Datos de costos de INGENDESA debidamente adaptados para cada caso.

El cuarto ítem de costo (obras de arte y seguridad) corresponde a todos los elementos necesarios para poder hacer una correcta y eficiente conducción y distribución del agua a través de cruces de quebradas, sifones menores, compuertas, vertederos, marcos partidores, etc. Para la suma de todos estos gastos se ha supuesto un solo valor equivalente al 35 % del valor total del canal (suma de los ítemes 1 + 2 + 3).

La cubicación de un tramo de canal y sus derivados se ha hecho equivalente a la cubicación que resulta de suponer el tramo con una sección constante igual a la sección del inicio del tramo.

Los tramos de canal que se han considerado en las cubicaciones son, en general, los que resultan del Modelo de Simulación Operacional del Sistema de Riego Choapa.

PROYECTO CHOAPA
SISTEMA DE RIEGO A
PRESUPUESTO

CANAL ALIMENTADOR CORRALES

Nivel de Precios : Agosto 1993

1 US$ = $ 407.66

ITEM	DESCRIPCION	UNID.	CANTID.	PRECIO UNITARIO (US$)	PRECIO TOTAL (US$)		
					M. NAC.	M. EXT.	TOTAL
1	CANAL						
1.1	MOVIMIENTO DE TIERRA						
	Excavación en material común	m3	85 729	2.08	87 357	90 959	178 316
	Excavación en roca	m3	21 573	11.06	116 889	121 709	238 597
	Relleno	m3	23 443	4.58	52 482	54 887	107 369
1.2	OBRAS DE ARTE	gl	1	183 499.00	124 331	59 168	183 499
	SUBTOTAL CANAL				381 059	326 723	707 782
2	SIFON QUELEN						
	SUBTOTAL SIFON QUELEN	gl	1	53 416.00	36 171	17 245	53 416
3	TUNEL						
	Excavación subterránea roca tipo 1	m3	5 718	40.77	130 875	102 248	233 123
	Excavación subterránea roca tipo 2	m3	22 871	41.60	523 574	427 860	951 434
	Hormigón proyectado (e=2,5 cm)	m3	357	280.03	27 152	72 819	99 971
	Cemento para hormigón proyectado	t	143	384.74	55 018	0	55 018
	Acelerador de fraguado	kg	104	3.32	94	252	345
	Pernos sellados d=22 mm, l=3 m	c/u	2 795	73.03	204 119	0	204 119
	SUBTOTAL TUNEL				940 832	603 178	1 544 009
4	TERMINACIONES						
	SUBTOTAL TERMINACIONES	gl	1	14 156.00	7 621	6 534	14 156
	TOTAL				1 365 683	953 680	2 319 362

PROYECTO CHOAPA
SISTEMA DE RIEGO A
PRESUPUESTO

CANAL MATRIZ CORRALES

Nivel de Precios : Agosto 1993

1 US$ = $ 407.66

ITEM	DESCRIPCION	UNID.	CANTID.	PRECIO UNITARIO (US$)	PRECIO TOTAL (US$)		
					M. NAC.	M. EXT.	TOTAL
1	CANAL						
1.1	MOVIMIENTO DE TIERRA						
	Excavación en material común	m3	424 368	2.08	432 428	450 258	882 685
	Excavación en roca	m3	287 538	11.06	1 557 965	1 622 205	3 180 170
	Relleno	m3	214 069	4.58	479 237	501 199	980 436
1.2	OBRAS DE ARTE	gl	1	1 765 152.00	1 195 992	569 160	1 765 152
	SUBTOTAL CANAL				3 665 622	3 142 822	6 808 444
2	SIFON SALAMANCA						
	Excavaciones	m3	25 325	3.69	45 781	47 668	93 449
	Hormigones cámaras y sifón	m3	1 063	104.00	52 081	58 471	110 552
	Relleno compactado	m3	4 054	10.40	20 609	21 553	42 162
	Relleno sin compactar	m3	19 360	3.10	29 336	30 680	60 016
	Enrocado Wc = 300 kg	m3	58	26.10	527	987	1 514
	Armaduras A63 - 42 H	t	54	1300.00	70 200	0	70 200
	Cemento para hormigón 85 kg	t	319	192.00	61 248	0	61 248
	SUBTOTAL SIFON SALAMANCA				279 781	159 359	439 141
3	TERMINACIONES						
	SUBTOTAL TERMINACIONES	gl	1	136 169.00	73 312	62 856	136 169
	TOTAL				4 018 716	3 365 038	7 383 753

PROYECTO CHOAPA
SISTEMA DE RIEGO A
PRESUPUESTO

CANAL CHOAPA 1° SECCION

Nivel de Precios : Agosto 1993
1 US$ = $ 407.66

ITEM	DESCRIPCION	UNID.	CANTID.	PRECIO UNITARIO (US$)	PRECIO TOTAL (US$)		
					M. NAC.	M. EXT.	TOTAL
1	MEJORAMIENTO CANAL						
	SUBTOTAL CANAL	gl	1	30 000.00	30 000	0	30 000
2	SIFON CHOAPA - ILLAPEL						
	SUBTOTAL SIFON CHOAPA - ILLAPEL	gl	1	724 306.00	490 466	233 840	724 306
3	SIFON PERALILLO						
	SUBTOTAL SIFON PERALILLO	gl	1	50 000.00	33 850	16 150	50 000
4	TERMINACIONES						
	SUBTOTAL TERMINACIONES	gl	1	600.00	600	0	600
	TOTAL				554 916	249 990	804 906

CANAL CHOAPA - ILLAPEL

Nivel de Precios : Agosto 1993
1 US$ = $ 407.66

ITEM	DESCRIPCION	UNID.	CANTID.	PRECIO UNITARIO (US$)	PRECIO TOTAL (US$)		
					M. NAC.	M. EXT.	TOTAL
1	CANAL						
1.1	MOVIMIENTO DE TIERRA						
	Excavación en material común	m3	49 107	2.08	50 040	52 103	102 143
	Excavación en roca	m3	0	11.06	0	0	0
	Relleno	m3	9 656	4.58	21 617	22 608	44 224
1.2	OBRAS DE ARTE	gl	1	51 228.00	34 710	16 518	51 228
	SUBTOTAL CANAL				106 367	91 229	197 596
2	TERMINACIONES						
	SUBTOTAL TERMINACIONES	gl	1	3 952.00	2 127	1 825	3 952
	TOTAL				108 494	93 053	201 547

PROYECTO CHOAPA
SISTEMA DE RIEGO A
PRESUPUESTO

CANAL CHOAPA 2º SECCION

Nivel de Precios : Agosto 1993

1 US$ = $ 407.66

ITEM	DESCRIPCION	UNID.	CANTID.	PRECIO UNITARIO (US$)	PRECIO TOTAL (US$)		
					M. NAC.	M. EXT.	TOTAL
1	CANAL						
1.1	MOVIMIENTO DE TIERRA						
	Excavación en material común	m3	553 782	2.08	564 299	587 567	1 151 867
	Excavación en roca	m3	126 007	11.06	682 743	710 894	1 393 637
	Relleno	m3	162 963	4.58	364 826	381 545	746 371
1.2	OBRAS DE ARTE	gl	1	1 152 156.00	780 652	371 504	1 152 156
	SUBTOTAL CANAL				2 392 520	2 051 510	4 444 031
2	TERMINACIONES						
	SUBTOTAL TERMINACIONES	gl	1	88 881.00	47 850	41 030	88 881
	TOTAL				2 440 371	2 092 541	4 532 911

CANAL CANELILLO

Nivel de Precios : Agosto 1993

1 US$ = $ 407.66

ITEM	DESCRIPCION	UNID.	CANTID.	PRECIO UNITARIO (US$)	PRECIO TOTAL (US$)		
					M. NAC.	M. EXT.	TOTAL
1	CANAL						
1.1	MOVIMIENTO DE TIERRA						
	Excavación en material común	m3	670 542	2.08	683 277	711 450	1 394 727
	Excavación en roca	m3	708 500	11.06	3 838 861	3 997 149	7 836 010
	Relleno	m3	183 768	4.58	411 402	430 255	841 657
1.2	OBRAS DE ARTE	gl	1	3 525 338.00	2 388 619	1 136 719	3 525 338
	SUBTOTAL CANAL				7 322 159	6 275 574	13 597 733
2	SIFON CANELILLO - ILLAPEL						
	SUBTOTAL SIFON CANELILLO - ILLAPEL	gl	1	47 012.00	31 834	15 178	47 012
3	SIFON CANELILLO - ATELCURA						
	SUBTOTAL SIFON CANELILLO - ATELCURA	gl	1	466 190.00	315 682	150 508	466 190
4	TERMINACIONES						
	SUBTOTAL TERMINACIONES	gl	1	271 955.00	146 443	125 511	271 955
	TOTAL				7 816 119	6 566 771	14 382 890

PROYECTO CHOAPA
SISTEMA DE RIEGO A
PRESUPUESTO

CANAL COSTERO NORTE

Nivel de Precios : Agosto 1993

1 US$ = $ 407.66

ITEM	DESCRIPCION	UNID.	CANTID.	PRECIO UNITARIO (US$)	PRECIO TOTAL (US$)		
					M. NAC.	M. EXT.	TOTAL
1	CANAL						
1.1	MOVIMIENTO DE TIERRA						
	Excavación en material común	m3	390 590	2.08	398 008	414 419	812 427
	Excavación en roca	m3	38 154	11.06	206 730	215 254	421 983
	Relleno	m3	40 621	4.58	90 938	95 106	186 044
1.2	OBRAS DE ARTE	gl	1	497 159.00	336 854	160 305	497 159
	SUBTOTAL CANAL				1 032 530	885 084	1 917 614
2	SIFON CANELA						
	SUBTOTAL SIFON CANELA	gl	1	475 052.00	321 683	153 369	475 052
3	TERMINACIONES						
	SUBTOTAL TERMINACIONES	gl	1	38 352.00	20 651	17 702	38 352
	TOTAL				1 374 864	1 056 154	2 431 018

CANAL COSTERO SUR

Nivel de Precios : Agosto 1993

1 US$ = $ 407.66

ITEM	DESCRIPCION	UNID.	CANTID.	PRECIO UNITARIO (US$)	PRECIO TOTAL (US$)		
					M. NAC.	M. EXT.	TOTAL
1	CANAL						
1.1	MOVIMIENTO DE TIERRA						
	Excavación en material común	m3	201 071	2.08	204 890	213 338	418 228
	Excavación en roca	m3	0	11.06	0	0	0
	Relleno	m3	34 095	4.58	76 329	79 826	156 155
1.2	OBRAS DE ARTE	gl	1	201 034.00	136 212	64 822	201 034
	SUBTOTAL CANAL				417 430	357 986	775 417
2	SIFON MINCHA						
	SUBTOTAL SIFON MINCHA	gl	1	1 182 955.00	801 042	381 913	1 182 955
3	SIFON MILLAHUE						
	SUBTOTAL SIFON MILLAHUE	gl	1	176 284.00	119 371	56 913	176 284
4	TERMINACIONES						
	SUBTOTAL TERMINACIONES	gl	1	15 508.00	8 349	7 160	15 508
	TOTAL				1 346 192	803 972	2 150 164

1.3.1.3 Proyecto de Bombeo desde Canales

PROYECTO CHOAPA
SISTEMA DE RIEGO A
PRESUPUESTO

BOMBEO DESDE CANALES CANELILLO Y COSTERO SUR

Nivel de Precios : Agosto 1993

1 US$ = $ 407.66

ITEM	DESCRIPCION	UNID.	CANTID.	PRECIO UNITARIO (US$)	PRECIO TOTAL (US$) M. NAC.	M. EXT.	TOTAL
1	CASETAS DE PROTECCION						
	SUBTOTAL CASETAS DE PROTECCION	c/u	56.0	44.20	2 475	0	2 475
2	INSTALACION ELECTRICA						
	Cable	gl	1.0	220.77	221		221
	Partidor	gl	1.0	53917.48	53 917		53 917
	Malla a Tierra	gl	1.0	21341.31	21 341		21 341
	Transformador de 17,8 KVA	c/u	2.0	1839.77	3 680		3 680
	Transformador de 183,1 KVA	c/u	2.0	7359.07	14 718		14 718
	Transformador de 37,1 KVA	c/u	2.0	2870.04	5 740		5 740
	Transformador de 187,7 KVA	c/u	2.0	7604.38	15 209		15 209
	Transformador de 128,2 KVA	c/u	2.0	6132.56	12 265		12 265
	Transformador de 677,5 KVA	c/u	2.0	16680.57	33 361		33 361
	Transformador de 590,0 KVA	c/u	2.0	15944.66	31 889		31 889
	Transformador de 203,8 KVA	c/u	2.0	8094.98	16 190		16 190
	Transformador de 247,3 KVA	c/u	2.0	9076.19	18 152		18 152
	Linea de Alta Tensión	gl	1.0	61816.22	61 816		61 816
	SUBTOTAL INSTALACION ELECTRICA				288 500	0	288 500
3	CAÑERIAS DE IMPULSION						
3.1	TUBERIAS DE PVC						
	Tubo D = 110 mm. Clase 4.	c/u	67.00	13.06	875	0	875
	Tubo D = 315 mm. Clase 6	c/u	24.00	148.62	3 567	0	3 567
	Tubo D = 160 mm. Clase 10	c/u	134.00	61.59	8 253	0	8 253
	Tubo D = 315 mm. Clase 6	c/u	45.00	148.62	6 688	0	6 688
	Tubo D = 200 mm. Clase 10	c/u	67.00	95.82	6 420	0	6 420
3.2	TUBERIAS DE ACERO						
	Tuberia d = 450 mm. (l = 350 m). e = 4,5 mm	t	17.48	2 133.61	34 310	2 983	37 293
	Tuberia d = 400 mm. (l = 510 m). e = 4,5 mm	t	22.64	2 133.61	44 439	3 864	48 303
	Tuberia d = 500 mm. (l = 140 m). e = 4,5 mm	t	7.77	2 133.61	15 249	1 326	16 575
	Tuberia d = 355 mm. (l = 770 m). e = 4,5 mm	t	30.34	2 133.61	59 546	5 178	64 724
	SUBTOTAL CAÑERIAS DE IMPULSION				179 346	13 352	192 698
4	BOMBAS						
	Motobomba. Q = 18 l/s , H = 49,2 m	c/u	2	13260.00	26 520		26 520
	Motobomba. Q = 40 l/s , H = 56,9 m	c/u	8	23460.00	187 680		187 680
	Motobomba. Q = 22 l/s , H = 83,9 m	c/u	2	19380.00	38 760		38 760
	Motobomba. Q = 40 l/s , H = 58,4 m	c/u	8	23970.00	191 760		191 760
	Motobomba. Q = 33 l/s , H = 96,6 m	c/u	4	40800.00	163 200		163 200
	Motobomba. Q = 115 l/s , H = 73,2 m	c/u	8	36720.00	293 760		293 760
	Motobomba. Q = 80 l/s , H = 91,7 m	c/u	8	45900.00	367 200		367 200
	Motobomba. Q = 150 l/s , H = 16,9 m	c/u	8	15300.00	122 400		122 400
	Motobomba. Q = 49 l/s , H = 62,7 m	c/u	8	28152.00	225 216		225 216
	SUBTOTAL BOMBAS				1 616 496	0	1 616 496
5	MONTAJE DE EQUIPOS						
	SUBTOTAL MONTAJE DE EQUIPOS	gl	1.0	564468.52	417 707	146 762	564 469
	TOTAL				2 504 524	160 113	2 664 638

1.3.1.4 Bombeo desde los acuíferos

SISTEMAS DE RIEGO A Y B

Riego con Agua Subterránea

SECTORES	POZO TIPO	Nº POZOS x SECTOR	INVERSION TOTAL MILL $	OPERACION 30 AÑOS MILL $	TOTAL INV.+OPER. MILL $	PROMEDIOS ANUALES		
						OPER. HRS.	VOLUMEN m³	COSTO T $/m³
SA03	A	6	190,3	89,4	279,7	189	290.000	81
SA04	D	5	86,0	29,6	115,6	177	80.000	65
SA06	E	6	165,6	94,3	259,9	156	200.000	214
SA07	D	11	185,9	62,9	248,8	171	423.000	11
SA08	E	20	552,0	614,8	1166,8	919	3.900.000	28
SA09	E	8	220,8	144,7	365,5	265	809.000	20
SB01	F	136	1849,6	777,5	2627,1	1252	6.300.000	90
SC04	G	46	575,0	85,2	660,2	206	434.000	111
SC05	H	8	168,0	129,0	297,0	485	698.000	35
SC06	H	60	1260,0	1402,4	2662,4	1017	6.800.000	69
TOTAL		306	5253	3430	8683			

INVERSION
OBRAS CIVILES, SUMINISTROS DE EQUIPOS Y SU MONTAJE

SECTORES	POZO TIPO	N° POZOS x SECTOR	INVERSION TOTAL MILL $	MONEDA NACIONAL 88 %	MONEDA EXTRANJERA 12 %
SA03	A	6	190,3	167,5	22,8
SA04	D	5	86,0	75,7	10,3
SA06	E	6	165,6	145,7	19,9
SA07	D	11	185,9	163,6	22,3
SA08	E	20	552,0	485,8	66,2
SA09	E	8	220,8	194,3	26,5
SB01	F	136	1849,6	1627,6	222,0
SC04	G	46	575,0	506,0	69,0
SC05	H	8	168,0	147,8	20,2
SC06	H	60	1260,0	1108,8	151,2
TOTAL		306	5253	4623	630

El costo total del bombeo desde el acuífero es, por lo tanto, de US$ 11.340.333 en moneda nacional y US$ 1.545.405 en moneda extranjera.

Los cálculos que respaldan este presupuesto se presentan en el Anexo 6.3-1 denominado "Presupuestos de Inversión, Operación y Mantención del Bombeo desde los Acuíferos. Sistemas de Riego A y B".

1.3.1.5 Sistemas de Drenaje

SISTEMAS DE RIEGO A Y B

	AREAS DEFICITARIAS DE DRENAJE (Ha)			
	IIw	IIIw	IVw	TOTAL
Costa	0	323	0	323
Intermedia	190	423	36	649
Interior	42,4	157	11,1	210,5
Sumas	232,4	903	47,1	1182,5

Costo de drenar terrenos IIIw y IVw:	1340	US$ / Ha
Costo de drenar terrenos IIw :	980	US$ / Ha
Dólar :	407,66	$ / US$

Se considera que todos los costos sólo tienen componente en Moneda Nacional.

INVERSION
OBRAS CIVILES, SUMINISTRO DE EQUIPOS Y MONTAJES

AREA DE PLANIFICACION	COSTOS DE DRENAJE (Inversión A)				
	IIw	IIIw	IVw	TOTAL US$	TOT.MILL $
Costa	0	432820	0	432820	176,4
Intermedia	186200	566820	24120	777140	316,8
Interior	41552	210380	7437	259369	105,7
Sumas US$	227752	1210020	31557	1469329	
Sumas Mill $	92,8	493,3	12,9		599,0

Nota: Los suelos IIw y IIIw se proyectan drenar un 100 %. Los IVw por sus características sólo el 50 % de ellos.

El costo total de los drenajes es, por lo tanto, de US$ 1.469.329 el que corresponde sólo a moneda nacional.

Los cálculos que respaldan este presupuesto se presentan en el Anexo 6.3-2 denominado "Presupuestos de Inversión, Operación y Mantención del Drenaje. Sistemas de Riego A y B".

1.3.2 Sistema de Riego B

1.3.2.1 Embalses

PROYECTO CHOAPA

SISTEMA DE RIEGO B. EMBALSE CERRILLOS

PRESUPUESTO DE OBRAS CIVILES, SUMINISTRO DE EQUIPOS Y MONTAJE

Nivel de Precios : Agosto 1993
1 US$ = $ 407.66

ITEM	DESCRIPCION	UNID.	CANTID.	PRECIO UNITARIO (US$)	PRECIO TOTAL (US$)		
					M. NAC.	M. EXT.	TOTAL
A	**OBRAS CIVILES**						
1	**OBRAS DE DESVIACION**						
1.1	ATAGUIA DE AGUAS ARRIBA (1ª etapa)	m3	21 482	7.15	53 482	100 114	153 596
1.2	CANAL DE DESVIO (1ª etapa)						
	Gaviones	m3	8 090	86.00	695 740	0	695 740
	Fluvial compactado de apoyo a gaviones	m3	28 035	7.55	103 461	108 203	211 664
	Perforaciones para impermeabilización	m	1 610	86.19	49 456	89 310	138 766
	Mezcla para inyecciones	l	64 400	0.26	6 165	10 579	16 744
	Cemento para inyecciones	t	110	213.77	23 515	0	23 515
	Bentonita	kg	3 285	0.71	2 127	205	2 332
1.3	ATAGUIA DE AGUAS ARRIBA (2ª etapa)	m3	205 033	7.15	510 456	955 530	1 465 986
1.4	ATAGUIA DE AGUAS ABAJO (2ª etapa)	m3	6 210	7.15	15 461	28 941	44 402
1.5	CANAL DE ENTRADA AL TUNEL DE DESVIO						
	Excavación exterior en material común	m3	14 779	2.37	17 159	17 867	35 026
	Excavación exterior en roca	m3	6 334	11.40	35 367	36 841	72 208
	Hormigón proyectado (e = 2,5 cm)	m3	25	253.31	1 720	4 613	6 333
	Cemento para hormigón proyectado	t	10	253.22	2 532	0	2 532
	Acelerador de fraguado	kg	400	2.43	264	708	972
1.6	ESTRUCTURA DE COMPUERTAS						
	Hormigón	m3	600	202.94	57 363	64 401	121 764
	Cemento para hormigón	t	180	157.74	28 393	0	28 393
	Armaduras A63-42H	t	30	1 124.88	33 746	0	33 746
	Relleno compactado de material común	m3	616	7.55	2 273	2 378	4 651
1.7	TUNEL DE DESVIO						
	Excavación subterránea roca tipo 1	m3	10 948	38.83	238 657	186 454	425 111
	Excavación subterránea roca tipo 2	m3	2 737	39.62	59 675	48 765	108 440
	Revestimiento de hormigón	m3	625	200.85	39 254	86 277	125 531
	Hormigón radier (e=15,0 cm)	m3	254	56.90	6 809	7 644	14 453
	Hormigón proyectado (e=2,5 cm)	m3	33	253.31	2 270	6 089	8 359
	Cemento para hormigón	t	264	157.74	41 643	0	41 643
	Cemento para hormigón proyectado	t	14	253.22	3 545	0	3 545
	Acelerador de fraguado	kg	528	2.43	348	935	1 283
	Pernos sellados d=22 mm, l=3 m	c/u	355	71.60	25 418	0	25 418
1.8	CANAL DE SALIDA TUNEL DE DESVIO						
	Excavación exterior en material común	m3	6 468	2.37	7 510	7 819	15 329
	Excavación exterior en roca	m3	2 772	11.40	15 478	16 123	31 601
	Hormigón proyectado (e=2,5 cm)	m3	12	253.31	826	2 214	3 040
	Cemento para hormigón proyectado	t	4.8	253.22	1 215	0	1 215
	Acelerador de fraguado	kg	192	2.43	127	340	467
	Pernos sellados d=25 mm, l=4 m	c/u	64	115.02	7 361	0	7 361

ITEM	DESCRIPCION	UNID.	CANTID.	PRECIO UNITARIO (US$)	PRECIO TOTAL (US$)		
					M. NAC.	M. EXT.	TOTAL
1.9	TAPON DE CIERRE TUNEL DE DESVIO						
	Hormigón tapón	m3	431	63.96	8 620	18 947	27 567
	Cemento para hormigón	t	129	157.74	20 348	0	20 348
	Armaduras A63-42H	t	22	1 124.88	24 747	0	24 747
	Cortina de inyecciones						
	Perforaciones	m	600	78.71	32 397	14 829	47 226
	Mezcla para inyecciones	l	24 000	0.26	4 273	1 967	6 240
	Cemento para inyecciones	t	41	213.77	8 765	0	8 765
	Bentonita	kg	1 224	0.71	792	77	869
	SUBTOTAL OBRAS DE DESVIACION				**2 188 758**	**1 818 170**	**4 006 928**
2	**OBRAS DE ENTREGA A RIEGO**						
2.1	OBRA DE TOMA						
	Hormigón	m3	43	202.94	4 643	4 083	8 726
	Cemento para hormigón	t	13	157.74	2 051	0	2 051
	Armaduras A63-42H	t	2.2	1 124.88	2 418	0	2 418
2.2	TUBERIA DE ENTREGA						
	Tubería de acero d=1,5 m (l=18,0 m), e=4 mm	t	2.7	2 078.19	5 166	445	5 611
	Tubería de acero d=1,8 m (l=121,0 m), e=4 mm	t	22.0	2 078.19	42 094	3 626	45 720
	Hormigón tubería	m3	284	120.00	18 134	15 946	34 080
	Cemento para hormigón	t	85	157.74	13 408	0	13 408
	Armaduras A63-42H	t	14	1 124.88	15 748	0	15 748
2.3	TUNEL DE ENTREGA						
	Tubería de acero d=1,8 m (l=10,0 m), e=4 mm	t	1.8	2 078.19	3 444	297	3 741
	Excavación subterránea en roca	m3	342	106.56	20 256	16 188	36 444
	Hormigón revestimiento	m3	113	200.85	12 077	10 619	22 696
	Cemento para hormigón	t	34	157.74	5 363	0	5 363
	Armaduras A63-42H	t	6	1 124.88	6 749	0	6 749
	Pernos sellados d=22 mm, l=3 m	c/u	83	71.60	5 943	0	5 943
2.4	PIQUE DE ENTREGA						
	Tubería de acero d=0,7 m (l=315 m), e=3 mm	t	16.4	2 078.19	31 379	2 703	34 082
	Tubería de acero d=0,5 m (l=30 m), e=3 mm	t	1.2	2 078.19	2 296	198	2 494
	Excavación subterránea en roca	m3	2 168	155.27	187 096	149 529	336 625
	Hormigón revestimiento	m3	343	151.71	27 689	24 348	52 037
	Cemento para hormigón	t	103	157.74	16 247	0	16 247
	Armaduras A63-42H	t	18	1 124.88	20 248	0	20 248
	Pernos sellados d=22 mm, l=3 m	c/u	250	71.60	17 900	0	17 900
2.5	CASA DE VALVULAS Y CUBETA DISIPADORA						
	Tubería de acero d=1,2 m (l=35,0 m), e=4 mm	t	4.2	2 078.19	8 036	692	8 728
	Tubería de acero d=1,0 m (l=47,0 m), e= 4 mm	t	4.7	2 078.19	8 992	775	9 767
	Excavación exterior en material común	m3	1 380	2.37	1 602	1 669	3 271
	Excavación exterior en roca	m3	591	11.40	3 300	3 437	6 737
	Hormigón	m3	588	189.38	58 684	52 671	111 355
	Cemento para hormigón	t	177	157.74	27 920	0	27 920
	Rellenos compactados de material común	m3	2 582	7.55	9 529	9 965	19 494
	Armaduras A63-42H	t	30	1 124.88	33 746	0	33 746
	Pernos sellados d=25 mm, l=4 m	c/u	52	115.02	5 981	0	5 981
	SUBTOTAL OBRAS DE ENTREGA A RIEGO				**618 139**	**297 191**	**915 330**
3	**PRESA DE ENROCADO**						
3.1	EXCAVACIONES Y FUNDACION DEL PLINTO						
	Excavación exterior en material común	m3	286 736	2.03	283 877	298 197	582 074
	Escarpe	m3	55 919	3.00	81 815	85 942	167 757
	Hormigón del plinto	m3	3 149	63.85	94 741	106 323	201 064
	Cemento para hormigón	t	945	157.74	149 017	0	149 017
	Armaduras A63-42H	t	158	1 124.88	177 169	0	177 169
	Pernos sellados d=16 mm, l=4 m	c/u	2 716	90.54	245 907	0	245 907

ITEM	DESCRIPCION	UNID.	CANTID.	PRECIO UNITARIO (US$)	PRECIO TOTAL (US$)		
					M. NAC.	M. EXT.	TOTAL
3.2	PRESA						
	Enrocado (Mat. sin procesar en capas de 0,6 m)	m3	928 480	3.50	1 588 119	1 661 561	3 249 680
	Enrocado (Mat. sin procesar en capas de 0,9 m)	m3	1 056 014	3.41	1 760 533	1 840 475	3 601 008
	Transición (Material seleccionado)	m3	123 692	7.67	465 821	482 897	948 718
	Pantalla de hormigón	m3	21 896	83.40	860 471	965 655	1 826 126
	Muro de hormigón del coronamiento	m3	458	158.35	34 173	38 351	72 524
	Cemento para hormigón	t	6 706	157.74	1 057 804	0	1 057 804
	Armaduras A63-42H	t	1 118	1 124.88	1 257 616	0	1 257 616
3.3	CORTINA DE IMPERMEABILIZACION						
	Perforaciones para impermeabilización	m	13 417	86.25	412 432	744 784	1 157 216
	Mezcla para inyecciones	l	536 680	0.26	51 378	88 159	139 537
	Cemento para inyecciones	t	913	213.77	195 172	0	195 172
	Bentonita	kg	27 371	0.71	17 721	1 712	19 433
	SUBTOTAL PRESA				**8 733 766**	**6 314 056**	**15 047 822**
4	**EVACUADOR DE CRECIDAS**						
	Excavación exterior en material común	m3	33 642	2.37	39 061	40 671	79 732
	Excavación exterior en roca	m3	78 497	11.40	438 305	456 561	894 866
	Hormigón vertedero	m3	1 269	63.86	38 185	42 853	81 038
	Hormigón muros, radieres y grada	m3	19 500	97.50	895 869	1 005 381	1 901 250
	Cemento para hormigón	t	6 231	157.74	982 878	0	982 878
	Armaduras A63-42H	t	416	1 124.88	467 950	0	467 950
	Pernos sellados d=22 mm, l=3 m	c/u	710	71.60	50 836	0	50 836
	SUBTOTAL EVACUADOR DE CRECIDAS				**2 913 084**	**1 545 466**	**4 458 550**
	SUBTOTAL OBRAS CIVILES				**14 453 747**	**9 974 883**	**24 428 630**
B	**SUMINISTRO DE EQUIPOS**						
	1 Válvula de mariposa d=1,5m, H=50,0 m	gl	1	235 775.00	27 125	208 650	235 775
	3 Válvulas de mariposa d=1,0m, H=7,5 m	gl	1	172 298.00	19 823	152 475	172 298
	1 Válvula de mariposa d=1,2m, H=7,5 m	gl	1	163 229.00	18 779	144 450	163 229
	2 Válvulas Howell-Bunger d=0,85m, H=7,5 m	gl	1	157 183.00	18 083	139 100	157 183
	10 Válvulas de corte d=0,5m, H=7,5 m	gl	1	302 275.00	34 775	267 500	302 275
	1 Compuerta plana de emergencia de 6,0 x 6,0 m	gl	1	248 880.00	248 880	0	248 880
	1 Stop log plano de hormigón de 6,0 x 6,0 m	gl	1	47 634.00	47 634	0	47 634
	20 Bombas Q=1,25 m3/s, d=1,0m , H=25,5 m	gl	1	2 031 288.00	233 688	1 797 600	2 031 288
	1 Equipo de izado para bombas	gl	1	90 400.00	10 400	80 000	90 400
	1 Reja Cachimba d=3,5 m, H=0,9 m, A=9,9 m2	gl	1	2 346.00	2 346	0	2 346
	3 Compuertas de segmento de 10,0 x 13,0 m	gl	1	2 184 290.00	251 290	1 933 000	2 184 290
	1 Compuerta de emergencia de 10,0 x 13,0 m	gl	1	550 800.00	550 800	0	550 800
	1 Equipo de izado (grúa portal)	gl	1	90 400.00	10 400	80 000	90 400
	SUBTOTAL SUMINISTRO DE EQUIPOS				**1 474 023**	**4 802 775**	**6 276 798**
C	**ALIMENTACION ELECTRICA PLANTA DE BOMBAS (6 MVA)**						
	Línea de Transmisión (15 km)	gl	1	450 000	360 000	90 000	450 000
	Ampliación S/E Illapel	gl	1	250 000	200 000	50 000	250 000
	S/E Terminal Cerrillos	gl	1	150 000	120 000	30 000 (*)	150 000
	SUBTOTAL ALIMENTACION ELECTRICA	gl	1		**680 000**	**170 000**	**850 000**
D	**MONTAJE DE EQUIPOS**						
	SUBTOTAL MONTAJE DE EQUIPOS	gl	1	1 580 659.00	**1 169 688**	**410 971**	**1 580 659**
E	**TERMINACIONES**						
	SUBTOTAL TERMINACIONES	gl	1	488 573.00	**289 075**	**199 498**	**488 573**
	TOTAL				**18 066 532**	**15 558 127**	**33 624 660**

(*) Supone transformador nacional

PROYECTO CHOAPA

SISTEMA DE RIEGO B. EMBALSE CORRALES

PRESUPUESTO DE OBRAS CIVILES, SUMINISTRO DE EQUIPOS Y MONTAJE

Nivel de Precios : Agosto 1993

1 US$ = $ 407.66

ITEM	DESCRIPCION	UNID.	CANTID.	PRECIO UNITARIO (US$)	PRECIO TOTAL (US$)		
					M. NAC.	M. EXT.	TOTAL
A	**OBRAS CIVILES**						
1	**OBRAS DE DESVIACION**						
1.1	ATAGUIA DE AGUAS ARRIBA	m3	1 980	7.35	5 067	9 486	14 553
1.2	CANAL DE ENTRADA AL TUNEL DE DESVIO						
	Excavación exterior en material común	m3	2 221	2.43	2 644	2 753	5 397
	Excavación exterior en roca	m3	951	11.70	5 450	5 677	11 127
	Hormigón proyectado (e = 2,5 cm)	m3	9.4	260.06	664	1 781	2 445
	Cemento para hormigón proyectado	t	3.8	259.97	988	0	988
	Acelerador de fraguado	kg	152	2.49	103	275	378
	Pernos sellados d=22 mm, l=3 m	c/u	22	73.50	1 617	0	1 617
1.3	ESTRUCTURA DE COMPUERTAS						
	Hormigón	m3	58	208.36	5 693	6 392	12 085
	Cemento para hormigón	t	18	161.95	2 915	0	2 915
	Armaduras A63-42H	t	2.9	1 154.88	3 349	0	3 349
1.4	TUNEL DE DESVIO						
	Excavación subterránea roca tipo 1	m3	2190	63.72	78 342	61 205	139 547
	Excavación subterránea roca tipo 2	m3	548	70.80	21 351	17 447	38 798
	Hormigón radier (e=15,0 cm)	m3	133	58.41	3 660	4 109	7 769
	Hormigón proyectado (e = 5,0 cm)	m3	63	248.45	4 251	11 401	15 652
	Cemento para hormigón	t	40	161.95	6 478	0	6 478
	Cemento para hormigón proyectado	t	25	259.97	6 499	0	6 499
	Acelerador de fraguado	kg	1000	2.49	676	1 814	2 490
	Pernos sellados d=22 mm, l=3 m	c/u	192	73.50	14 112	0	14 112
1.5	CANAL DE SALIDA TUNEL DE DESVIO						
	Excavación exterior en material común	m3	960	2.43	1 143	1 190	2 333
	Excavación exterior en roca	m3	412	11.70	2 361	2 459	4 820
	Hormigón proyectado (e = 2,5 cm)	m3	5	260.06	353	947	1 300
	Cemento para hormigón proyectado	t	2	259.97	520	0	520
	Acelerador de fraguado	kg	80	2.49	54	145	199
	Pernos sellados d=22 mm, l=3 m	c/u	19	73.50	1 397	0	1 397
1.6	TAPON DE CIERRE TUNEL DE DESVIO						
	Hormigón tapón	m3	79	65.67	1 622	3 566	5 188
	Cemento para hormigón	t	24	161.95	3 887	0	3 887
	Armaduras A63-42H	t	4	1 154.88	4 620	0	4 620
	Cortina de inyecciones						
	Perforaciones	m	480	80.80	26 606	12 178	38 784
	Mezcla para inyecciones	l	19200	0.26	3 419	1 573	4 992
	Cemento para inyecciones	t	33	219.47	7 243	0	7 243
	Bentonita	kg	980	0.72	644	62	706
	SUBTOTAL OBRAS DE DESVIACION				**217 728**	**144 460**	**362 188**

ITEM	DESCRIPCION	UNID.	CANTID.	PRECIO UNITARIO (US$)	PRECIO TOTAL (US$)		
					M. NAC.	M. EXT.	TOTAL
2	**OBRAS DE ENTREGA A RIEGO**						
2.1	OBRA DE TOMA						
	Hormigón	m3	16	208.36	1 774	1 560	3 334
	Cemento para hormigón	t	4.6	161.95	745	0	745
	Armaduras A63-42H	t	0.8	1 154.88	924	0	924
2.2	OBRA DE ENTREGA						
	Tubería de acero d=0,7 m (l=9,3 m), e=3,5 mm	t	0.6	2 133.61	1 178	102	1 280
	Tubería de acero d=0,9 m (l=155,2 m), e=4 mm	t	14	2 133.61	27 502	2 369	29 871
	Hormigón apoyos bajo tubería	m3	4.2	123.20	275	242	517
	Cemento para hormigón	t	1.3	161.95	211	0	211
	Armaduras A63-42H	t	0.2	1 154.88	231	0	231
2.3	CASA DE VALVULAS Y CUBETA DISIPADORA						
	Hormigón	m3	37	194.42	3 791	3 403	7 194
	Cemento para hormigón	t	12	161.95	1 943	0	1 943
	Rellenos compactados	m3	17	7.75	65	67	132
	Armaduras A63-42H	t	1.9	1 154.88	2 194	0	2 194
	SUBTOTAL OBRAS DE ENTREGA A RIEGO				**40 833**	**7 743**	**48 576**
3	**PRESA DE ENROCADO**						
3.1	EXCAVACIONES Y FUNDACION DEL PLINTO						
	Excavación exterior en material común	m3	24 634	2.08	24 989	26 250	51 239
	Escarpe	m3	23 956	3.08	35 984	37 800	73 784
	Hormigón del plinto	m3	1 296	65.55	40 030	44 923	84 953
	Cemento para hormigón	t	389	161.95	62 999	0	62 999
	Armaduras A63-42H	t	65	1 154.88	75 067	0	75 067
	Pernos sellados d=16 mm, l=4 m	c/u	1 266	92.96	117 687	0	117 687
3.2	PRESA						
	Enrocado (Mat. sin procesar en capas de 0,6 m)	m3	354 279	4.44	768 725	804 274	1 572 999
	Enrocado (Mat. sin procesar en capas de 0,9 m)	m3	510 967	4.34	1 084 183	1 133 414	2 217 597
	Transición (Material seleccionado)	m3	42 616	8.72	182 461	189 151	371 612
	Pantalla de hormigón	m3	7 194	85.62	290 236	325 714	615 950
	Muro de hormigón del coronamiento	m3	222	162.57	17 006	19 085	36 091
	Cemento para hormigón	t	2 225	161.95	360 339	0	360 339
	Armaduras A63-42H	t	371	1 154.88	428 460	0	428 460
3.3	CORTINA DE IMPERMEABILIZACION						
	Perforaciones para impermeabilización	m	4 896	88.49	154 409	278 838	433 247
	Mezcla para inyecciones	l	199 440	0.26	19 093	32 761	51 854
	Cemento para inyecciones	t	340	219.47	74 620	0	74 620
	Bentonita	kg	10 172	0.72	6 679	645	7 324
	SUBTOTAL PRESA				**3 742 967**	**2 892 855**	**6 635 822**

ITEM	DESCRIPCION	UNID.	CANTID.	PRECIO UNITARIO (US$)	PRECIO TOTAL (US$)		
					M. NAC.	M. EXT.	TOTAL
4	**EVACUADOR DE CRECIDAS**						
	Excavación exterior en material común	m3	13 314	2.43	15 850	16 503	32 353
	Excavación exterior en roca	m3	31 066	11.70	178 029	185 443	363 472
	Hormigón vertedero	m3	466	65.56	14 393	16 158	30 551
	Hormigón muros, radieres y grada	m3	1 307	100.10	61 634	69 197	130 831
	Cemento para hormigón	t	532	161.95	86 157	0	86 157
	Armaduras A63-42H	t	36	1 154.88	41 576	0	41 576
	Pernos sellados d=22 mm, l=3 m	c/u	650	73.50	47 775	0	47 775
	SUBTOTAL EVACUADOR DE CRECIDAS				**445 414**	**287 301**	**732 715**
	SUBTOTAL OBRAS CIVILES				**4 446 942**	**3 332 359**	**7 779 301**
B	**SUMINISTRO DE EQUIPOS**						
	1 Válvula de mariposa d=0,7m, H=58,0 m	gl	1	38 691.00	4 451	34 240	38 691
	1 Válvula de mariposa d=0,6m, H=58,0 m	gl	1	33 855.00	3 895	29 960	33 855
	1 Válvula Howell-Bunger d=0,6m, H=58,0 m	gl	1	54 410.00	6 260	48 150	54 410
	1 Compuerta plana de emergencia de 3,0 x 3,0 m	gl	1	89 760.00	89 760	0	89 760
	1 Stop log plano de hormigón de 3,0 x 3,0 m	gl	1	12 342.00	12 342	0	12 342
	1 Reja Cachimba d=1,3 m, H=0,7 m, A=2,9 m2	gl	1	689.52	690	0	690
	SUBTOTAL SUMINISTRO DE EQUIPOS				**117 398**	**112 350**	**229 748**
C	**MONTAJE DE EQUIPOS**						
	SUBTOTAL MONTAJE DE EQUIPOS	gl	1	71 696.00	**53 055**	**18 641**	**71 696**
D	**TERMINACIONES**						
	SUBTOTAL TERMINACIONES	gl	1	155 586.00	**88 939**	**66 647**	**155 586**
	TOTAL				**4 706 334**	**3 529 997**	**8 236 331**

1.3.2.2 Canales

PROYECTO CHOAPA
SISTEMA DE RIEGO B
PRESUPUESTO

CANAL ALIMENTADOR CORRALES

Nivel de Precios : Agosto 1993

1 US$ = $ 407.66

ITEM	DESCRIPCION	UNID.	CANTID.	PRECIO UNITARIO (US$)	PRECIO TOTAL (US$)		
					M. NAC.	M. EXT.	TOTAL
1	CANAL						
1.1	MOVIMIENTO DE TIERRA						
	Excavación en material común	m3	79 117	2.08	80 620	83 944	164 563
	Excavación en roca	m3	19 868	11.06	107 651	112 089	219 740
	Relleno	m3	23 443	4.58	52 482	54 887	107 369
1.2	OBRAS DE ARTE	gl	1	172 085.00	116 598	55 488	172 085
	SUBTOTAL CANAL				357 350	306 408	663 758
2	SIFON QUELEN						
	SUBTOTAL SIFON QUELEN	gl	1	47 599.00	32 232	15 367	47 599
3	TUNEL						
	Excavación subterránea roca tipo 1	m3	5 251	40.77	120 186	93 897	214 083
	Excavación subterránea roca tipo 2	m3	21 006	41.60	480 879	392 970	873 850
	Hormigón proyectado (e=2,5 cm)	m3	342	280.03	26 011	69 759	95 770
	Cemento para hormigón proyectado	t	137	384.74	52 709	0	52 709
	Acelerador de fraguado	kg	99	3.32	89	239	329
	Pernos sellados d=22 mm, l=3 m	c/u	2 679	73.03	195 647	0	195 647
	SUBTOTAL TUNEL				875 523	556 866	1 432 389
4	TERMINACIONES						
	SUBTOTAL TERMINACIONES	gl	1	13 275.00	7 147	6 128	13 275
	TOTAL				1 272 252	884 769	2 157 020

PROYECTO CHOAPA
SISTEMA DE RIEGO B
PRESUPUESTO

CANAL MATRIZ CORRALES

Nivel de Precios : Agosto 1993

1 US$ = $ 407.66

ITEM	DESCRIPCION	UNID.	CANTID.	PRECIO UNITARIO (US$)	PRECIO TOTAL (US$)		
					M. NAC.	M. EXT.	TOTAL
1	CANAL						
1.1	MOVIMIENTO DE TIERRA						
	Excavación en material común	m3	310 370	2.08	316 265	329 305	645 570
	Excavación en roca	m3	236 819	11.06	1 283 155	1 336 063	2 619 218
	Relleno	m3	214 069	4.58	479 237	501 199	980 436
1.2	OBRAS DE ARTE	gl	1	1 485 828.00	1 006 734	479 094	1 485 828
	SUBTOTAL CANAL				3 085 391	2 645 661	5 731 052
2	SIFON SALAMANCA						
	Excavaciones	m3	25 325	3.69	45 781	47 668	93 449
	Hormigones cámaras y sifón	m3	1 063	104.00	52 081	58 471	110 552
	Relleno compactado	m3	4 054	10.40	20 609	21 553	42 162
	Relleno sin compactar	m3	19 360	3.10	29 336	30 680	60 016
	Enrocado Wc = 300 kg	m3	58	26.10	527	987	1 514
	Armaduras A63 - 42 H	t	54	1300.00	70 200	0	70 200
	Cemento para hormigón 85 kg	t	319	192.00	61 248	0	61 248
	SUBTOTAL SIFON SALAMANCA				279 781	159 359	439 141
3	TERMINACIONES						
	SUBTOTAL TERMINACIONES	gl	1	114 621.00	61 708	52 913	114 621
	TOTAL				3 426 880	2 857 934	6 284 814

PROYECTO CHOAPA
SISTEMA DE RIEGO B
PRESUPUESTO

CANAL CHOAPA 1° SECCION

Nivel de Precios : Agosto 1993

1 US$ = $ 407.66

ITEM	DESCRIPCION	UNID.	CANTID.	PRECIO UNITARIO (US$)	PRECIO TOTAL (US$)		
					M. NAC.	M. EXT.	TOTAL
1	AMPLIACION CANAL						
1.1	MOVIMIENTO DE TIERRA						
	Excavación en material común	m3	573 594	2.08	584 488	608 588	1 193 076
	Excavación en roca	m3	127 687	11.06	691 846	720 373	1 412 218
	Relleno	m3	94 276	4.58	211 056	220 728	431 784
1.2	OBRAS DE ARTE	gl	1	1 062 977.00	720 228	342 749	1 062 977
	SUBTOTAL CANAL				2 207 618	1 892 438	4 100 055
2	SIFON CHOAPA - ILLAPEL						
	Excavaciones	m3	26 831	3.69	48 503	50 503	99 006
	Hormigones cámaras y sifón	m3	8 695	104.00	426 006	478 274	904 280
	Relleno compactado	m3	8 175	10.40	41 558	43 462	85 020
	Enrocado Wc = 300 kg	m3	1 930	26.10	17 540	32 833	50 373
	Armaduras A63 - 42 H	ton	435	1300.00	565 500	0	565 500
	Cemento para hormigón 85 kg	ton	2 609	192.00	500 928	0	500 928
	Enrocado consolidado 85 kg	m3	997	50.40	17 497	32 752	50 249
	SUBTOTAL SIFON CHOAPA - ILLAPEL				1 617 532	637 824	2 255 356
3	TERMINACIONES						
	SUBTOTAL TERMINACIONES	gl	1	82 001.00	44 152	37 849	82 001
	TOTAL				3 869 302	2 568 111	6 437 412

CANAL CHOAPA - ILLAPEL

Nivel de Precios : Agosto 1993

1 US$ = $ 407.66

ITEM	DESCRIPCION	UNID.	CANTID.	PRECIO UNITARIO (US$)	PRECIO TOTAL (US$)		
					M. NAC.	M. EXT.	TOTAL
1	CANAL						
1.1	MOVIMIENTO DE TIERRA						
	Excavación en material común	m3	49 107	2.08	50 040	52 103	102 143
	Excavación en roca	m3	0	11.06	0	0	0
	Relleno	m3	9 656	4.58	21 617	22 608	44 224
1.2	OBRAS DE ARTE	gl	1	51 228.00	34 710	16 518	51 228
	SUBTOTAL CANAL				106 367	91 229	197 596
2	TERMINACIONES						
	SUBTOTAL TERMINACIONES	gl	1	3 952.00	2 127	1 825	3 952
	TOTAL				108 494	93 053	201 547

PROYECTO CHOAPA
SISTEMA DE RIEGO B
PRESUPUESTO

CANAL CHOAPA 2° SECCION

Nivel de Precios : Agosto 1993

1 US$ = $ 407.66

ITEM	DESCRIPCION	UNID.	CANTID.	PRECIO UNITARIO (US$)	PRECIO TOTAL (US$)		
					M. NAC.	M. EXT.	TOTAL
1	CANAL						
1.1	MOVIMIENTO DE TIERRA						
	Excavación en material común	m3	1 257 597	2.08	1 281 481	1 334 320	2 615 802
	Excavación en roca	m3	263 364	11.06	1 426 984	1 485 822	2 912 806
	Relleno	m3	162 963	4.58	364 826	381 545	746 371
1.2	OBRAS DE ARTE	gl	1	2 196 242.00	1 488 080	708 162	2 196 242
	SUBTOTAL CANAL				4 561 371	3 909 849	8 471 220
2	TERMINACIONES						
	SUBTOTAL TERMINACIONES	gl	1	169 424.00	91 227	78 197	169 424
	TOTAL				4 652 598	3 988 046	8 640 645

CANAL MINCHA

Nivel de Precios : Agosto 1993

1 US$ = $ 407.66

ITEM	DESCRIPCION	UNID.	CANTID.	PRECIO UNITARIO (US$)	PRECIO TOTAL (US$)		
					M. NAC.	M. EXT.	TOTAL
1	CANAL						
1.1	MOVIMIENTO DE TIERRA						
	Excavación en material común	m3	264 508	2.08	269 532	280 645	550 177
	Excavación en roca	m3	221 524	11.06	1 200 282	1 249 773	2 450 055
	Relleno	m3	61 320	4.58	137 277	143 568	280 846
1.2	OBRAS DE ARTE	gl	1	1 148 377.00	778 091	370 286	1 148 377
	SUBTOTAL CANAL				2 385 182	2 044 272	4 429 456
2	SIFON CANELILLO - ATELCURA						
	SUBTOTAL SIFON CANELILLO - ATELCURA	gl		466 190.00	315 682	150 508	466 190
3	TERMINACIONES						
	SUBTOTAL TERMINACIONES	gl	1	88 589.00	47 704	40 885	88 589
	TOTAL				2 748 568	2 235 666	4 984 234

PROYECTO CHOAPA
SISTEMA DE RIEGO B
PRESUPUESTO

CANAL COSTERO NORTE

Nivel de Precios : Agosto 1993

1 US$ = $ 407.66

ITEM	DESCRIPCION	UNID.	CANTID.	PRECIO UNITARIO (US$)	PRECIO TOTAL (US$)		
					M. NAC.	M. EXT.	TOTAL
1	CANAL						
1.1	MOVIMIENTO DE TIERRA						
	Excavación en material común	m3	390 590	2.08	398 008	414 419	812 427
	Excavación en roca	m3	38 154	11.06	206 730	215 254	421 983
	Relleno	m3	40 621	4.58	90 938	95 106	186 044
1.2	OBRAS DE ARTE	gl	1	497 159.00	336 854	160 305	497 159
	SUBTOTAL CANAL				1 032 530	885 084	1 917 614
2	SIFON CANELA						
	SUBTOTAL SIFON CANELA	gl	1	475 052.00	321 683	153 369	475 052
3	TERMINACIONES						
	SUBTOTAL TERMINACIONES	gl	1	38 352.00	20 651	17 702	38 352
	TOTAL				1 374 864	1 056 154	2 431 018

CANAL COSTERO SUR

Nivel de Precios : Agosto 1993

1 US$ = $ 407.66

ITEM	DESCRIPCION	UNID.	CANTID.	PRECIO UNITARIO (US$)	PRECIO TOTAL (US$)		
					M. NAC.	M. EXT.	TOTAL
1	CANAL						
1.1	MOVIMIENTO DE TIERRA						
	Excavación en material común	m3	201 071	2.08	204 890	213 338	418 228
	Excavación en roca	m3	0	11.06	0	0	0
	Relleno	m3	34 095	4.58	76 329	79 826	156 155
1.2	OBRAS DE ARTE	gl	1	201 034.00	136 212	64 822	201 034
	SUBTOTAL CANAL				417 430	357 986	775 417
2	SIFON MINCHA						
	SUBTOTAL SIFON MINCHA	gl	1	1 182 955.00	801 042	381 913	1 182 955
3	SIFON MILLAHUE						
	SUBTOTAL SIFON MILLAHUE	gl	1	176 284.00	119 371	56 913	176 284
4	TERMINACIONES						
	SUBTOTAL TERMINACIONES	gl	1	15 508.00	8 349	7 160	15 508
	TOTAL				1 346 192	803 972	2 150 164

1.3.2.3 Proyecto de Bombeo desde el embalse

Este presupuesto está incluido en el presupuesto del embalse Cerrillos ya que las obras civiles de este proyecto forman parte de las obras civiles del embalse. Asimismo, el equipamiento de bombas, válvulas, controles y suministro eléctrico para hacerlas funcionar también se ha integrado al equipamiento de las obras del embalse.

1.3.2.4 Proyecto de Bombeo desde los Acuíferos

El presupuesto del proyecto de bombeo desde los acuíferos es el mismo que se ha definido para el Sistema de Riego A y presentado en el punto 1.3.1.4.

1.3.2.5 Proyecto de Drenaje

El presupuesto del proyecto de drenaje es el mismo que se ha definido para el Sistema de Riego A y presentado en el punto 1.3.1.5.

1.4 PRESUPUESTO DE ADQUISICION DE TERRENOS, DERECHOS, SERVIDUMBRES E INTERFERENCIAS

1.4.1 Metodología empleada

Estos presupuestos se han elaborado sobre la base de los antecedentes que proporciona el levantamiento a escala 1:10.000 del área del proyecto.

En el caso de los embalses, para valorizar los terrenos que se inundan se han tomado los siguientes valores:

- Zona embalse Corrales
  Valor medio de la hectárea $ 700 000/ha

- Zona embalses Canelillo y Cerrillos
  Valor de la superficie apta para la agricultura $ 3 000 000/ha

  Valor de la superficie no apta para la agricultura $ 400 000/ha

Para valorizar los galpones y casas que se inundan se utilizó el siguiente criterio:

Se contabilizó el número de construcciones que aparecían en el plano 1:10 000 y se multiplicó este número por un valor medio estimado por construcción de $ 5 500 000 cada una.

En cuanto a los caminos, éstos se valorizaron a un precio único equivalente a $ 153 millones por kilómetro. Este valor resulta de una estimación que obra en el banco de datos de INGENDESA.

Para valorizar la franja de expropiación de los canales, se hicieron numerosos perfiles típicos de los distintos canales de cada Sistema de Riego y se concluyó que todos ellos caben en una franja de 30 m de ancho. Con este valor se calculó la superficie a expropiar como el producto de 30 m por la longitud del canal correspondiente. El costo unitario de la superficie expropiada para canal se consideró de $ 400 000/ha.

Los presupuestos de adjudicación de terrenos, derechos, servidumbres e interferencias para los bombeos desde los diferentes acuíferos se han considerado equivalentes a un 4 % del valor del presupuesto total del proyecto de bombeo respectivo.

El mismo concepto se ha adoptado para definir los presupuestos análogos de drenaje.

Cabe hacer notar que los presupuestos de adquisición de terrenos, derechos, servidumbres e interferencias del bombeo desde el acuífero y de los drenajes para el Sistema de Riego B son idénticos a los del Sistema de Riego A.

Con estas bases se han elaborado los presupuestos que se muestran en las páginas siguientes:

1.4.2 Sistema de Riego A

PROYECTO CHOAPA
SISTEMA DE RIEGO A
PRESUPUESTO DE ADQUISICION DE TERRENOS, DERECHOS, SERVIDUMBRES E INTERFERENCIAS

EMBALSES

Nivel de Precios : Agosto 1993
1 US$ = $ 407.66

ITEM	DESCRIPCION	UNID.	CANTID.	PRECIO UNITARIO (US$)	PRECIO TOTAL (US$)		
					M.NAC.	M.EXT.	TOTAL
A	**EMBALSE CORRALES**						
1	SUPERFICIE INUNDADA	ha	256	1 717	439 552	0	439 552
2	INUNDACION CASAS, GALPONES Y OTROS	c/u	32	13 492	431 744	0	431 744
3	REPOSICION CAMINOS INUNDADOS	km	6.1	376 071	1 937 196	356 837	2 294 033
	SUBTOTAL				2 808 492	356 837	3 165 329
B	**EMBALSE CANELILLO**						
1	SUPERFICIE INUNDADA						
	Superficie agricola	ha	198	7 359	1 457 082	0	1 457 082
	Superficie no agricola	ha	367	981	360 027	0	360 027
2	INUNDACION CASAS, GALPONES Y OTROS	c/u	14	13 492	188 888	0	188 888
3	REPOSICION CAMINOS INUNDADOS	km	0	376 071	0	0	0
	SUBTOTAL				2 005 997	0	2 005 997
	TOTAL				4 814 489	356 837	5 171 326

CANALES

ITEM	DESCRIPCION	UNID.	CANTID.	PRECIO UNITARIO (US$)	PRECIO TOTAL (US$)		
					M.NAC.	M.EXT.	TOTAL
	FRANJA DE EXPROPIACION						
1	Canal Alimentador Corrales	ha	28.8	981	28 253	0	28 253
2	Canal Matriz Corrales	ha	165.9	981	162 748	0	162 748
3	Canal Canelillo	ha	151.2	981	148 327	0	148 327
4	Canal Choapa 2ª Sección	ha	244.2	981	239 560	0	239 560
5	Canal Choapa -Illapel	ha	23.1	981	22 661	0	22 661
6	Canal Costero Norte	ha	92.1	981	90 350	0	90 350
7	Canal Costero Sur	ha	72.3	981	70 926	0	70 926
	TOTAL				762 826	0	762 826

BOMBEO DESDE CANALES

No se ha considerado inversiones por adquisición de terrenos, derechos, servidumbres e interferencias en el proyecto de bombeo desde canales, debido a que las instalaciones de las bombas se realizan en el canal correspondiente, en el que está incluida esta inversión.

BOMBEO DESDE LOS ACUIFEROS
Se considera un 4% de la inversión total y corresponde a adquisición de terrenos, derechos, servidumbres e interferencias.

SECTORES	POZO TIPO	N° POZOS x SECTOR	4 % INVERSION MILL $	MONEDA NACIONAL 100 %	MONEDA EXTRANJERA 0 %
SA03	A	6	7,6	7,6	0
SA04	D	5	3,4	3,4	0
SA06	E	6	6,6	6,6	0
SA07	D	11	7,4	7,4	0
SA08	E	20	22,1	22,1	0
SA09	E	8	8,8	8,8	0
SB01	F	136	74,0	74,0	0
SC04	G	46	23,0	23,0	0
SC05	H	8	6,7	6,7	0
SC06	H	60	50,4	50,4	0
TOTAL		306	210	210	0

El costo total en US$ es de US$ 515.135, correspondiente sólo a moneda nacional.

DRENAJES
Se ha considerado un 4% de la inversión.

AREA DE PLANIFICACION	COSTOS DE DRENAJE				
	IIw	IIIw	IVw	TOTAL US$	TOT.MILL $
Costa	0	17312,8	0	17312,8	7,1
Intermedia	7448	22672,8	964,8	31085,6	12,7
Interior	1662,08	8415,2	297,48	10374,76	4,2
Sumas US$	9110	48401	1262	58773	
Sumas Mill $	3,7	19,7	0,5		24,0

El costo total en US$ es de US$ 58.773, correspondiente sólo a moneda nacional.

Los cálculos que respaldan los presupuestos del bombeo desde los acuíferos y drenajes, se presentan en los Anexos 6.3-1 y 6.3-2 denominados "Presupuestos de Inversión, Operación y Mantención del bombeo desde los acuíferos. Sistemas de Riego A y B" y "Presupuestos de Inversión, Operación y Mantención del Drenaje. Sistemas de Riego A y B".

1.4.3 Sistema de Riego B

PROYECTO CHOAPA
SISTEMA DE RIEGO B
PRESUPUESTO DE ADQUISICION DE TERRENOS, DERECHOS, SERVIDUMBRES E INTERFERENCIAS

EMBALSES

Nivel de Precios : Agosto 1993
1 US$ = $ 407.66

ITEM	DESCRIPCION	UNID.	CANTID.	PRECIO UNITARIO (US$)	PRECIO TOTAL (US$)		
					M.NAC.	M.EXT.	TOTAL
A	EMBALSE CORRALES						
1	SUPERFICIE INUNDADA	ha	160	1 717	274 720	0	274 720
2	INUNDACION CASAS, GALPONES Y OTROS	c/u	31	13 492	418 252	0	418 252
3	REPOSICION CAMINOS INUNDADOS	km	5.0	376 071	1 587 866	292 489	1 880 355
	SUBTOTAL				2 280 838	292 489	2 573 327
B	EMBALSE CERRILLOS						
1	SUPERFICIE INUNDADA						
	Superficie agricola	ha	331	7 359	2 435 829	0	2 435 829
	Superficie no agricola	ha	293	981	287 433	0	287 433
2	INUNDACION CASAS, GALPONES Y OTROS	c/u	115	13 492	1 551 580	0	1 551 580
3	REPOSICION CAMINOS INUNDADOS	km	6.6	376 071	2 095 982	386 086	2 482 069
	SUBTOTAL				6 370 824	386 086	6 756 911
	TOTAL				8 651 662	678 575	9 330 238

CANALES

ITEM	DESCRIPCION	UNID.	CANTID.	PRECIO UNITARIO (US$)	PRECIO TOTAL (US$)		
					M.NAC.	M.EXT.	TOTAL
	FRANJA DE EXPROPIACION						
1	Canal Alimentador Corrales	ha	28.8	981	28 253	0	28 253
2	Canal Matriz Corrales	ha	165.9	981	162 748	0	162 748
3	Canal Choapa 2ª Sección	ha	244.2	981	239 560	0	239 560
4	Canal Mincha	ha	48.9	981	47 971	0	47 971
5	Canal Choapa -Illapel	ha	23.1	981	22 661	0	22 661
6	Canal Costero Norte	ha	92.1	981	90 350	0	90 350
7	Canal Costero Sur	ha	72.3	981	70 926	0	70 926
	TOTAL				662 469	0	662 469

PROYECTO DE BOMBEO DESDE EL EMBALSE

No se ha considerado inversiones por adquisición de terrenos, derechos, servidumbres e interferencias en el proyecto de bombeo desde el embalse Cerrillos, debido a que sus instalaciones están incluidas en el proyecto del embalse Cerrillos.

PROYECTO DE BOMBEO DESDE LOS ACUIFEROS

El presupuesto de adquisición de terrenos, derechos, servidumbres e interferencias correspondientes al proyecto de bombeo desde los acuíferos es el mismo que se ha definido para el Sistema de Riego A.

PROYECTO DE DRENAJES

El presupuesto de adquisición de terrenos, derechos, servidumbres e interferencias correspondientes al proyecto de drenaje es el mismo que se ha definido para el Sistema de Riego A.

I N G E N D E S A

A N E X O 6.3-1

PRESUPUESTOS DE INVERSION, OPERACION Y MANTENCION DEL BOMBEO DESDE LOS ACUIFEROS. SISTEMAS DE RIEGO A Y B.

CALCULO DE COSTOS DE LOS SONDEOS Y OPERACION DEL SISTEMA.

Tomando como base el número de sondeos por sector, calculado según lo indicado en el capítulo 6.2.4 punto 2.10 en base al mes de máxima demanda, se ha procedido a calcular los costos del complemento al riego con aguas subterráneas.

El número de sondeos por sector ha sido considerado la base para efectuar los cálculos de los costos de Inversión y Operación.

CALCULO DE LA INVERSION

La inversión se resume en el cuadro que se presenta en la página siguiente.

Se han considerado los siguientes costos según cotizaciones con precios de mercado :

- El sondeo propiamente tal (perforación y habilitación)
- Bomba
- Columna de descarga
- Cables eléctricos
- Partidor
- Malla Tierra
- Transformador
- Línea alta tensión

Adicionalmente se ha considerado efectuar una reparación mayor, a la mitad de la vida útil de proyecto, que consiste en un cambio de bomba, partidores, cables eléctricos, transformador y columna de descarga. Esta reparación se ha considerado efectuarla al año 19 del proyecto.

Ver en página siguiente los cálculos de la Inversión para cada sector.

14/02/94

CARACTERISTICAS CONSTRUCTIVAS Y COSTO DE LAS INSTALACIONES

VALORES EN MILLONES DE $

SECTOR	POZO TIPO	PROF. (m)	Q l/s	N.D. (m)	H.P. Bomba	KVA Trans-form.	Rendim. m3/hr	Demanda mes max Hm3	Volumen Extraido/pc Mesmax(H	Nro Pozos sector	Costo Sondeo H$/m	Costo Sondeo	Costo Bomba	Costo Columna Descarga	Costo Cables Electric.	Costo Parti-dor	Costo Malla Tierra	Costo Trans-formador	Costo 1 Km. L.A.T	Costo Total/pozo Inversion	Costo Inv todos 1 ano	Repara-ciones
SA03	A	100	70	30	44	44	252	0.71	0.136	6	0.150	15.0	3.5	0.90	0.20	0.35	0.30	1.5	2.8	24.4	184	6.3
SA03	B	60	35	20	14	14	126	0.71	0.068	11	0.135	8.1	1.7	0.50	0.12	0.2	0.15	0.6	2.8	14.2	190	3.1
SA04	C	80	40	25	20	20	144	0.2	0.080	3	0.15	12.0	2.1	0.75	0.16	0.25	0.20	0.8	2.8	19.1	69	4.1
SA04	D	80	25	20	10	10	90	0.2	0.049	5	0.135	8.1	1.5	0.50	0.12	0.2	0.90	0.6	2.8	14.3	86	2.9
SA06	E	100	60	25	30	30	216	0.64	0.117	6	0.15	15.0	2.5	0.75	0.20	0.3	0.20	1.0	2.8	22.8	165	4.8
SA07	D	80	25	20	10	10	90	0.54	0.053	11	0.135	8.1	1.5	0.50	0.12	0.2	0.15	0.6	2.8	14.0	186	2.9
SA08	E	100	60	25	30	30	216	2.3	0.121	20	0.15	15.0	2.5	0.63	0.20	0.3	0.20	1.0	2.8	22.6	545	4.6
SA09	E	100	60	25	30	30	216	0.86	0.117	8	0.15	15.0	2.5	0.75	0.20	0.3	0.20	1.0	2.8	22.8	220	4.8
SB01	F	30	10	20	4	4	36	2.78	0.021	136	0.12	6.0	1.2	0.40	0.10	0.15	0.09	0.5	2.8	11.2	1848	2.4
SC04	G	40	6	20	2	2	21.6	0.58	0.013	46	0.12	4.8	1.3	0.40	0.08	0.15	0.05	0.5	2.8	10.1	575	2.4
SC05	H	70	30	35	21	21	108	0.41	0.058	8	0.135	9.5	2.2	0.88	0.14	0.25	0.20	0.8	2.8	16.7	168	4.3
SC06	H	70	30	35	21	21	108	3.57	0.060	60	0.135	9.5	2.2	0.88	0.14	0.25	0.20	0.8	2.8	16.7	1259	4.3

CALCULO DE LA OPERACION DE LOS SONDAJES

La operación de los sondajes se ha efectuado mediante una simulación de 30 años. En los años 4 al 8 del proyecto se efectúa la construcción de los sondajes según los porcentajes de 5%, 10%, 20%, 30% y 35% del total de pozos por sector respectivamente.

La reparación, se efectúa en iguales porcentajes a partir del año 19.

La operación se ha calculado en base a los volúmenes anuales resultantes de la Simulación del Sistema de Riego. Con dichos volúmenes anuales requeridos y el Nº de pozos por sector, se han calculado las horas de operación de los pozos año a año. El Nº de pozos y el volumen del mes de máximo consumo han permitido calcular la potencia máxima instalada del sistema.

Con los valores antes indicados se ha procedido a calcular los costos de la operación. Entre los costos numéricos principales se pueden indicar:

Cuadro Nº 2

Energía US$/KWH	0,064
Potencia Instalada US$/KWH	3,0
Dolar $	407,66
Vida Util años	30
Reparaciones año	15

En las páginas siguientes se presentan los cuadros de desarrollo de la operación para cada uno de los sectores considerados.

En el caso de los sectores SA03 y SA04 se han considerado dos pozos tipo y se ha simulado la operación con cada uno de ellos en forma independiente.

	SA03	**A**																	
	N° de pozos sector		4		Energia $/KWH		26		Cambio Bomba (Mill		6.3								
	Caudal pozos l/s		70		Dolar ($)		407.66		Tasa de cambio anual		12%								
	Potencia Bomba (HP)		44		Pot. Max Int. ($/Kw/año)		14676		Años vida util		30								
	Energia c/pozo KWH		41.25		Costo Total /pozo Mill$		24.4												
	AÑO	Volumen anual Mill m3	Hrs func./pozo	Energia KW	Costo/pozo Energia Mill $/año	Costo/poz Poten Ins Mill $/año	Suma/pozo Energ+pot Mill $/año	% Construc	N° Pozos construid año	Pozos Operando	Costo Inversion anual	N° Pozos Reparaci	Costo Reparaci Mill $	Inversion Total Mill $	Operacion Total Mill $	Total Total Mill $	COSTO $/m3	VAN
0	1950	0.11	71	2923	0.077	0.635	0.712	5%	1	1	24.4			24.4	0.712	25.112	234	25.11
1	1951	0.11	71	2923	0.077	0.635	0.712	10%	1	2	24.4			24.4	1.424	25.824	241	23.06
2	1952	0.11	71	2923	0.077	0.635	0.712	20%	1	3	24.4			24.4	2.137	26.537	248	21.15
3	1953	0.11	71	2923	0.077	0.635	0.712	30%	1	4	24.4			24.4	2.849	27.249	254	19.40
4	1954	0.11	71	2923	0.077	0.635	0.712	35%	2	6	48.8			48.8	4.273	53.073	495	33.73
5	1955	0.11	71	2923	0.077	0.635	0.712			6				0	4.273	4.273	40	2.42
6	1956	0.11	71	2923	0.077	0.635	0.712			6				0	4.273	4.273	40	2.16
7	1957	0.11	71	2923	0.077	0.635	0.712			6				0	4.273	4.273	40	1.93
8	1958	0.11	71	2923	0.077	0.635	0.712			6				0	4.273	4.273	40	1.73
9	1959	0.11	71	2923	0.077	0.635	0.712			6				0	4.273	4.273	40	1.54
10	1960	0.13	83	3434	0.091	0.635	0.726			6				0	4.354	4.354	35	1.40
11	1961	0.79	525	21667	0.574	0.635	1.209			6				0	7.253	7.253	9	2.09
12	1962	0.11	71	2923	0.077	0.635	0.712			6				0	4.273	4.273	40	1.10
13	1963	0.11	71	2923	0.077	0.635	0.712			6				0	4.273	4.273	40	0.98
14	1964	0.11	71	2923	0.077	0.635	0.712			6		1	6.3	6.3	4.273	10.573	99	2.16
15	1965	0.11	71	2923	0.077	0.635	0.712			6		1	6.3	6.3	4.273	10.573	99	1.93
16	1966	0.11	71	2923	0.077	0.635	0.712			6		1	6.3	6.3	4.273	10.573	99	1.72
17	1967	0.93	612	25247	0.669	0.635	1.304			6		1	6.3	6.3	7.822	14.122	15	2.06
18	1968	0.96	634	26143	0.693	0.635	1.327			6		2	12.6	12.6	7.965	20.565	21	2.67
19	1969	0.95	628	25905	0.686	0.635	1.321			6				0	7.927	7.927	8	0.92
20	1970	0.36	239	9853	0.261	0.635	0.896			6				0	5.375	5.375	15	0.56
21	1971	0.91	604	24924	0.660	0.635	1.295			6				0	7.771	7.771	9	0.72
22	1972	0.11	71	2923	0.077	0.635	0.712			6				0	4.273	4.273	40	0.35
23	1973	0.12	77	3187	0.084	0.635	0.719			6				0	4.315	4.315	37	0.32
24	1974	0.11	71	2923	0.077	0.635	0.712			6				0	4.273	4.273	40	0.28
25	1975	0.37	243	10041	0.266	0.635	0.901			6				0	5.405	5.405	15	0.32
26	1976	0.91	603	24889	0.660	0.635	1.294			6				0	7.765	7.765	9	0.41
27	1977	0.11	71	2923	0.077	0.635	0.712			6				0	4.273	4.273	40	0.20
28	1978	0.11	71	2923	0.077	0.635	0.712			6				0	4.273	4.273	40	0.18
29	1979	0.11	71	2923	0.077	0.635	0.712			6				0	4.273	4.273	40	0.16
SUMA		8.57	5667	233748	6.194	19.042	25.24	1.00			146.40	6.00	37.80	184.20	141.44	325.64		152.77
PROMEDIO		0.29	189	7792	0.206	0.635	0.84	0.20			29.28		7.56	6.14	4.71	10.85	80.66	

	SA03	B																
	N° de pozos sector		11		Energia $/KWH		26		Cambio Bomba (Mill		3.1							
	Caudal pozos l/s		35		Dolar ($)		407.66		Tasa de cambio anual		12%							
	Potencia Bomba (HP)		14		Pot. Max Int. ($/Kw/año)		14676		Años vida util		30							
	Energia c/pozo KWH		13.125		Costo Total /pozo Mill$		14.2											
	AÑO	Volumen anual Mill m3	Hrs func./pozo	Energia KW	Costo/pozo Energia Mill $/año	Costo/poz Poten Ins Mill $/año	Suma/pozo Energ+pot Mill $/año	% Construc	N° Pozos construid año	Pozos Operando	Costo Inversion anual	N° Pozos Reparaci	Costo Reparaci Mill $	Inversion Total Mill $	Operacion Total Mill $	Total Total Mill $	COSTO $/m3	VAN
0	1950	0.11	77	1015	0.027	0.222	0.249	5%	1	1	14.2			14.2	0.249	14.449	135	14.449
1	1951	0.11	77	1015	0.027	0.222	0.249	10%	1	2	14.2			14.2	0.498	14.698	137	13.123
2	1952	0.11	77	1015	0.027	0.222	0.249	20%	2	4	28.4			28.4	0.995	29.395	274	23.434
3	1953	0.11	77	1015	0.027	0.222	0.249	30%	3	7	42.6			42.6	1.742	44.342	414	31.562
4	1954	0.11	77	1015	0.027	0.222	0.249	35%	4	11	56.8			56.8	2.737	59.537	556	37.837
5	1955	0.11	77	1015	0.027	0.222	0.249			11				0	2.737	2.737	26	1.553
6	1956	0.11	77	1015	0.027	0.222	0.249			11				0	2.737	2.737	26	1.387
7	1957	0.11	77	1015	0.027	0.222	0.249			11				0	2.737	2.737	26	1.238
8	1958	0.11	77	1015	0.027	0.222	0.249			11				0	2.737	2.737	26	1.106
9	1959	0.11	77	1015	0.027	0.222	0.249			11				0	2.737	2.737	26	0.987
10	1960	0.13	91	1192	0.032	0.222	0.254			11				0	2.789	2.789	22	0.898
11	1961	0.79	573	7521	0.199	0.222	0.421			11				0	4.634	4.634	6	1.332
12	1962	0.11	77	1015	0.027	0.222	0.249			11				0	2.737	2.737	26	0.703
13	1963	0.11	77	1015	0.027	0.222	0.249			11				0	2.737	2.737	26	0.627
14	1964	0.11	77	1015	0.027	0.222	0.249			11		1	3.1	3.1	2.737	5.837	54	1.194
15	1965	0.11	77	1015	0.027	0.222	0.249			11		1	3.1	3.1	2.737	5.837	54	1.066
16	1966	0.11	77	1015	0.027	0.222	0.249			11		2	6.2	6.2	2.737	8.937	83	1.458
17	1967	0.93	668	8764	0.232	0.222	0.454			11		3	9.3	9.3	4.996	14.296	15	2.082
18	1968	0.96	691	9074	0.240	0.222	0.462			11		4	12.4	12.4	5.087	17.487	18	2.274
19	1969	0.95	685	8992	0.238	0.222	0.460			11				0	5.063	5.063	5	0.588
20	1970	0.36	261	3420	0.091	0.222	0.313			11				0	3.439	3.439	10	0.356
21	1971	0.91	659	8651	0.229	0.222	0.451			11				0	4.963	4.963	5	0.459
22	1972	0.11	77	1015	0.027	0.222	0.249			11				0	2.737	2.737	26	0.226
23	1973	0.12	84	1106	0.029	0.222	0.251			11				0	2.764	2.764	24	0.204
24	1974	0.11	77	1015	0.027	0.222	0.249			11				0	2.737	2.737	26	0.180
25	1975	0.37	266	3485	0.092	0.222	0.314			11				0	3.458	3.458	9	0.203
26	1976	0.91	658	8639	0.229	0.222	0.451			11				0	4.960	4.960	5	0.260
27	1977	0.11	77	1015	0.027	0.222	0.249			11				0	2.737	2.737	26	0.128
28	1978	0.11	77	1015	0.027	0.222	0.249			11				0	2.737	2.737	26	0.115
29	1979	0.11	77	1015	0.027	0.222	0.249			11				0	2.737	2.737	26	0.102
SUMA		8.57	6182	81136	2.150	6.659	8.81	1.00			156.20	11.00	34.10	190.30	89.43	279.73		141.13
PROMEDIO		0.29	206	2705	0.072	0.222	0.29	0.20			31.24		6.82	6.34	2.98	9.32	71.18	

	SA04	A																	
	N° de pozos sector		3		Energia $/KWH		26		Cambio Bomba (Mill		4.1								
	Caudal pozos l/s		40		Dolar ($)		407.66		Tasa de cambio anual		12%								
	Potencia Bomba (HP)		20		Pot. Max Int. ($/Kw/año)		14676		Años vida util		30								
	Energia c/pozo KWH		18.75		Costo Total /pozo Mill$		19.1												
	AÑO	Volumen anual Mill m3	Hrs func./pozo	Energia KW	Costo/pozo Energia Mill $/año	Costo/poz Poten Ins Mill $/año	Suma/pozo Energ+pot Mill $/año	% Construc	N° Pozos construid año	Pozos Operando	Costo Inversion anual	N° Pozos Reparaci	Costo Reparaci Mill $	Inversion Total Mill $	Operacion Total Mill $	Total Total Mill $	COSTO $/m3	VAN	
0	1950	0.035	81	1511	0.040	0.305	0.345	5%	0	0	0			0	0.000	0.000	0	0.00	
1	1951	0.104	242	4534	0.120	0.305	0.425	10%	0	0	0			0	0.000	0.000	0	0.00	
2	1952	0.059	136	2558	0.068	0.305	0.372	20%	1	1	19.1			19.1	0.372	19.472	330	15.52	
3	1953	0.000	0	0	0.000	0.305	0.305	30%	1	2	19.1			19.1	0.609	19.709		14.03	
4	1954	0.000	0	0	0.000	0.305	0.305	35%	1	3	19.1			19.1	0.914	20.014		12.72	
5	1955	0.000	0	0	0.000	0.305	0.305			3				0	0.914	0.914		0.52	
6	1956	0.054	124	2325	0.062	0.305	0.366			3				0	1.098	1.098	21	0.56	
7	1957	0.064	149	2790	0.074	0.305	0.378			3				0	1.135	1.135	18	0.51	
8	1958	0.091	211	3953	0.105	0.305	0.409			3				0	1.228	1.228	13	0.50	
9	1959	0.048	112	2093	0.055	0.305	0.360			3				0	1.080	1.080	22	0.39	
10	1960	0.062	143	2674	0.071	0.305	0.375			3				0	1.126	1.126	18	0.36	
11	1961	0.184	426	7980	0.211	0.305	0.516			3				0	1.548	1.548	8	0.44	
12	1962	0.102	236	4418	0.117	0.305	0.422			3				0	1.265	1.265	12	0.32	
13	1963	0.000	0	0	0.000	0.305	0.305			3				0	0.914	0.914		0.21	
14	1964	0.054	124	2325	0.062	0.305	0.366			3		0	0	0	1.098	1.098	21	0.22	
15	1965	0.000	0	0	0.000	0.305	0.305			3		0	0	0	0.914	0.914		0.17	
16	1966	0.043	99	1860	0.049	0.305	0.354			3		1	4.1	4.1	1.061	5.161	120	0.84	
17	1967	0.196	453	8501	0.225	0.305	0.530			3		1	4.1	4.1	1.589	5.689	29	0.83	
18	1968	0.203	470	8809	0.233	0.305	0.538			3		1	4.1	4.1	1.614	5.714	28	0.74	
19	1969	0.204	471	8835	0.234	0.305	0.539			3				0	1.616	1.616	8	0.19	
20	1970	0.131	304	5696	0.151	0.305	0.455			3				0	1.366	1.366	10	0.14	
21	1971	0.134	310	5813	0.154	0.305	0.459			3				0	1.376	1.376	10	0.13	
22	1972	0.000	0	0	0.000	0.305	0.305			3				0	0.914	0.914		0.08	
23	1973	0.099	229	4301	0.114	0.305	0.418			3				0	1.255	1.255	13	0.09	
24	1974	0.104	242	4534	0.120	0.305	0.425			3				0	1.274	1.274	12	0.08	
25	1975	0.112	260	4883	0.129	0.305	0.434			3				0	1.302	1.302	12	0.08	
26	1976	0.190	441	8265	0.219	0.305	0.524			3				0	1.571	1.571	8	0.08	
27	1977	0.003	6	116	0.003	0.305	0.308			3				0	0.923	0.923	345	0.04	
28	1978	0.000	0	0	0.000	0.305	0.305			3				0	0.914	0.914		0.04	
29	1979	0.110	254	4766	0.126	0.305	0.431			3				0	1.292	1.292	12	0.05	
SUMA		2.386	5522	103538	2.744	9.136	11.88	1.00			57.30	3.00	12.30	69.60	32.28	101.88		49.89	
PROMEDIO		0.080	184	3451	0.091	0.305	0.40	0.20			11.46		2.46	2.32	1.08	3.40	46.58		

	SA04 B																	
	N° de pozos sector	5		Energia $/KWH		26		Cambio Bomba (Mill	2.9									
	Caudal pozos l/s	25		Dolar ($)		407.66		Tasa de cambio anual	12%									
	Potencia Bomba (HP)	10		Pot. Max Int. ($/Kw/año)		14676		Años vida util	30									
	Energia c/pozo KWH	9.375		Costo Total /pozo Mill$		143												
	AÑO Volumen anual Mill m3	Hrs func./pozo	Energia KW	Costo/pozo Energia Mill $/año	Costo/poz Poten Ins Mill $/año	Suma/pozo Energ+pot Mill $/año	% Construc	N° Pozos construid año	Pozos Operando	Costo Inversion anual	N° Pozos Reparaci	Costo Reparaci Mill $	Inversion Total Mill $	Operacion Total Mill $	Total Total Mill $	COSTO $/m3	VAN	
0	1950 0.035	77	725	0.019	0.167	0.186	5%	1	1	14.3			14.3	0.186	14.486	416	14.49	
1	1951 0.104	232	2176	0.058	0.167	0.225	10%	1	2	14.3			14.3	0.449	14.749	141	13.17	
2	1952 0.059	131	1228	0.033	0.167	0.199	20%	1	3	14.3			14.3	0.598	14.898	253	11.88	
3	1953 0.000	0	0	0.000	0.167	0.167	30%	1	4	14.3			14.3	0.668	14.968		10.65	
4	1954 0.000	0	0	0.000	0.167	0.167	35%	1	5	14.3			14.3	0.835	15.135		9.62	
5	1955 0.000	0	0	0.000	0.167	0.167			5				0	0.835	0.835		0.47	
6	1956 0.054	119	1116	0.030	0.167	0.197			5				0	0.983	0.983	18	0.50	
7	1957 0.064	143	1339	0.035	0.167	0.202			5				0	1.012	1.012	16	0.46	
8	1958 0.091	202	1897	0.050	0.167	0.217			5				0	1.086	1.086	12	0.44	
9	1959 0.048	107	1004	0.027	0.167	0.194			5				0	0.968	0.968	20	0.35	
10	1960 0.062	137	1283	0.034	0.167	0.201			5				0	1.005	1.005	16	0.32	
11	1961 0.184	409	3830	0.101	0.167	0.268			5				0	1.342	1.342	7	0.39	
12	1962 0.102	226	2120	0.056	0.167	0.223			5				0	1.116	1.116	11	0.29	
13	1963 0.000	0	0	0.000	0.167	0.167			5				0	0.835	0.835		0.19	
14	1964 0.054	119	1116	0.030	0.167	0.197			5		1	2.9	2.9	0.983	3.883	72	0.79	
15	1965 0.000	0	0	0.000	0.167	0.167			5		1	2.9	2.9	0.835	3.735		0.68	
16	1966 0.043	95	893	0.024	0.167	0.191			5		1	2.9	2.9	0.953	3.853	90	0.63	
17	1967 0.196	435	4081	0.108	0.167	0.275			5		1	2.9	2.9	1.375	4.275	22	0.62	
18	1968 0.203	451	4228	0.112	0.167	0.279			5		1	2.9	2.9	1.395	4.295	21	0.56	
19	1969 0.204	452	4241	0.112	0.167	0.279			5				0	1.397	1.397	7	0.16	
20	1970 0.131	292	2734	0.072	0.167	0.239			5				0	1.197	1.197	9	0.12	
21	1971 0.134	298	2790	0.074	0.167	0.241			5				0	1.204	1.204	9	0.11	
22	1972 0.000	0	0	0.000	0.167	0.167			5				0	0.835	0.835		0.07	
23	1973 0.099	220	2065	0.055	0.167	0.222			5				0	1.108	1.108	11	0.08	
24	1974 0.104	232	2176	0.058	0.167	0.225			5				0	1.123	1.123	11	0.07	
25	1975 0.112	250	2344	0.062	0.167	0.229			5				0	1.145	1.145	10	0.07	
26	1976 0.190	423	3967	0.105	0.167	0.272			5				0	1.360	1.360	7	0.07	
27	1977 0.003	6	56	0.001	0.167	0.168			5				0	0.842	0.842	314	0.04	
28	1978 0.000	0	0	0.000	0.167	0.167			5				0	0.835	0.835		0.03	
29	1979 0.110	244	2288	0.061	0.167	0.228			5				0	1.138	1.138	10	0.04	
SUMA	2.386	5301	49698	1.317	5.008	6.32	1.00			71.50	5.00	14.50	86.00	29.64	115.64		67.37	
PROMEDIO	0.080	177	1657	0.044	0.167	0.21	0.20			14.30		2.90	2.87	0.99	3.85	65.44		

SA06

N° de pozos sector	6		Energia $/KWH		26		Cambio Bomba (Mill	4.8									
Caudal pozos l/s	60		Dolar ($)		407.66		Tasa de cambio anual	12%									
Potencia Bomba (HP)	30		Pot. Max Int. ($/Kw/año)		14676		Años vida util	30									
Energia c/pozo KWH	28.125		Costo Total /pozo Mill$		22.8												

	AÑO	Volumen anual Mill m3	Hrs func./pozo	Energia KW	Costo/pozo Energia Mill $/año	Costo/poz Poten Ins Mill $/año	Suma/pozo Energ+pot Mill $/año	% Construc	N° Pozos construid año	Pozos Operando	Costo Inversion anual	N° Pozos Reparaci	Costo Reparaci Mill $	Inversion Total Mill $	Operacion Total Mill $	Total Total Mill $	COSTO $/m3	VAN
0	1950	0.005	4	116	0.003	0.442	0.445	5%	1	1	22.8			22.8	0.445	23.245	4339	23.25
1	1951	0.005	4	116	0.003	0.442	0.445	10%	1	2	22.8			22.8	0.890	23.690	4422	21.15
2	1952	0.005	4	116	0.003	0.442	0.445	20%	1	3	22.8			22.8	1.336	24.136	4506	19.24
3	1953	0.005	4	116	0.003	0.442	0.445	30%	1	4	22.8			22.8	1.781	24.581		17.50
4	1954	0.005	4	116	0.003	0.442	0.445	35%	2	6	45.6			45.6	2.671	48.271		30.68
5	1955	0.005	4	116	0.003	0.442	0.445			6				0	2.671	2.671		1.52
6	1956	0.005	4	116	0.003	0.442	0.445			6				0	2.671	2.671	499	1.35
7	1957	0.005	4	116	0.003	0.442	0.445			6				0	2.671	2.671	499	1.21
8	1958	0.005	4	116	0.003	0.442	0.445			6				0	2.671	2.671	499	1.08
9	1959	0.005	4	116	0.003	0.442	0.445			6				0	2.671	2.671	499	0.96
10	1960	0.088	68	1918	0.051	0.442	0.493			6				0	2.958	2.958	33	0.95
11	1961	0.641	494	13907	0.369	0.442	0.811			6				0	4.864	4.864	8	1.40
12	1962	0.005	4	116	0.003	0.442	0.445			6				0	2.671	2.671	499	0.69
13	1963	0.005	4	116	0.003	0.442	0.445			6				0	2.671	2.671		0.61
14	1964	0.005	4	116	0.003	0.442	0.445			6		1	4.8	4.8	2.671	7.471	1395	1.53
15	1965	0.005	4	116	0.003	0.442	0.445			6		1	4.8	4.8	2.671	7.471		1.36
16	1966	0.005	4	116	0.003	0.442	0.445			6		1	4.8	4.8	2.671	7.471	1395	1.22
17	1967	0.908	701	19708	0.522	0.442	0.964			6		1	4.8	4.8	5.786	10.586	12	1.54
18	1968	0.963	743	20895	0.554	0.442	0.996			6		2	9.6	9.6	5.975	15.575	16	2.03
19	1969	0.945	729	20507	0.543	0.442	0.985			6				0	5.913	5.913	6	0.69
20	1970	0.320	247	6934	0.184	0.442	0.626			6				0	3.755	3.755	12	0.39
21	1971	0.910	702	19748	0.523	0.442	0.965			6				0	5.792	5.792	6	0.54
22	1972	0.005	4	116	0.003	0.442	0.445			6				0	2.671	2.671		0.22
23	1973	0.013	10	274	0.007	0.442	0.449			6				0	2.696	2.696	214	0.20
24	1974	0.005	4	116	0.003	0.442	0.445			6				0	2.671	2.671	499	0.18
25	1975	0.308	237	6675	0.177	0.442	0.619			6				0	3.714	3.714	12	0.22
26	1976	0.864	667	18746	0.497	0.442	0.939			6				0	5.633	5.633	7	0.30
27	1977	0.005	4	116	0.003	0.442	0.445			6				0	2.671	2.671	499	0.13
28	1978	0.005	4	116	0.003	0.442	0.445			6				0	2.671	2.671		0.11
29	1979	0.005	4	116	0.003	0.442	0.445			6				0	2.671	2.671	499	0.10
SUMA		6.066	4680	131636	3.488	13.263	16.75	1.00			136.80	6.00	28.80	165.60	94.28	259.88		132.32
PROMEDIO		0.202	156	4388	0.116	0.442	0.56	0.20			27.36		5.76	5.52	3.14	8.66	885.72	

SA07

N° de pozos sector	11		Energia $/KWH		26		Cambio Bomba (Mill	2.9										
Caudal pozos l/s	25		Dolar ($)		407.66		Tasa de cambio anual	12%										
Potencia Bomba (HP)	10		Pot. Max Int. ($/Kw/año)		14676		Años vida util	30										
Energia c/pozo KWH	9.375		Costo Total /pozo Mill$		14													

	AÑO	Volumen anual Mill m3	Hrs func./pozo	Energia KW	Costo/pozo Energia Mill $/año	Costo/poz Poten Ins Mill $/año	Suma/pozo Energ+pot Mill $/año	% Construc	N° Pozos construid año	Pozos Operando	Costo Inversion anual	N° Pozos Reparaci	Costo Reparaci Mill $	Inversion Total Mill $	Operacion Total Mill $	Total Total Mill $	COSTO $/m3	VAN
0	1960		0	0	0.000	0.167	0.167	5%	1	1	14			14	0.167	14.167		14.17
1	1961	0.5128704	518	4857	0.129	0.167	0.296	10%	1	2	14			14	0.591	14.591	28	13.03
2	1962		0	0	0.000	0.167	0.167	20%	2	4	28			28	0.668	28.668		22.85
3	1963		0	0	0.000	0.167	0.167	30%	3	7	42			42	1.169	43.169		30.73
4	1964		0	0	0.000	0.167	0.167	35%	4	11	56			56	1.836	57.836		36.76
5	1965		0	0	0.000	0.167	0.167			11				0	1.836	1.836		1.04
6	1966		0	0	0.000	0.167	0.167			11				0	1.836	1.836		0.93
7	1967	0.556	562	5267	0.140	0.167	0.306			11				0	3.371	3.371	6	1.53
8	1968	0.581	587	5505	0.146	0.167	0.313			11				0	3.441	3.441	6	1.39
9	1969	0.586	592	5554	0.147	0.167	0.314			11				0	3.455	3.455	6	1.25
10	1970	0.162	164	1535	0.041	0.167	0.208			11				0	2.284	2.284	14	0.74
11	1971	0.571	576	5404	0.143	0.167	0.310			11				0	3.411	3.411	6	0.98
12	1972		0	0	0.000	0.167	0.167			11				0	1.836	1.836		0.47
13	1973		0	0	0.000	0.167	0.167			11				0	1.836	1.836		0.42
14	1974		0	0	0.000	0.167	0.167			11		1	2.9	2.9	1.836	4.736		0.97
15	1975	0.007	7	69	0.002	0.167	0.169			11		1	2.9	2.9	1.856	4.756		0.87
16	1976	0.558	563	5281	0.140	0.167	0.307			11		2	5.8	5.8	3.376	9.176	16	1.50
17	1977		0	0	0.000	0.167	0.167			11		3	8.7	8.7	1.836	10.536		1.53
18	1978		0	0	0.000	0.167	0.167			11		4	11.6	11.6	1.836	13.436		1.75
19	1979		0	0	0.000	0.167	0.167			11				0	1.836	1.836		0.21
20	1980		0	0	0.000	0.167	0.167			11				0	1.836	1.836		0.19
21	1981	0.413	417	3907	0.104	0.167	0.270			11				0	2.975	2.975	7	0.28
22	1982		0	0	0.000	0.167	0.167			11				0	1.836	1.836		0.15
23	1983		0	0	0.000	0.167	0.167			11				0	1.836	1.836		0.14
24	1984		0	0	0.000	0.167	0.167			11				0	1.836	1.836		0.12
25	1985	0.562	568	5322	0.141	0.167	0.308			11				0	3.388	3.388	6	0.20
26	1986		0	0	0.000	0.167	0.167			11				0	1.836	1.836		0.10
27	1987		0	0	0.000	0.167	0.167			11				0	1.836	1.836		0.09
28	1988	0.570	576	5399	0.143	0.167	0.310			11				0	3.410	3.410		0.14
29	1989	0.000	0	0	0.000	0.167	0.167			11				0	1.836	1.836		0.07
SUMA		5.079	5131	48099	1.275	5.008	6.28	1.00			154.00	11.00	31.90	185.90	62.94	248.84		134.57
PROMEDIO		0.423	171	1603	0.042	0.167	0.21	0.20			30.80		6.38	6.20	2.10	8.29	10.68	

SA08

N° de pozos sector	20	Energia $/KWH		26	Cambio Bomba (Mill	4.8	
Caudal pozos l/s	60	Dolar ($)		407.66	Tasa de cambio anual	12%	
Potencia Bomba (HP)	30	Pot. Max Int. ($/Kw/año)		14676	Años vida util	30	
Energia c/pozo KWH	28.125	Costo Total /pozo Mill$		22.8			

	AÑO	Volumen anual Mill m3	Hrs func./pozo	Energia KW	Costo/pozo Energia Mill $/año	Costo/poz Poten Ins Mill $/año	Suma/pozo Energ+pot Mill $/año	% Construc	N° Pozos construid año	Pozos Operando	Costo Inversion anual	N° Pozos Reparaci	Costo Reparaci Mill $	Inversion Total Mill $	Operacion Total Mill $	Total Total Mill $	COSTO $/m3	VAN
0	1950	3.857	893	25109	0.665	0.442	1.107	5%	1	1	22.8			22.8	1.107	23.907	6	23.91
1	1951	5.112	1183	33284	0.882	0.442	1.324	10%	2	3	45.6			45.6	3.972	49.572	10	44.26
2	1952	3.685	853	23990	0.636	0.442	1.078	20%	4	7	91.2			91.2	7.545	98.745	27	78.72
3	1953	0.486	112	3162	0.084	0.442	0.526	30%	6	13	136.8			136.8	6.837	143.637	296	102.24
4	1954	1.498	347	9753	0.258	0.442	0.701	35%	7	20	159.6			159.6	14.011	173.611	116	110.33
5	1955	4.110	951	26760	0.709	0.442	1.151			20				0	23.024	23.024	6	13.06
6	1956	5.316	1230	34607	0.917	0.442	1.359			20				0	27.182	27.182	5	13.77
7	1957	3.594	832	23400	0.620	0.442	1.062			20				0	21.243	21:243	6	9.61
8	1958	5.300	1227	34508	0.914	0.442	1.357			20				0	27.130	27.130	5	10.96
9	1959	3.724	862	24245	0.642	0.442	1.085			20				0	21.691	21.691	6	7.82
10	1960	4.454	1031	28999	0.768	0.442	1.211			20				0	24.210	24.210	5	7.80
11	1961	4.466	1034	29078	0.771	0.442	1.213			20				0	24.252	24.252	5	6.97
12	1962	4.737	1096	30837	0.817	0.442	1.259			20				0	25.185	25.185	5	6.46
13	1963	0.691	160	4501	0.119	0.442	0.561			20				0	11.228	11.228	16	2.57
14	1964	4.958	1148	32280	0.855	0.442	1.297			20		1	4.8	4.8	25.949	30.749	6	6.29
15	1965	0.145	33	942	0.025	0.442	0.467			20		2	9.6	9.6	9.341	18.941	131	3.46
16	1966	2.461	570	16023	0.425	0.442	0.867			20		4	19.2	19.2	17.334	36.534	15	5.96
17	1967	7.025	1626	45735	1.212	0.442	1.654			20		6	28.8	28.8	33.080	61.880	9	9.01
18	1968	8.056	1865	52446	1.390	0.442	1.832			20		7	33.6	33.6	36.636	70.236	9	9.13
19	1969	7.311	1692	47599	1.261	0.442	1.703			20				0	34.067	34.067	5	3.96
20	1970	5.667	1312	36898	0.978	0.442	1.420			20				0	28.396	28.396	5	2.94
21	1971	6.180	1431	40236	1.066	0.442	1.508			20				0	30.165	30.165	5	2.79
22	1972	0.627	145	4080	0.108	0.442	0.550			20				0	11.005	11.005	18	0.91
23	1973	3.932	910	25598	0.678	0.442	1.120			20				0	22.408	22.408	6	1.65
24	1974	3.718	861	24206	0.641	0.442	1.084			20				0	21.670	21.670	6	1.43
25	1975	5.812	1345	37839	1.003	0.442	1.445			20				0	28.895	28.895	5	1.70
26	1976	6.691	1549	43560	1.154	0.442	1.596			20				0	31.927	31.927	5	1.68
27	1977	0.234	54	1520	0.040	0.442	0.482			20				0	9.648	9.648	41	0.45
28	1978	0.145	33	942	0.025	0.442	0.467			20				0	9.341	9.341	65	0.39
29	1979	5.078	1175	33059	0.876	0.442	1.318			20				0	26.362	26.362	5	0.99
SUMA		119.070	27563	775197	20.541	13.263	33.80	1.00			456.00	20.00	96.00	552.00	614.84	1166.8		491.23
PROMEDIO		3.969	919	25840	0.685	0.442	1.13	0.20			91.20		19.20	18.40	20.49	38.89	28.28	

SA09

	N° de pozos sector		15		Energia $/KWH		26		Cambio Bomba (Mill		4.8								
	Caudal pozos l/s		60		Dolar ($)		407.66		Tasa de cambio anual		12%								
	Potencia Bomba (HP)		90		Pot. Max Int. ($/Kw/año)		14676		Años vida util		30								
	Energia c/pozo KWH		28.125		Costo Total /pozo Mill$		22.8												
	AÑO	Volumen anual Mill m3	Hrs func./pozo	Energia KW	Costo/pozo Energia Mill $/año	Costo/poz Poten Ins Mill $/año	Suma/pozo Energ+pot Mill $/año	% Construc	N° Pozos construid año	Pozos Operando	Costo Inversion anual	N° Pozos Reparaci	Costo Reparaci Mill $	Inversion Total Mill $	Operacion Total Mill $	Total Total Mill $	COSTO $/m3	VAN
0	1950	0.169	98	2746	0.073	0.442	0.515	5%	1	1	22.8			22.8	0.515	23.315	138	23.31
1	1951		0	0	0.000	0.442	0.442	10%	1	2	22.8			22.8	0.884	23.684		21.15
2	1952		0	0	0.000	0.442	0.442	20%	2	4	45.6			45.6	1.768	47.368		37.76
3	1953		0	0	0.000	0.442	0.442	30%	2	6	45.6			45.6	2.653	48.253		34.35
4	1954		0	0	0.000	0.442	0.442	35%	2	8	45.6			45.6	3.537	49.137		31.23
5	1955		0	0	0.000	0.442	0.442			8				0	3.537	3.537		2.01
6	1956	0.290	168	4725	0.125	0.442	0.567			8				0	4.538	4.538	16	2.30
7	1957		0	0	0.000	0.442	0.442			8				0	3.537	3.537		1.60
8	1958	0.327	189	5316	0.141	0.442	0.583			8				0	4.664	4.664	14	1.88
9	1959	0.068	39	1103	0.029	0.442	0.471			8				0	3.771	3.771	56	1.36
10	1960	0.217	126	3531	0.094	0.442	0.536			8				0	4.285	4.285	20	1.38
11	1961	1.067	617	17362	0.460	0.442	0.902			8				0	7.217	7.217	7	2.07
12	1962	0.300	174	4883	0.129	0.442	0.571			8				0	4.572	4.572	15	1.17
13	1963		0	0	0.000	0.442	0.442			8				0	3.537	3.537		0.81
14	1964		0	0	0.000	0.442	0.442			8		1	4.8	4.8	3.537	8.337		1.71
15	1965		0	0	0.000	0.442	0.442			8		1	4.8	4.8	3.537	8.337		1.52
16	1966		0	0	0.000	0.442	0.442			8		2	9.6	9.6	3.537	13.137		2.14
17	1967	1.456	843	23695	0.628	0.442	1.070			8		2	9.6	9.6	8.560	18.160	12	2.64
18	1968	1.665	964	27105	0.718	0.442	1.160			8		2	9.6	9.6	9.283	18.883	11	2.46
19	1969	1.614	934	26274	0.696	0.442	1.138			8				0	9.107	9.107	6	1.06
20	1970	1.275	738	20759	0.550	0.442	0.992			8				0	7.937	7.937	6	0.82
21	1971	1.618	936	26336	0.698	0.442	1.140			8				0	9.120	9.120	6	0.84
22	1972		0	0	0.000	0.442	0.442			8				0	3.537	3.537		0.29
23	1973	0.477	276	7757	0.206	0.442	0.648			8				0	5.181	5.181	11	0.38
24	1974	0.002	1	39	0.001	0.442	0.443			8				0	3.545	3.545	1465	0.23
25	1975	1.310	758	21320	0.565	0.442	1.007			8				0	8.056	8.056	6	0.47
26	1976	1.444	836	23498	0.623	0.442	1.065			8				0	8.518	8.518	6	0.45
27	1977		0	0	0.000	0.442	0.442			8				0	3.537	3.537		0.17
28	1978		0	0	0.000	0.442	0.442			8				0	3.537	3.537		0.15
29	1979	0.459	266	7476	0.198	0.442	0.640			8				0	5.122	5.122	11	0.19
SUMA		13.758	7962	223926	5.934	13.263	19.20	1.00			182.40	8.00	38.40	220.80	144.66	365.5		177.92
PROMEDIO		0.809	265	7464	0.198	0.442	0.64	0.20			36.48		7.68	7.36	4.82	12.18		

SB01

N° de pozos sector	136		Energia $/KWH		26		Cambio Bomba (Mill	2.4									
Caudal pozos l/s	10		Dolar ($)		407.66		Tasa de cambio anual	12%									
Potencia Bomba (HP)	4		Pot. Max Int. ($/Kw/año)		14676		Años vida util	30									
Energia c/pozo KWH	3.75		Costo Total /pozo Mill$		11.2												

	AÑO	Volumen anual Mill m3	Hrs func./pozo	Energia KW	Costo/pozo Energia Mill $/año	Costo/poz Poten Ins Mill $/año	Suma/pozo Energ+pot Mill $/año	% Construc	N° Pozos construid año	Pozos Operando	Costo Inversion anual	N° Pozos Reparaci	Costo Reparaci Mill $	Inversion Total Mill $	Operacion Total Mill $	Total Total Mill $	COSTO $/m3	VAN
0	1950	4.202	858	3219	0.085	0.084	0.170	5%	8	8	89.6			89.6	1.357	90.96	22	90.96
1	1951	8.781	1793	6725	0.178	0.084	0.263	10%	14	22	156.8			156.8	5.777	162.58	19	145.16
2	1952	6.432	1314	4927	0.131	0.084	0.215	20%	27	49	302.4			302.4	10.532	312.93	49	249.47
3	1953		0	0	0.000	0.084	0.084	30%	40	89	448.0			448	7.510	455.51		324.22
4	1954	0.249	51	191	0.005	0.084	0.089	35%	47	136	526.4			526.4	12.164	538.56	2162	342.27
5	1955	1.966	401	1506	0.040	0.084	0.124			136				0	16.902	16.90	9	9.59
6	1956	4.808	982	3682	0.098	0.084	0.182			136				0	24.747	24.75	5	12.54
7	1957	4.359	890	3339	0.088	0.084	0.173			136				0	23.508	23.51	5	10.63
8	1958	7.753	1584	5938	0.157	0.084	0.242			136				0	32.876	32.88	4	13.28
9	1959	4.531	925	3470	0.092	0.084	0.176			136				0	23.982	23.98	5	8.65
10	1960	5.666	1157	4340	0.115	0.084	0.199			136				0	27.116	27.12	5	8.73
11	1961	3.790	774	2903	0.077	0.084	0.161			136				0	21.937	21.94	6	6.31
12	1962	8.956	1829	6860	0.182	0.084	0.266			136				0	36.197	36.20	4	9.29
13	1963	2.970	607	2275	0.060	0.084	0.145			136				0	19.674	19.67	7	4.51
14	1964	9.270	1893	7101	0.188	0.084	0.273			136		8	19.2	19.2	37.065	56.26	6	11.51
15	1965	1.436	293	1100	0.029	0.084	0.114			136		14	33.6	33.6	15.440	49.04	34	8.96
16	1966	5.305	1083	4063	0.108	0.084	0.192			136		27	64.8	64.8	26.118	90.92	17	14.83
17	1967	9.303	1900	7125	0.189	0.084	0.273			136		40	96	96	37.154	133.15	14	19.39
18	1968	10.927	2232	8370	0.222	0.084	0.306			136		47	112.8	112.8	41.638	154.44	14	20.08
19	1969	10.921	2231	8365	0.222	0.084	0.306			136				0	41.620	41.62	4	4.83
20	1970	10.923	2231	8366	0.222	0.084	0.306			136				0	41.626	41.63	4	4.32
21	1971	10.918	2230	8363	0.222	0.084	0.306			136				0	41.614	41.61	4	3.85
22	1972	2.018	412	1546	0.041	0.084	0.125			136				0	17.047	17.05	8	1.41
23	1973	7.679	1568	5882	0.156	0.084	0.240			136				0	32.672	32.67	4	2.41
24	1974	7.070	1444	5415	0.143	0.084	0.228			136				0	30.991	30.99	4	2.04
25	1975	9.005	1839	6897	0.183	0.084	0.267			136				0	36.333	36.33	4	2.14
26	1976	8.587	1754	6577	0.174	0.084	0.259			136				0	35.178	35.18	4	1.85
27	1977	2.556	522	1957	0.052	0.084	0.136			136				0	18.530	18.53		0.87
28	1978	3.108	635	2381	0.063	0.084	0.147			136				0	20.055	20.06		0.84
29	1979	10.375	2119	7947	0.211	0.084	0.295			136				0	40.115	40.11	4	1.50
SUMA		183.864	37554	140827	3.732	2.532	6.26	1.00			1523.20	136.00	326.40	1849.60	777.48	2627.1		1336
PROMEDIO		6.340	1252	4694	0.124	0.084	0.21	0.20			304.64		65.28	61.65	25.92	87.57	89.89	

SC04

N° de pozos sector		46		Energia $/KWH		26		Cambio Bomba (Mill		2.4								
Caudal pozos l/s		6		Dolar ($)		407.66		Tasa de cambio anual		12%								
Potencia Bomba (HP)		2		Pot. Max Int. ($/Kw/año)		14676		Años vida util		30								
Energia c/pozo KWH		1.875		Costo Total /pozo Mill$		10.1												
AÑO	Volumen anual Mill m3	Hrs func./pozo	Energia KW	Costo/pozo Energia Mill $/año	Costo/poz Poten Ins Mill $/año	Suma/pozo Energ+pot Mill $/año	% Construc	N° Pozos construid año	Pozos Operando	Costo Inversion anual	N° Pozos Reparaci	Costo Reparaci Mill $	Inversion Total Mill $	Operacion Total Mill $	Total Total Mill $	COSTO $/m3	VAN	
0	1950	0.026	26	50	0.001	0.057	0.058	5%	2	2	20.2			20.2	0.116	20.32	773	20.32
1	1951		0	0	0.000	0.057	0.057	10%	5	7	50.5			50.5	0.398	50.90		45.44
2	1952		0	0	0.000	0.057	0.057	20%	9	16	90.9			90.9	0.910	91.81		73.19
3	1953		0	0	0.000	0.057	0.057	30%	14	30	141.4			141.4	1.706	143.11		101.86
4	1954		0	0	0.000	0.057	0.057	35%	16	46	161.6			161.6	2.616	164.22		104.36
5	1955		0	0	0.000	0.057	0.057			46				0	2.616	2.62		1.48
6	1956		0	0	0.000	0.057	0.057			46				0	2.616	2.62		1.33
7	1957	0.016	16	30	0.001	0.057	0.058			46				0	2.652	2.65	168	1.20
8	1958		0	0	0.000	0.057	0.057			46				0	2.616	2.62		1.06
9	1959		0	0	0.000	0.057	0.057			46				0	2.616	2.62		0.94
10	1960	0.578	582	1090	0.029	0.057	0.086			46				0	3.945	3.95	7	1.27
11	1961	0.024	24	45	0.001	0.057	0.058			46				0	2.670	2.67	113	0.77
12	1962		0	0	0.000	0.057	0.057			46				0	2.616	2.62		0.67
13	1963		0	0	0.000	0.057	0.057			46				0	2.616	2.62		0.60
14	1964		0	0	0.000	0.057	0.057			46		2	4.8	4.8	2.616	7.42		1.52
15	1965		0	0	0.000	0.057	0.057			46		5	12	12	2.616	14.62		2.67
16	1966		0	0	0.000	0.057	0.057			46		9	21.6	21.6	2.616	24.22		3.95
17	1967	0.313	315	590	0.016	0.057	0.072			46		14	33.6	33.6	3.335	36.93	118	5.38
18	1968	0.998	1005	1883	0.050	0.057	0.107			46		16	38.4	38.4	4.912	43.31	43	5.63
19	1969	1.001	1007	1888	0.050	0.057	0.107			46				0	4.918	4.92	5	0.57
20	1970	1.001	1007	1888	0.050	0.057	0.107			46				0	4.918	4.92	5	0.51
21	1971	1.001	1007	1888	0.050	0.057	0.107			46				0	4.918	4.92	5	0.46
22	1972		0	0	0.000	0.057	0.057			46				0	2.616	2.62		0.22
23	1973	0.024	24	45	0.001	0.057	0.058			46				0	2.670	2.67	113	0.20
24	1974	0.026	26	50	0.001	0.057	0.058			46				0	2.676	2.68	102	0.18
25	1975	0.034	34	64	0.002	0.057	0.059			46				0	2.694	2.69	79	0.16
26	1976	0.108	108	203	0.005	0.057	0.062			46				0	2.864	2.86	27	0.15
27	1977		0	0	0.000	0.057	0.057			46				0	2.616	2.62		0.12
28	1978		0	0	0.000	0.057	0.057			46				0	2.616	2.62		0.11
29	1979	0.988	994	1864	0.049	0.057	0.106			46				0	4.888	4.89	5	0.18
SUMA		6.136	6175	11578	0.307	1.706	2.01	1.00			464.60	46.00	110.40	575.00	85.20	660.2		376.5
PROMEDIO		0.438	206	386	0.010	0.057	0.07	0.20			92.92		22.08	19.17	2.84	22.01	111.66	12.55

SC05

N° de pozos sector	8		Energia $/KWH		26		Cambio Bomba (Mill	4.3										
Caudal pozos l/s	30		Dolar ($)		407.66		Tasa de cambio anual	12%										
Potencia Bomba (HP)	21		Pot. Max Int. ($/Kw/año)		14676		Años vida util	30										
Energia c/pozo KWH	19.6875		Costo Total /pozo Mill$		16.7													

	AÑO	Volumen anual Mill m3	Hrs func./pozo	Energia KW	Costo/pozo Energia Mill $/año	Costo/poz Poten Ins Mill $/año	Suma/pozo Energ+pot Mill $/año	% Construc	N° Pozos construid año	Pozos Operando	Costo Inversion anual	N° Pozos Reparaci	Costo Reparaci Mill $	Inversion Total Mill $	Operacion Total Mill $	Total Total Mill $	COSTO $/m3	VAN
0	1958	0.158	182	3591	0.095	0.318	0.413	5%	1	1	16.7			16.7	0.413	17.11	109	17.11
1	1959		0	0	0.000	0.318	0.318	10%	1	2	16.7			16.7	0.637	17.34		15.48
2	1960		0	0	0.000	0.318	0.318	20%	1	3	16.7			16.7	0.955	17.65		14.07
3	1961	0.439	508	9995	0.265	0.318	0.583	30%	2	5	33.4			33.4	2.916	36.32	83	25.85
4	1962	0.315	365	7182	0.190	0.318	0.509	35%	3	8	50.1			50.1	4.069	54.17	172	34.43
5	1963		0	0	0.000	0.318	0.318			8				0	2.546	2.55		1.44
6	1964	0.559	648	12748	0.338	0.318	0.656			8				0	5.249	5.25	9	2.66
7	1965		0	0	0.000	0.318	0.318			8				0	2.546	2.55		1.15
8	1967	0.628	727	14304	0.379	0.318	0.697			8				0	5.578	5.58	9	2.25
9	1968	1.271	1471	28967	0.768	0.318	1.086			8				0	8.687	8.69	7	3.13
10	1969	1.269	1468	28908	0.766	0.318	1.084			8				0	8.674	8.67	7	2.79
11	1970	1.271	1471	28967	0.768	0.318	1.086			8				0	8.687	8.69	7	2.50
12	1971	1.271	1471	28967	0.768	0.318	1.086			8				0	8.687	8.69	7	2.23
13	1972		0	0	0.000	0.318	0.318			8				0	2.546	2.55		0.58
14	1973	0.234	271	5327	0.141	0.318	0.459			8		1	4.3	4.3	3.675	7.98	34	1.63
15	1974	0.234	271	5327	0.141	0.318	0.459			8		1	4.3	4.3	3.675	7.98	34	1.46
16	1975	0.546	632	12449	0.330	0.318	0.648			8		1	4.3	4.3	5.185	9.49	17	1.55
17	1976	0.546	632	12449	0.330	0.318	0.648			8		2	8.6	8.6	5.185	13.79	25	2.01
18	1977		0	0	0.000	0.318	0.318			8		3	12.9	12.9	2.546	15.45		2.01
19	1978		0	0	0.000	0.318	0.318			8				0	2.546	2.55		0.30
20	1979	1.200	1389	27351	0.725	0.318	1.043			8				0	8.344	8.34	7	0.87
21	1981	1.166	1350	26573	0.704	0.318	1.022			8				0	8.179	8.18	7	0.76
22	1982		0	0	0.000	0.318	0.318			8				0	2.546	2.55		0.21
23	1983		0	0	0.000	0.318	0.318			8				0	2.546	2.55		0.19
24	1984		0	0	0.000	0.318	0.318			8				0	2.546	2.55		0.17
25	1985	0.725	839	16519	0.438	0.318	0.756			8				0	6.048	6.05	8	0.36
26	1986		0	0	0.000	0.318	0.318			8				0	2.546	2.55		0.13
27	1987		0	0	0.000	0.318	0.318			8				0	2.546	2.55		0.12
28	1988	0.704	815	16040	0.425	0.318	0.743			8				0	5.946	5.95	8	0.25
29	1989	0.032	36	718	0.019	0.318	0.337			8				0	2.698	2.70	86	0.10
SUMA		12.568	14546	286382	7.589	9.548	17.14	1.00			133.60	8.00	34.40	168.00	128.95	297.0		137.8
PROMEDIO		0.698	485	9546	0.253	0.318	0.57	0.20			26.72		6.88	5.60	4.30	9.90	35.34	4.59

SC06

N° de pozos sector	30		Energia $/KWH	26		Cambio Bomba (Mill	13											
Caudal pozos l/s	30		Dolar ($)	407.66		Tasa de cambio anual	12%											
Potencia Bomba (HP)	41		Pot. Max Int. ($/Kw/año)	14676		Años vida util	30											
Energia c/pozo KWH	19.69		Costo Total /pozo Mill$	16.7														
AÑO	Volumen	Hrs	Energia	Costo/pozo	Costo/poz	Suma/pozo	%	N° Pozos	Pozos	Costo	N°	Costo	Inversion	Operacion	Total	COSTO	VAN	
	anual	func./pozo	KW	Energia	Poten Ins	Energ+pot	Construc	construid	Operando	Inversion	Pozos	Reparaci	Total	Total	Total	$/m3		
	Mill m3			Mill $/año	Mill $/año	Mill $/año		año		anual	Reparaci	Mill $	Mill $	Mill $	Mill $			
0 1950	3.073	474	9337	0.247	0.318	0.566	5%	3	3	50.1			50.1	1.697	51.80	17	51.80	
1 1951	10.307	1591	31314	0.830	0.318	1.148	10%	6	9	100.2			100.2	10.332	110.53	11	98.69	
2 1952	4.964	766	15082	0.400	0.318	0.718	20%	12	21	200.4			200.4	15.076	215.48	43	171.78	
3 1953		0	0	0.000	0.318	0.318	30%	18	39	300.6			300.6	12.413	313.01		222.80	
4 1954	0.236	36	718	0.019	0.318	0.337	35%	21	60	350.7			350.7	20.239	370.94	1569	235.74	
5 1955	0.468	72	1420	0.038	0.318	0.356			60				0	21.355	21.36	46	12.12	
6 1956	2.981	460	9057	0.240	0.318	0.558			60				0	33.497	33.50	11	16.97	
7 1957	5.067	782	15393	0.408	0.318	0.726			60				0	43.570	43.57	9	19.71	
8 1958	8.219	1268	24969	0.662	0.318	0.980			60				0	58.795	58.80	7	23.75	
9 1959	3.672	567	11156	0.296	0.318	0.614			60				0	36.834	36.83	10	13.28	
10 1960	5.568	859	16918	0.448	0.318	0.767			60				0	45.994	45.99	8	14.81	
11 1961	4.623	713	14045	0.372	0.318	0.690			60				0	41.426	41.43	9	11.91	
12 1962	10.391	1603	31569	0.837	0.318	1.155			60				0	69.287	69.29	7	17.78	
13 1963	2.112	326	6416	0.170	0.318	0.488			60				0	29.297	29.30	14	6.71	
14 1964	11.565	1785	35136	0.931	0.318	1.249			60		3	12.9	12.9	74.959	87.86	8	17.98	
15 1965	0.601	93	1827	0.048	0.318	0.367			60		6	25.8	25.8	22.002	47.80	79	8.73	
16 1966	4.484	692	13622	0.361	0.318	0.679			60		12	51.6	51.6	40.754	92.35	21	15.06	
17 1967	11.341	1750	34458	0.913	0.318	1.231			60		18	77.4	77.4	73.880	151.28	13	22.03	
18 1968	13.558	2092	41193	1.092	0.318	1.410			60		21	90.3	90.3	84.588	174.89	13	22.74	
19 1969	13.558	2092	41193	1.092	0.318	1.410			60				0	84.588	84.59	6	9.82	
20 1970	13.561	2093	41201	1.092	0.318	1.410			60				0	84.601	84.60	6	8.77	
21 1971	13.561	2093	41201	1.092	0.318	1.410			60				0	84.601	84.60	6	7.83	
22 1972	0.888	137	2697	0.071	0.318	0.390			60				0	23.385	23.39	26	1.93	
23 1973	7.990	1233	24275	0.643	0.318	0.962			60				0	57.691	57.69	7	4.26	
24 1974	6.892	1064	20940	0.555	0.318	0.873			60				0	52.388	52.39	8	3.45	
25 1975	10.719	1654	32566	0.863	0.318	1.181			60				0	70.873	70.87	7	4.17	
26 1976	9.432	1456	28656	0.759	0.318	1.078			60				0	64.657	64.66	7	3.40	
27 1977	1.799	278	5466	0.145	0.318	0.463			60				0	27.788	27.79	15	1.30	
28 1978	2.566	396	7796	0.207	0.318	0.525			60				0	31.492	31.49	12	1.32	
29 1979	13.506	2084	41033	1.087	0.318	1.406			60				0	84.334	84.33	6	3.15	
SUMA	197.701	30509	600655	15.916	9.548	25.46	1.00			1002.00	60.00	258.00	1260.00	1402.39	2662.4		1053.8	
PROMEDIO	6.817	1017	20022	0.531	0.318	0.85	0.20			200.40		51.60	42.00	46.75	88.75	69.03	35.13	

RESUMEN DE COSTOS

Se han considerado los costos de inversión y operación.

Los Costos de Inversión se han subdividido en:

-a) Obras Civiles, suministro de Equipos y Montaje
-b) Derechos, Servidumbres, Interferencias

Todos los costos se pueden desglosar en su componente en Moneda Nacional y Extranjera.

En las Obras Civiles, Suministro de Equipos y Montaje se ha determinado su componente en moneda extranjera alrededor del 12%, como resultado ponderado de los diversos ítemes. Por lo tanto la componente de la moneda nacional en las Obras Civiles alcanza a un 88 %.

En el tema de Derechos, Servidumbres e Interferencias se ha considerado éste como un porcentaje del costo de inversión con una cifra cercana al 4% del costo de las Obras Civiles en Suministro de Equipos y Montaje.

En la Operación y Mantención de los sondajes no se considera componente en moneda extranjera.

Para resumir lo anteriormente señalado, se presentan los siguientes cuadros resúmenes.

SISTEMAS DE RIEGO A Y B

Riego con Agua Subterránea

SECTORES	POZO TIPO	Nº POZOS x SECTOR	INVERSION TOTAL MILL $	OPERACION 30 AÑOS MILL $	TOTAL INV.+OPER. MILL $	PROMEDIOS ANUALES		
						OPER. HRS.	VOLUMEN m^3	COSTO T $/m^3$
SA03	A	6	190,3	89,4	279,7	189	290.000	81
SA04	D	5	86,0	29,6	115,6	177	80.000	65
SA06	E	6	165,6	94,3	259,9	156	200.000	214
SA07	D	11	185,9	62,9	248,8	171	423.000	11
SA08	E	20	552,0	614,8	1166,8	919	3.900.000	28
SA09	E	8	220,8	144,7	365,5	265	809.000	20
SB01	F	136	1849,6	777,5	2627,1	1252	6.300.000	90
SC04	G	46	575,0	85,2	660,2	206	434.000	111
SC05	H	8	168,0	129,0	297,0	485	698.000	35
SC06	H	60	1260,0	1402,4	2662,4	1017	6.800.000	69
TOTAL		306	5253	3430	8683			

INVERSION
OBRAS CIVILES, SUMINISTROS DE EQUIPOS Y SU MONTAJE

SECTORES	POZO TIPO	Nº POZOS x SECTOR	INVERSION TOTAL MILL $	MONEDA NACIONAL 88 %	MONEDA EXTRANJERA 12 %
SA03	A	6	190,3	167,5	22,8
SA04	D	5	86,0	75,7	10,3
SA06	E	6	165,6	145,7	19,9
SA07	D	11	185,9	163,6	22,3
SA08	E	20	552,0	485,8	66,2
SA09	E	8	220,8	194,3	26,5
SB01	F	136	1849,6	1627,6	222,0
SC04	G	46	575,0	506,0	69,0
SC05	H	8	168,0	147,8	20,2
SC06	H	60	1260,0	1108,8	151,2
TOTAL		306	5253	4623	630

El costo total del bombeo desde los acuíferos es, por lo tanto, de US$ 11.340.333 en moneda nacional y US$ 1.545.405 en moneda extranjera.

DERECHOS, SERVIDUMBRES E INTERFERENCIAS

Se considera un 4% de la inversión total.

SECTORES	POZO TIPO	Nº POZOS x SECTOR	4 % INVERSION MILL $	MONEDA NACIONAL 100 %	MONEDA EXTRANJERA 0 %
SA03	A	6	7,6	7,6	0
SA04	D	5	3,4	3,4	0
SA06	E	6	6,6	6,6	0
SA07	D	11	7,4	7,4	0
SA08	E	20	22,1	22,1	0
SA09	E	8	8,8	8,8	0
SB01	F	136	74,0	74,0	0
SC04	G	46	23,0	23,0	0
SC05	H	8	6,7	6,7	0
SC06	H	60	50,4	50,4	0
TOTAL		306	210	210	0

El costo total en US$ es de US$ 515.135, correspondiente sólo a moneda nacional.

OPERACION Y MANTENCION

SECTORES	POZO TIPO	Nº POZOS x SECTOR	OPERACION 30 AÑOS MILL $	MONEDA NACIONAL 100 %	MONEDA EXTRANJERA 0 %
SA03	A	6	89,4	89,4	
SA04	D	5	29,6	29,6	
SA06	E	6	94,3	94,3	
SA07	D	11	62,9	62,9	
SA08	E	20	614,8	614,8	
SA09	E	8	144,7	144,7	
SB01	F	136	777,5	777,5	
SC04	G	46	85,2	85,2	
SC05	H	8	129,0	129,0	
SC06	H	60	1402,4	1402,4	
TOTAL		306	3430	3430	0

Nota: La operación anual es 1/30 de los valores indicados.

El costo total de operación y mantención del bombeo desde los acuíferos es de US$ 8.413.874, correspondiente sólo a moneda nacional, lo que da un valor anual de US$ 280.462.

En los cuadros siguientes se presentan los volúmenes bombeados desde los acuíferos de los sectores de riego.

VOLUMENES BOMBEADOS EN SISTEMA DE RIEGO A y B

VOLUMEN MENSUAL BOMBEADO SECTOR DE RIEGO SA03 EN [Millones de m3]

AÑO	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	Vanual
1960	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,11	0,00	0,00	0,00	0,11
1961	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,11	0,00	0,00	0,00	0,11
1962	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,11	0,00	0,00	0,00	0,11
1963	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,11	0,00	0,00	0,00	0,11
1964	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,11	0,00	0,00	0,00	0,11
1965	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,11	0,00	0,00	0,00	0,11
1966	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,11	0,00	0,00	0,00	0,11
1967	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,11	0,00	0,00	0,00	0,11
1968	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,11	0,00	0,00	0,00	0,11
1969	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,11	0,00	0,00	0,00	0,11
1970	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,11	0,00	0,02	0,00	0,13
1971	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,11	0,69	0,00	0,00	0,79
1972	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,11	0,00	0,00	0,00	0,11
1973	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,11	0,00	0,00	0,00	0,11
1974	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,11	0,00	0,00	0,00	0,11
1975	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,11	0,00	0,00	0,00	0,11
1976	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,11	0,00	0,00	0,00	0,11
1977	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,46	0,46	0,00	0,00	0,93
1978	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,42	0,54	0,00	0,00	0,00	0,00	0,96
1979	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,71	0,24	0,00	0,00	0,95
1980	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,11	0,25	0,00	0,00	0,36
1981	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,54	0,37	0,00	0,00	0,91
1982	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,11	0,00	0,00	0,00	0,11
1983	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,11	0,01	0,00	0,00	0,12
1984	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,11	0,00	0,00	0,00	0,11
1985	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,20	0,16	0,00	0,00	0,37
1986	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,45	0,46	0,00	0,00	0,91
1987	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,11	0,00	0,00	0,00	0,11
1988	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,11	0,00	0,00	0,00	0,11
1989	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,11	0,00	0,00	0,00	0,11
1990	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,11	0,00	0,00	0,00	0,11
1991	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,51	0,22	0,00	0,00	0,72
1992	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,11	0,00	0,00	0,00	0,11
1993	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,11	0,00	0,00	0,00	0,11
1994	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,11	0,00	0,00	0,00	0,11
1995	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,10	0,66	0,19	0,00	0,00	0,95
1996	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,11	0,00	0,00	0,00	0,11
1997	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,11	0,00	0,00	0,00	0,11
1998	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,15	0,55	0,25	0,00	0,00	0,95
1999	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,11	0,00	0,00	0,00	0,11

Vprom	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,02	0,19	0,08	0,00	0,00	0,30
Vmax	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,42	0,54	0,71	0,69	0,02	0,00	0,96

VOLUMENES BOMBEADOS EN SISTEMA DE RIEGO A y B

VOLUMEN MENSUAL BOMBEADO SECTOR DE RIEGO SA04 EN [Millones de m3]

AÑO	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	Vanual
1950	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,00	0,00	0,00	0,03
1951	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,10	0,00	0,00	0,00	0,10
1952	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,06	0,00	0,00	0,00	0,06
1956	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,05	0,00	0,00	0,00	0,05
1957	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,06	0,00	0,00	0,00	0,06
1958	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,09	0,00	0,00	0,00	0,09
1959	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,05	0,00	0,00	0,00	0,05
1960	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,06	0,00	0,00	0,00	0,06
1961	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,18	0,00	0,00	0,18
1962	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,10	0,00	0,00	0,00	0,10
1964	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,05	0,00	0,00	0,00	0,05
1966	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04	0,00	0,00	0,00	0,04
1967	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,10	0,10	0,00	0,00	0,20
1968	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,18	0,00	0,00	0,00	0,00	0,20
1969	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,20	0,00	0,00	0,00	0,20
1970	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,13	0,00	0,00	0,00	0,13
1971	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,13	0,00	0,00	0,00	0,13
1973	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,10	0,00	0,00	0,00	0,10
1974	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,10	0,00	0,00	0,00	0,10
1975	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,11	0,00	0,00	0,00	0,11
1976	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,12	0,07	0,00	0,00	0,19
1977	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1979	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,11	0,00	0,00	0,00	0,11
1981	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,12	0,00	0,00	0,00	0,12
1983	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,02
1985	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,16	0,00	0,00	0,00	0,16
1986	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,06	0,00	0,00	0,00	0,06
1988	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,12	0,00	0,00	0,00	0,12
1989	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,10	0,00	0,00	0,00	0,10
Vprom	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,06	0,01	0,00	0,00	0,07
Vmax	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,18	0,20	0,18	0,00	0,00	0,20

VOLUMENES BOMBEADOS EN SISTEMA DE RIEGO A y B

VOLUMEN MENSUAL BOMBEADO SECTOR DE RIEGO SA06 EN [Millones de m3]

AÑO	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	Vanual
1950	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01
1951	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01
1952	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01
1953	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01
1954	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01
1955	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01
1956	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01
1957	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01
1958	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01
1959	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01
1960	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,08	0,00	0,09
1961	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,57	0,07	0,00	0,64
1962	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01
1963	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01
1964	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01
1965	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01
1966	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01
1967	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,41	0,50	0,00	0,00	0,91
1968	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,44	0,52	0,00	0,00	0,00	0,00	0,96
1969	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,64	0,30	0,00	0,00	0,94
1970	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,29	0,00	0,00	0,32
1971	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,50	0,41	0,00	0,00	0,91
1972	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01
1973	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,01
1974	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01
1975	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,13	0,18	0,00	0,00	0,31
1976	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,40	0,46	0,00	0,00	0,86
1977	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01
1978	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01
1979	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01
1980	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01
1981	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,47	0,24	0,00	0,00	0,71
1982	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01
1983	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01
1984	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01
1985	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,12	0,61	0,22	0,00	0,00	0,96
1986	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01
1987	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01
1988	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,18	0,51	0,26	0,00	0,00	0,95
1989	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01

Vprom	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,02	0,10	0,09	0,00	0,00	0,22
Vmax	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,44	0,52	0,64	0,57	0,08	0,00	0,96

VOLUMENES BOMBEADOS EN SISTEMA DE RIEGO A y B

VOLUMEN MENSUAL BOMBEADO SECTOR DE RIEGO SA07 EN [Millones de m3]

AÑO	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	Vanual
1961	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,51	0,00	0,00	0,51
1967	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,22	0,33	0,00	0,00	0,56
1968	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,32	0,26	0,00	0,00	0,00	0,00	0,58
1969	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,54	0,05	0,00	0,00	0,59
1970	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,16	0,00	0,00	0,16
1971	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,37	0,20	0,00	0,00	0,57
1975	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,01
1976	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,24	0,32	0,00	0,00	0,56
1981	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,31	0,10	0,00	0,00	0,41
1985	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,46	0,10	0,00	0,00	0,56
1988	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,36	0,20	0,00	0,00	0,57

Vprom	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,06	0,05	0,00	0,00	0,13
Vmax	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,32	0,26	0,54	0,51	0,00	0,00	0,59

VOLUMENES BOMBEADOS EN SISTEMA DE RIEGO A y B

VOLUMEN MENSUAL BOMBEADO SECTOR DE RIEGO SA08 EN [Millones de m3]

AÑO	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	Vanual
1950	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,01	1,25	0,59	0,00	3,86
1951	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04	0,00	0,00	1,34	1,68	1,40	0,59	0,05	5,11
1952	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,68	1,43	0,57	0,01	3,68
1953	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,14	0,34	0,00	0,00	0,49
1954	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,14	1,22	0,14	0,00	1,50
1955	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,68	1,65	1,23	0,55	0,00	4,11
1956	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,33	1,88	1,50	0,58	0,02	5,32
1957	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,67	1,35	0,57	0,01	3,59
1958	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,34	1,82	1,51	0,58	0,04	5,30
1959	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,67	1,45	0,57	0,04	3,72
1960	0,00	0,00	0,00	0,00	0,05	0,66	0,00	0,00	1,67	1,26	0,81	0,00	4,45
1961	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,02	1,64	0,81	0,00	4,47
1962	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,93	1,68	1,50	0,59	0,04	4,74
1963	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,14	0,55	0,00	0,00	0,69
1964	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,33	1,67	1,40	0,56	0,00	4,96
1965	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,14	0,00	0,00	0,00	0,14
1966	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,65	1,25	0,56	0,00	2,46
1967	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04	0,00	1,00	1,39	2,17	1,63	0,71	0,08	7,02
1968	0,00	0,00	0,00	0,00	0,06	0,89	1,56	1,75	2,30	1,51	0,00	0,00	8,06
1969	0,00	0,00	0,00	0,00	0,06	0,68	0,49	1,36	2,19	1,65	0,77	0,10	7,31
1970	0,00	0,00	0,00	0,00	0,05	0,28	0,00	0,87	2,12	1,61	0,68	0,06	5,67
1971	0,00	0,00	0,00	0,00	0,05	0,00	0,00	1,55	2,18	1,62	0,70	0,08	6,18
1972	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,14	0,00	0,48	0,00	0,63
1973	0,00	0,00	0,00	0,00	0,05	0,00	0,00	0,00	1,68	1,57	0,59	0,03	3,93
1974	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,68	1,44	0,57	0,03	3,72
1975	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,35	2,14	1,60	0,65	0,07	5,81
1976	0,00	0,00	0,00	0,00	0,08	0,67	0,00	1,35	2,17	1,63	0,72	0,07	6,69
1977	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,14	0,07	0,02	0,00	0,23
1978	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,14	0,00	0,00	0,00	0,14
1979	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,98	2,00	1,53	0,57	0,00	5,08
1980	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,14	0,96	0,43	0,00	1,53
1981	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,65	1,23	1,65	2,18	1,61	0,61	0,06	7,98
1982	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,14	0,00	0,00	0,00	0,14
1983	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,14	1,16	0,23	0,00	1,53
1984	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,14	0,00	0,00	0,00	0,14
1985	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,59	0,31	1,69	2,19	1,61	0,61	0,05	7,04
1986	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,14	1,26	0,40	0,00	1,81
1987	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,14	0,00	0,00	0,00	0,14
1988	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,15	1,70	2,18	1,63	0,64	0,06	7,36
1989	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,68	1,26	0,57	0,02	3,53

Vprom	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,11	0,14	0,57	1,31	1,14	0,45	0,02	3,76
Vmax	0,00	0,00	0,00	0,00	0,08	0,89	1,56	1,75	2,30	1,65	0,81	0,10	8,06

VOLUMENES BOMBEADOS EN SISTEMA DE RIEGO A y B

VOLUMEN MENSUAL BOMBEADO SECTOR DE RIEGO SA09 EN [Millones de m3]

AÑO	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	Vanual
1950	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,17	0,00	0,00	0,00	0,17
1956	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,29	0,00	0,00	0,29
1958	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,33	0,00	0,00	0,33
1959	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,07	0,00	0,00	0,07
1960	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,22	0,00	0,22
1961	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,20	0,64	0,22	0,00	1,07
1962	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,30	0,00	0,00	0,30
1967	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,82	0,64	0,00	0,00	1,46
1968	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,14	0,58	0,73	0,21	0,00	0,00	0,00	1,67
1969	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,86	0,68	0,07	0,00	1,61
1970	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,68	0,60	0,00	0,00	1,28
1971	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,16	0,84	0,62	0,00	0,00	1,62
1973	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,48	0,00	0,00	0,48
1974	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1975	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,74	0,57	0,00	0,00	1,31
1976	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,82	0,62	0,00	0,00	1,44
1979	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,10	0,36	0,00	0,00	0,46
1981	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,46	0,83	0,35	0,00	0,00	1,65
1985	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,57	0,85	0,24	0,00	0,00	1,66
1988	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,60	0,84	0,22	0,00	0,00	1,66
Vprom	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,06	0,20	0,18	0,01	0,00	0,47
Vmax	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,14	0,58	0,73	0,86	0,68	0,22	0,00	1,67

VOLUMENES BOMBEADOS EN SISTEMA DE RIEGO A y B

VOLUMEN MENSUAL BOMBEADO SECTOR DE RIEGO SB01 EN [Millones de m3]

AÑO	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	Vanual
1950	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,48	0,42	0,00	1,75	1,22	0,33	0,00	4,20
1951	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,65	1,51	1,83	2,28	1,78	0,67	0,05	8,78
1952	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,44	1,09	1,24	1,93	1,32	0,41	0,00	6,43
1954	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,25	0,00	0,00	0,00	0,25
1955	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,51	1,25	0,20	0,00	0,00	1,97
1956	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,65	1,02	1,72	1,15	0,26	0,00	4,81
1957	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,28	1,94	1,56	0,57	0,00	4,36
1958	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,46	1,15	1,63	2,17	1,74	0,58	0,03	7,75
1959	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,36	0,61	1,77	1,34	0,43	0,01	4,53
1960	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,37	0,10	1,00	1,96	1,60	0,61	0,02	5,67
1961	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,86	2,05	0,88	0,00	3,79
1962	0,00	0,00	0,00	0,00	0,07	0,72	1,52	1,74	2,34	1,74	0,69	0,14	8,96
1963	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,90	0,00	0,50	1,57	0,00	0,00	2,97
1964	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,78	1,75	1,89	2,43	1,75	0,65	0,01	9,27
1965	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,53	0,90	0,01	0,00	1,44
1966	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,52	1,01	1,94	1,40	0,43	0,00	5,30
1967	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04	0,53	1,59	1,79	2,43	1,91	0,77	0,24	9,30
1968	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,12	2,14	2,22	2,78	1,99	0,67	0,00	10,93
1969	0,00	0,00	0,00	0,00	0,18	1,10	2,03	2,15	2,69	2,00	0,77	0,00	10,92
1970	0,00	0,00	0,00	0,00	0,20	1,03	1,93	2,14	2,69	2,00	0,91	0,03	10,92
1971	0,00	0,00	0,00	0,00	0,22	1,10	2,02	2,15	2,71	2,02	0,70	0,00	10,92
1972	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,47	1,32	0,00	0,00	0,23	0,00	0,00	2,02
1973	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,38	1,11	1,27	2,24	1,73	0,78	0,16	7,68
1974	0,00	0,00	0,00	0,00	0,12	0,22	0,93	1,09	2,15	1,80	0,65	0,11	7,07
1975	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,65	1,50	1,72	2,45	1,81	0,74	0,14	9,01
1976	0,00	0,00	0,00	0,00	0,09	0,68	1,23	1,41	2,37	1,84	0,81	0,15	8,59
1977	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,96	1,30	0,30	0,00	2,56
1978	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,66	1,19	0,26	0,00	3,11
1979	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04	0,97	1,91	2,06	2,62	1,93	0,86	0,00	10,38
1980	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,40	1,11	0,27	0,00	2,77
1981	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,93	1,88	2,05	2,62	1,91	0,85	0,23	10,48
1982	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,59	0,41	0,00	0,00	1,00
1983	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,26	1,34	1,33	0,31	0,00	3,24
1984	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,26	0,43	0,00	1,69
1985	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,83	1,75	1,90	2,48	1,82	0,73	0,13	9,67
1986	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,21	0,47	0,59	1,67	1,46	0,47	0,00	4,87
1988	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,83	1,79	1,90	2,46	1,78	0,70	0,10	9,54
1989	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,08	0,78	1,37	2,20	1,65	0,58	0,05	6,70

Vprom	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,38	0,86	0,97	1,70	1,39	0,48	0,04	5,86
Vmax	0,00	0,00	0,00	0,00	0,22	1,12	2,14	2,22	2,78	2,05	0,91	0,24	10,93

VOLUMENES BOMBEADOS SECTOR SC04
MILLONES DE m3

AÑO	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	Vanual
1951	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,00	0,00	0,00	0,03
1958	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,02
1961	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,58	0,00	0,00	0,58
1962	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,02
1967	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,29	0,00	0,00	0,31
1968	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,52	0,48	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00
1969	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,32	0,43	0,26	0,00	0,00	0,00	1,00
1970	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,40	0,56	0,01	0,00	0,00	1,00
1971	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,31	0,42	0,27	0,00	0,00	0,00	1,00
1973	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,02
1974	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,00	0,00	0,00	0,03
1975	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,00	0,00	0,00	0,03
1976	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,07	0,00	0,00	0,11
1979	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,24	0,43	0,32	0,00	0,00	0,99
1981	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,22	0,45	0,30	0,00	0,00	0,97
1985	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,08	0,00	0,00	0,00	0,08
1988	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,00	0,00	0,00	0,03
1989	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,02

VOL.MA	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,52	0,48	0,56	0,58	0,00	0,00	1,00
PROM	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,05	0,06	0,04	0,00	0,00	0,18

VOLUMENES BOMBEADOS SECTOR SC05
MILLONES DE m3

AÑO	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	Vanual
1951	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,07	0,09	0,21	0,00	0,00	0,37
1958	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,16	0,00	0,00	0,16
1961	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,30	0,13	0,00	0,44
1962	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,16	0,15	0,00	0,00	0,32
1964	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,13	0,27	0,16	0,00	0,00	0,56
1967	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,28	0,29	0,04	0,00	0,63
1968	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,07	0,24	0,28	0,41	0,27	0,00	0,00	1,27
1969	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,05	0,23	0,28	0,38	0,34	0,00	0,00	1,27
1970	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,20	0,28	0,36	0,33	0,10	0,00	1,27
1971	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,05	0,23	0,28	0,38	0,33	0,00	0,00	1,27
1973	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,05	0,14	0,04	0,00	0,23
1974	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,23	0,00	0,00	0,23
1975	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,29	0,25	0,01	0,00	0,55
1976	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,20	0,27	0,08	0,00	0,55
1979	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,18	0,26	0,35	0,29	0,12	0,00	1,20
1981	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,16	0,26	0,35	0,29	0,11	0,00	1,17
1985	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,15	0,32	0,25	0,00	0,00	0,72
1988	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04	0,15	0,30	0,21	0,00	0,00	0,70
1989	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,00	0,00	0,03

VOL.MA	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,07	0,24	0,28	0,41	0,34	0,13	0,00	1,27
PROM	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,05	0,10	0,11	0,02	0,00	0,32

VOLUMENES BOMBEADOS SECTOR SC06
MILLONES DE m3

AÑO	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	Vanual
1950	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,64	1,23	0,20	0,00	3,07
1951	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,12	1,21	2,26	2,94	2,73	1,05	0,00	10,31
1952	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,18	0,82	2,08	1,50	0,38	0,00	4,96
1954	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,24	0,00	0,00	0,00	0,24
1955	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,47	0,00	0,00	0,00	0,47
1956	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,32	1,59	1,05	0,03	0,00	2,98
1957	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,10	2,16	0,80	0,00	5,07
1958	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,34	1,77	2,67	2,63	0,82	0,00	8,22
1959	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,68	1,55	0,44	0,00	3,67
1960	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,26	2,14	2,26	0,90	0,00	5,57
1961	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,24	2,93	1,45	0,00	4,62
1962	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,29	1,23	2,06	3,07	2,63	1,07	0,05	10,39
1963	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,11	0,00	0,00	2,11
1964	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,43	1,83	2,39	3,29	2,64	0,98	0,00	11,56
1965	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,24	0,36	0,00	0,00	0,60
1966	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,25	2,10	1,71	0,43	0,00	4,48
1967	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,46	2,17	3,30	2,90	1,27	0,25	11,34
1968	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,23	2,32	2,70	3,57	2,99	0,75	0,00	13,56
1969	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,18	2,30	2,68	3,51	2,99	0,90	0,00	13,56
1970	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	1,05	2,25	2,68	3,46	2,99	1,12	0,00	13,56
1971	0,00	0,00	0,00	0,00	0,05	1,19	2,30	2,68	3,51	3,00	0,83	0,00	13,56
1972	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,74	0,00	0,15	0,00	0,00	0,00	0,89
1973	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,25	0,92	2,84	2,60	1,27	0,09	7,99
1974	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,49	2,63	2,78	0,99	0,00	6,89
1975	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,12	1,19	2,01	3,32	2,82	1,21	0,06	10,72
1976	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,19	0,55	1,26	3,15	2,86	1,34	0,09	9,43
1977	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,24	1,43	0,13	0,00	1,80
1978	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,39	1,14	0,04	0,00	2,57
1979	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,89	2,20	2,65	3,44	2,90	1,42	0,00	13,51
1980	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,80	0,93	0,05	0,00	1,77
1981	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,80	2,16	2,65	3,44	2,90	1,41	0,20	13,56
1982	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,15	0,00	0,00	0,00	0,15
1983	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,67	1,52	0,16	0,00	2,35
1984	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,24	1,30	0,40	0,00	1,94
1985	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,56	1,83	2,43	3,38	2,82	1,19	0,04	12,26
1986	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,46	1,88	0,54	0,00	3,87
1987	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,07	0,00	0,00	0,00	0,07
1988	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,56	1,93	2,43	3,34	2,75	1,10	0,00	12,11
1989	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,14	2,74	2,38	0,84	0,00	7,10
VOL.MA	0,00	0,00	0,00	0,00	0,05	1,23	2,32	2,70	3,57	3,00	1,45	0,25	13,56
PROM	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,22	0,66	0,98	1,93	1,88	0,64	0,02	6,32

I N G E N D E S A

A N E X O 6.3-2

PRESUPUESTOS DE INVERSION, OPERACION Y MANTENCION DEL DRENAJE

SISTEMAS DE RIEGO A Y B

ANTECEDENTES GENERALES DE LOS COSTOS DE DRENAJES

El cálculo de los costos de los drenajes se ha efectuado en base a un Predio Tipo, donde se ha considerado un grado de deficiencia del terreno.

El esquema de costos se ha diferenciado en :

- COSTOS DE INVERSION
a) Obras Civiles, Suministros y Equipos.
b) Derechos, Servidumbres e Interferencias.

- COSTOS DE OPERACION Y MANTENCION.

Este esquema se ha adoptado para hacerlo comparable con otros cálculos de costos, como por ejemplo, el bombeo de agua subterránea. Además se considera una diferenciación de los costos con una componente en moneda nacional y otra extranjera, que para el caso del drenaje sólo tiene la componente nacional, ya que la componente extranjera es nula.

COSTOS DE INVERSION

a) Obras Civiles, Suministros y Montajes.

El cálculo de costos considera como premisa proyectar drenaje de un 100% de aquellos suelos clasificados como IIw y IIIw. Los suelos clasificados como IVw, por ubicarse generalmente en las cercanías o en el lecho del río, sólo se estima que un 50% de ellos es factible drenarlos.

Como resultado de los análisis de Predio Tipo, se ha concluido que la infraestructura para drenajes de suelos IIIw y IVw es semejante. Por lo tanto, el costo adoptado para ellos alcanza a unos 550.000 $/ha. Lo anterior traducido a un dolar de $ 407,66 permite usar una cifra de 1340 US$/ha. como costo de la inversión en Obras Civiles, Suministro y Montaje, para los suelos IIIw y IVw.

En el caso de los suelos IIw por presentar deficiencias menores, las obras se reducen y se obtiene un costo medio de alrededor de los 980 US$/Ha.

b) Derechos, Servidumbres e Interferencias.

El costo de este item es variable, dependiente de cada predio en particular. Considerar un porcentaje cercano al 4% de la Inversión en Obras Civiles, es una cifra que ha dado buenas aproximaciones en casos semejantes. Por lo tanto, para todos

los tipos de suelos con deficiencias de drenaje (IIw, IIIw, IVw) se ha adoptado como costo de Inversión en Derechos y Servidumbre un 4% de la Inversión en Obras Civiles.

COSTOS DE OPERACION Y MANTENCION

La operación y mantención de un sistema de drenaje corresponde principalmente a la mantención en buen estado de las salidas de las tuberías de drenaje y de la limpieza de los cauces receptores. El costo de operación se considera despreciable.

Valores de 0,4% de la Inversión en Obras Civiles ha sido considerado como mantención anual.

CALCULO DE LOS COSTOS

En las páginas siguientes se presenta un resumen de los costos de las obras de drenaje. Dichos cuadros consideran todas las restricciones y pautas mencionadas en los párrafos anteriores.

SISTEMAS DE RIEGO A Y B

	AREAS DEFICITARIAS DE DRENAJE (Ha)			
	IIw	IIIw	IVw	TOTAL
Costa	0	323	0	323
Intermedia	190	423	36	649
Interior	42,4	157	11,1	210,5
Sumas	232,4	903	47,1	1182,5

Costo de drenar terrenos IIIw y IVw:	1340	US$ / Ha
Costo de drenar terrenos IIw :	980	US$ / Ha
Dólar :	407,66	$ / US$

Se considera que todos los costos solo tienen componente en Moneda Nacional.

INVERSION
OBRAS CIVILES, SUMINISTRO DE EQUIPOS Y MONTAJES

AREA DE PLANIFICACION	COSTOS DE DRENAJE (Inversión A)				
	IIw	IIIw	IVw	TOTAL US$	TOT.MILL $
Costa	0	432820	0	432820	176,4
Intermedia	186200	566820	24120	777140	316,8
Interior	41552	210380	7437	259369	105,7
Sumas US$	227752	1210020	31557	1469329	
Sumas Mill $	92,8	493,3	12,9		599,0

Nota: Los suelos IIw y IIIw se proyectan drenar un 100 %. Los IVw por sus características sólo el 50 % de ellos.

El costo total de los drenajes es, por lo tanto, de US$ 1.469.329 el que corresponde sólo a moneda nacional.

DERECHOS, SERVIDUMBRES E INTERFERENCIAS
Se ha considerado un 4% de la inversión.

AREA DE PLANIFICACION	COSTOS DE DRENAJE				
	IIw	IIIw	IVw	TOTAL US$	TOT.MILL $
Costa	0	17312,8	0	17312,8	7,1
Intermedia	7448	22672,8	964,8	31085,6	12,7
Interior	1662,08	8415,2	297,48	10374,76	4,2
Sumas US$	9110	48401	1262	58773	
Sumas Mill $	3,7	19,7	0,5		24,0

El costo total en US$ es de US$ 58.773, correspondiente sólo a moneda nacional.

OPERACION Y MANTENCION

Se ha considerado el costo de Operación y Mantención como un 0,4 % anual del Costo de Inversión.

AREA DE PLANIFICACION	COSTOS DE DRENAJE (operación y mantención para 30 años)				
	IIw	IIIw	IVw	TOTAL US$	TOT.MILL $
Costa	0	51938,4	0	51938,4	21,2
Intermedia	22344	68018,4	2894,4	93256,8	38,0
Interior	4986	25245,6	892,44	31124,28	12,7
Sumas US$	27330	145202	3787	176319	
Sumas Mill $	11,1	59,2	1,5		71,9

Nota: la operación anual se considera 1/30 de los valores anteriores.

El costo total de Operación y Mantención de los drenajes es de US$ 176.319, correspondiente sólo a moneda nacional, lo que da un valor anual de US$ 5.877.

6.4 PROGRAMACION DE LAS OBRAS

Las obras del Proyecto Choapa se ha previsto construirlas en un plazo máximo de tres años, tanto el Sistema de Riego A como en el Sistema de Riego B (2,5 años y 3 respectivamente). Para los estudios del proyecto se ha considerado el plazo de un año previo a su construcción.

El Sistema de Riego A incluye las siguientes obras :

a) Embalse Canelillo
b) Embalse Corrales A
c) Canal Alimentador Corrales
d) Canal Matriz Corrales
e) Mejoramiento del canal Choapa Primera Sección
f) Canal Choapa Illapel
g) Canal Choapa Segunda Sección
h) Canal Canelillo
i) Canal Costero Norte
j) Canal Costero Sur
k) Bombeo desde canales Canelillo y Costero Sur
l) Bombeo desde los Acuíferos
m) Drenaje

El Sistema de Riego B considera las siguientes obras :

a) Embalse Cerrillos
b) Embalse Corrales B
c) Canal Alimentador Corrales
d) Canal Matriz Corrales
e) Canal Choapa Primera Sección
f) Canal Choapa Illapel
g) Canal Choapa Segunda Sección
h) Canal Mincha
i) Canal Costero Norte
j) Canal Costero Sur
k) Bombeo desde Embalse Cerrillos
l) Bombeo desde los Acuíferos
m) Drenaje

En ambos sistemas el plazo de ejecución de las obras queda dado por la construcción de los embalses Canelillo para el Sistema A y Cerrillos para el Sistema B.

La construcción de los canales de ambos sistemas puede ser efectuada durante el período en que se ejecuten las presas, y dependerá de los recursos que se tengan para su ejecución y de la oportunidad que se requiera su puesta en servicio. Los drenajes del sistema se ejecutarían durante los últimos dos años de estos períodos.

La construcción de las obras para el bombeo desde canales se efectuará durante el último año de la construcción de las presas.

La construcción de las obras para el bombeo desde los acuíferos se efectuaría durante un período de cinco años posteriores a la puesta en servicio del proyecto.

Se adjunta programas de construcción y montaje de las presas asociadas a ambos sistemas de riego.

PROYECTO EMBALSE CANELILLO

PROGRAMA DE PROYECTO, CONSTRUCCION Y MONTAJE

DESCRIPCION	CANTIDAD	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4
		E F M A M J J A S O N D	E F M A M J J A S O N D	E F M A M J J A S O N D	E F M A M J J A S O N D
I.-ESTUDIOS DEL PROYECTO					
II.-CONSTRUCCION					
A.-INSTALACIONES DE FAENA:					
B.-PRESA DE HORMIGON RODILLADO:					
B.1.-EXCAVACIONES					
1.1 EXCAVACION EXTERIOR	9600 m3				
1.2 EXCAVACION SUBTERRANEA GALERIAS (115 M)	776 m3				
1.3 HORMIGON REVESTIMIENTO GALERIAS	287 m3				
B.2.- MURO GRAVITACIONAL HORM. RODILLADO					
2.1 HORMIGON RODILLADO	70184 m3				
2.2 HORMIGON CONVENCIONAL	5184 m3				
B.3.-INYECCIONES					
3.1 CORTINA DE IMPERMEABILIZACION	1710 m				
3.2 INYECCIONES DE CONSOLIDACION Y DRENAJE	726 m				
C.-EVACUADOR DE CRECIDAS					
C.1.-HORMIGON	16741 m3				
C.2.-MONTAJE					
D.-TUNEL DE DESVIO					
D.1.-ATAGUIAS	10920 m3				
D.2.-EXCAVACION EXTERIOR CANAL DE ENTRADA	5868 m3				
D.3.-EXTRUCTURA DE COMPUERTAS					
3.1 HORMIGON Y MONTAJE	557 m3				
D.4.-EXCAVACION CANAL DE SALIDA	1300 m3				
D.5.-TUNEL DE DESVIO					
5.1 EXCAVACION SUBTERRANEA	219.5 m				
5.2 HORMIGON REVESTIMIENTO	752 m3				
D.6.-TAPON CIERRE TUNEL DE DESVIO					
6.1 HORMIGON TAPON	430 m3				
6.2 CORTINA DE INYECCIONES	400 m				
E.-OBRAS DE ENTREGA A RIEGO					
E.1.-OBRA DE TOMA					
1.1 EXCAVACIONES	800 m3				
1.2 HORMIGONES	57 m3				
E.2.-TUBERIA DE ENTREGA					
2.1 TUBERIA DE ACERO	0,7 t				
2.2 HORMIGON	131 m3				
E.3.-TUNEL DE ENTREGA					
3.1 TUBERIA DE ACERO	4,8 t				
3.2 EXCAVACION SUBTERRANEA	122 m3				
3.3 HORMIGON REVESTIMIENTO	44 m				
E.4.-PIQUE DE ENTREGA					
4.1 TUBERIA DE ACERO	4,1 t				
4.2 EXCAVACION SUBTERRANEA	113 m3				
4.3 HORMIGON REVESTIMIENTO	41 m3				
F.-CASA DE VALVULAS Y CUENCA DISIPADORA					
F.1 TUBERIA DE ACERO	1,5 t				
F.2 EXCAVACION EXTERIOR	7787 m3				
F.3 HORMIGON	168 m3				
F.4 MONTAJE					

PROYECTO EMBALSE CORRALES A

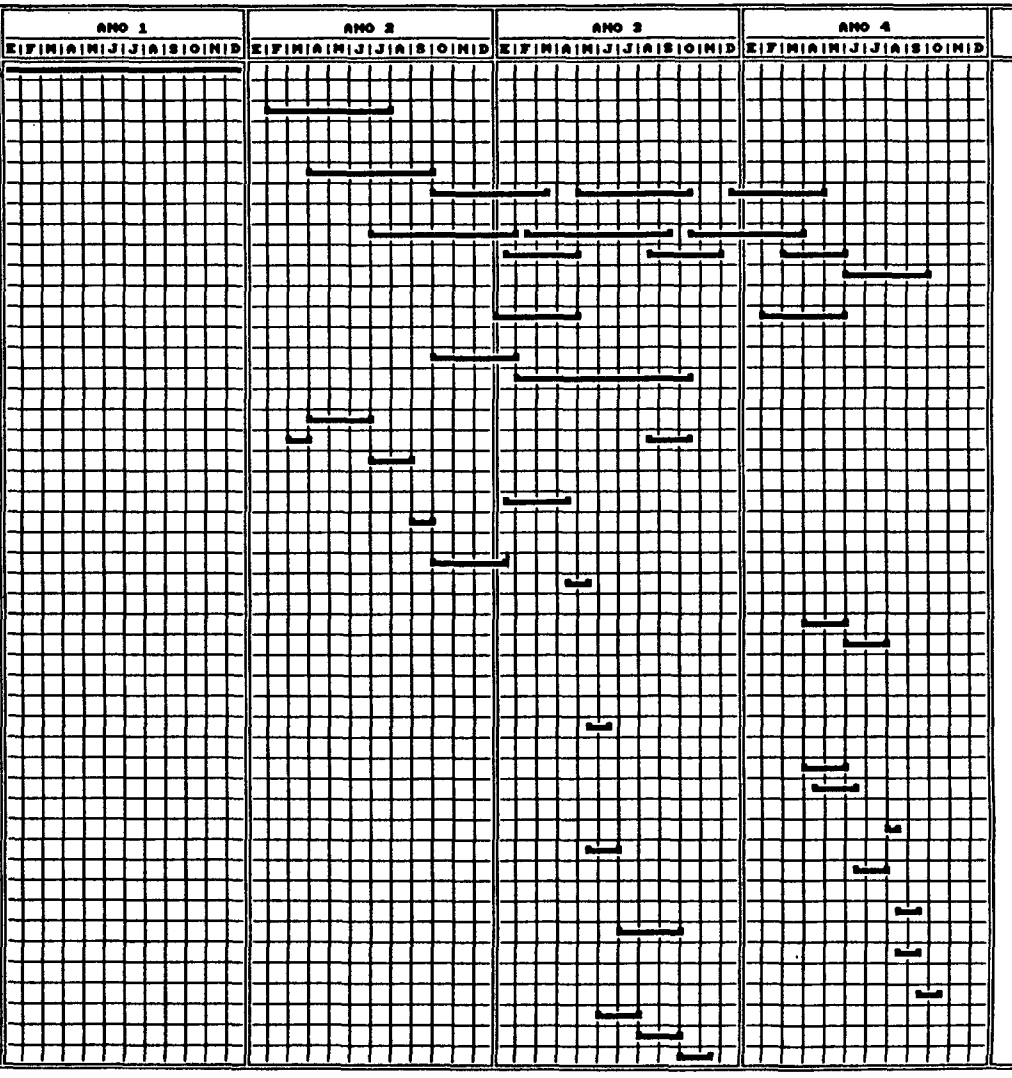
PROGRAMA DE PROYECTO, CONSTRUCCION Y MONTAJE

DESCRIPCION	CANTIDAD	ANO 1 E F M A M J J A S O N D	ANO 2 E F M A M J J A S O N D	ANO 3 E F M A M J J A S O N D	ANO 4 E F M A M J J A S O N D
I.-ESTUDIOS DEL PROYECTO					
II.-CONSTRUCCION					
A.-INSTALACIONES DE FAENA:					
B.-PRESA DE ENROCADO					
B.1.-EXCAVACIONES					
1.1 EXCAVACION EXTERIOR	64903m3				
1.2 HORMIGON DEL PLINTO	1424 m3				
B.2-PRESA					
2.1 ENROCADO	1485350				
2.2 HORMIGON PANTALLA	10214 m3				
2.3 HORMIGON MURO CORONAMIENTO	262 m3				
B.3.-INYECCIONES					
3.1 CORTINA DE IMPERMEABILIZACION	8347 m				
B.4.-PRETIL LATERAL					
4.1 EXCAVACION ESCARPE	1593 m3				
4.2 RELLENOS	16999 m3				
C.-EVACUADOR DE CRECIDAS					
C.1.-EXCAVACIONES	28288 m3				
C.2.-HORMIGON	4177 m3				
D.-TUNEL DE DESVIO					
D.1.-ATAGUIAS	1988 m3				
D.2.-EXCAVACION EXTERIOR CANAL DE ENTRADA	3172 m3				
D.3.-ESTRUCTURA DE COMPUERTAS					
3.1 HORMIGON	58 m3				
D.4.-EXCAVACION CANAL DE SALIDA	1622 m3				
D.5.-TUNEL DE DESVIO					
5.1 EXCAVACION SUBTERRANEA D =3.4m 2885 m3	275 m				
5.2 HORMIGON REVESTIMIENTO	134 m3				
D.6.-TAPON CIERRE TUNEL DE DESVIO					
6.1 HORMIGON TAPON	79 m3				
6.2 CORTINA DE INYECCIONES	488 m				
E.-OBRAS DE ENTREGA A RIEGO					
E.1.-OBRA DE TOMA					
1.1 HORMIGONES	18 m3				
E.2.-OBRA DE ENTREGA					
2.1 TUBERIA DE ACERO L = 183 m D = 1,1m	28,9 t				
2.3 HORMIGON APOYO TUBERIA	4,9 m3				
F.-CASA DE VALVULAS Y CUBETA DISIPADORA					
F.3 HORMIGON	39 m3				
F.4 MONTAJE					

PROYECTO EMBALSE CERRILLOS

PROGRAMA DE PROYECTO, CONSTRUCCION Y MONTAJE

DESCRIPCION	CANTIDAD
I.-ESTUDIOS DEL PROYECTO	
II.-CONSTRUCCION	
A.-INSTALACIONES DE FAENA:	
B.-PRESA DE ENROCADO	
B.1.-EXCAVACIONES	
1.1 EXCAVACION EXTERIOR	342655m3
1.2 HORMIGON DEL PLINTO	3149 m3
B.2-PRESA	
2.1 ENROCADO	2188186
2.2 HORMIGON PANTALLA	21896 m3
2.3 HORMIGON MURO CORONAMIENTO	458 m3
B.3.-INYECCIONES	
3.1 CORTINA DE IMPERMEABILIZACION	13417 m
C.-EVACUADOR DE CRECIDAS	
C.1.-EXCAVACIONES	112139m3
C.2.-HORMIGON	28769 m3
D.-TUNEL DE DESVIO	
D.1.-CANAL DE DESVIO (GAVION.-RELL.-INYECCION)	36125 m3
D.2.-ATAGUIAS 21482 + (285033 +6218)	232725m3
D.3.-EXCAVACION EXTERIOR CANAL DE ENTRADA	21113 m3
D.4.-ESTRUCTURA DE COMPUERTAS	
4.1 HORMIGON	688 m3
D.5.-EXCAVACION CANAL DE SALIDA	9248 m3
D.6.-TUNEL DE DESVIO	
6.1 EXCAVACION SUBTERRANEA D = 6 m 13685 m3	363 m
6.2 HORMIGON REVESTIMIENTO	879 m3
D.7.-TAPON CIERRE TUNEL DE DESVIO	
7.1 HORMIGON TAPON	431 m3
7.2 CORTINA DE INYECCIONES	688 m
E.-OBRAS DE ENTREGA A RIEGO	
E.1.-OBRA DE TOMA	
1.1 HORMIGONES	43 m3
E.2.-TUBERIA DE ENTREGA	
2.1 TUBERIA DE ACERO L = 140 m	24,7 t
2.2 HORMIGON	284 m3
E.3.-TUNEL DE ENTREGA	
3.1 TUBERIA DE ACERO L= 10 M	1,8 t
3.2 EXCAVACION SUBTERRANEA D = 1,8 L =188,8	342 m3
3.3 HORMIGON REVESTIMIENTO 10 + 81 m	113 m3
E.4.-PIQUE DE ENTREGA	
4.1 TUBERIA DE ACERO	17,6 t
4.2 EXCAVACION SUBTERRANEA	2168 m3
4.3 HORMIGON REVESTIMIENTO	343 m3
F.-CASA DE VALVULAS Y CUBETA DISIPADORA	
F.1 TUBERIA DE ACERO	8,9 t
F.2 EXCAVACION EXTERIOR	1971 m3
F.3 HORMIGON	588 m3
F.4 MONTAJE	

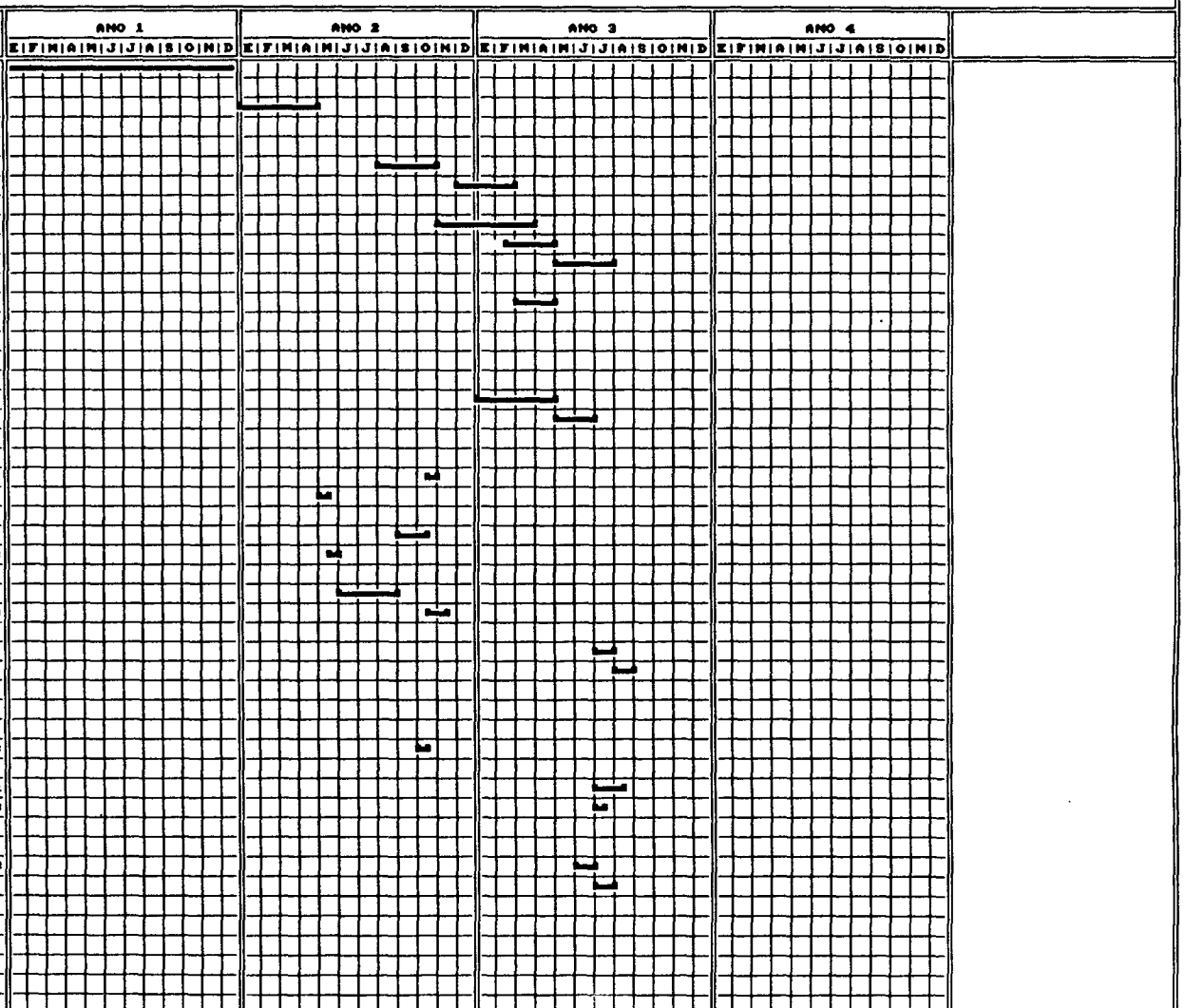


PROYECTO EMBALSE CORRALES B

HOJA 1 DE 1

PROGRAMA DE PROYECTO, CONSTRUCCION Y MONTAJE

DESCRIPCION	CANTIDAD
I.-ESTUDIOS DEL PROYECTO	
II.-CONSTRUCCION	
A.-INSTALACIONES DE FAENA:	
B.-PRESA DE ENROCADO	
B.1.-EXCAVACIONES	
1.1 EXCAVACION EXTERIOR	48590m3
1.2 HORMIGON DEL PLINTO	1296 m3
B.2-PRESA	
2.1 ENROCADO	907862m3
2.2 HORMIGON PANTALLA	7194 m3
2.3 HORMIGON MURO CORONAMIENTO	222 m3
B.3.-INYECCIONES	
3.1 CORTINA DE IMPERMEABILIZACION	4986 m
C.-EVACUADOR DE CRECIDAS	
C.1.-EXCAVACIONES	44380 m3
C.2.-HORMIGON	1773 m3
D.-TUNEL DE DESVIO	
D.1.-ATAGUIAS	1980 m3
D.2.-EXCAVACION EXTERIOR CANAL DE ENTRADA	3172 m3
D.3.-ESTRUCTURA DE COMPUERTAS	
3.1 HORMIGON	58 m3
D.4.-EXCAVACION CANAL DE SALIDA	1372 m3
D.5.-TUNEL DE DESVIO	
5.1 EXCAVACION SUBTERRANEA D =3,4m 2738 m3	275 m
5.2 HORMIGON REVESTIMIENTO	133 m3
D.6.-TAPON CIERRE TUNEL DE DESVIO	
6.1 HORMIGON TAPON	79 m3
6.2 CORTINA DE INYECCIONES	480 m
E.-OBRAS DE ENTREGA A RIEGO	
E.1.-OBRA DE TOMA	
1.1 HORMIGONES	16 m3
E.2.-OBRA DE ENTREGA	
2.1 TUBERIA DE ACERO L = 164,5m D = 0,9m	14,6 t
2.3 HORMIGON APOYO TUBERIA	4,2 m3
F.-CASA DE VALVULAS Y CUBETA DISIPADORA	
F.3 HORMIGON	37 m3
F.4 MONTAJE	



6.5 IMPACTO AMBIENTAL

1. INTRODUCCION

1.1 ALCANCES DE LA EVALUACION DE IMPACTO AMBIENTAL

Los alcances del presente estudio de Evaluación de Impacto Ambiental quedan acotados por aquellos definidos en la oferta técnica. En todo caso el estudio ha sido adaptado en su forma a las exigencias de la nueva legislación (ley 19.300) y su reglamento provisorio (Instructivo Presidencial del 30 de Septiembre de 1993).

En términos generales los alcances consisten en definir las características físicas y ecológicas del área de estudio. Conjuntamente con el objeto de completar el análisis de factibilidad del proyecto se identificarán en forma cualitativa y cuantitativa aquellos factores de impacto ambiental y ecológico que se producirían dentro del área de estudio por efecto de la materialización de las alternativas de obras principales que finalmente se propongan. Se presentarán las vías de solución a los problemas que se detecten y se propondrá un programa de seguimiento y control ambiental.

1.2 OBJETIVOS Y JUSTIFICACION DEL PROYECTO

1.2.1 Objetivos del estudio ambiental

Los objetivos planteados para el estudio son los siguientes:

a) Analizar y describir el proyecto a realizar.

b) Definir la situación preoperacional. Describir el medio físico en sus elementos bióticos y abióticos en forma general. Describir el medio socio-económico.

c) Definir el significado que para su conservación tienen los elementos más relevantes del medio que se ha inventariado. Aplicar los criterios que sean más convenientes tales como: diversidad, rareza, naturalidad y singularidad. Realizar una valoración integrada de los distintos aspectos.

d) Desglosar las acciones elementales, homogéneas del proyecto en función de su capacidad para generar impacto y en relación a las fases de construcción y explotación.

e) Determinar el ámbito de aplicación del estudio ambiental, identificando y definiendo la magnitud de impactos; las repercusiones de actividades del proyecto sobre el medio descrito.

f) Predecir los impactos, valorando su importancia. Comparar y seleccionar entre alternativas de obras principales, si las hubiera. Definir medidas preventivas y correctoras. Identificar posibles impactos residuales.

g) Definir un Plan de vigilancia y control.

1.2.2 Justificación del proyecto

Desde hace varios años, el Estado por medio de la Comisión Nacional de Riego y de la Dirección de Riego ha venido desarrollando y optimizando a través de distintos estudios un proyecto integral de riego para la cuenca del río Choapa a fin de aprovechar los recursos hídricos de manera más eficiente. La realización de este proyecto se basa en la necesidad de abastecer un aumento progresivo de la demanda del sector agrícola. El aumento de la demanda del recurso hídrico con fines de riego está ligado fuertemente con el desarrollo económico tanto a nivel nacional como regional y al aumento en la calidad de vida. Por otra parte en el área del estudio el riego de los cultivos es un aspecto muy deficiente que no se compadece con la escasez del recurso agua que sufre esta área la mayor parte de los años. Los métodos de riego utilizados, básicamente son tres:

- Riego tendido para la totalidad de cultivos de siembra densa (cereales y empastadas) y un porcentaje variable de chacras hortalizas y frutales.
- Riego por surcos para chacras, frutales, hortalizas y tabaco.
- Riego por goteo existe en un solo predio de 7 ha de uva pisquera.

Sin embargo, los dos métodos principales resultan ineficientes con pérdidas de hasta un 70 % a nivel de potreros y predios.

Otros factores que están condicionando el bajo aprovechamiento del agua de riego, a nivel predial son:

- La entrega de agua por turnos en época de escasez, lo cual implica manejar un gran volumen de agua en corto tiempo con efectos erosivos y falta de retención del agua necesaria para reponer evapotranspiración en el perfíl del suelo

- Falta de capacidad de regulación nocturna

Por otra parte la importancia que está adquiriendo la preservación del medio ambiente (variables hasta hace poco

tiempo consideradas como externalidades del proyecto), en conjunto con la legislación vigente, obliga a incluir la variable ambiental en las decisiones de ubicación, planificación y utilización de tecnologías que se aplican en los proyectos de regadío con objeto de un desarrollo sustentable.

2. DESCRIPCION DEL PROYECTO

2.1 RESUMEN EJECUTIVO DEL PROYECTO

El Estudio Integral de Riego Proyecto Choapa fue concebido para utilizar los recursos hídricos existentes en la cuenca del río Choapa, IV Región. Desde sus inicios (García, 1968; MOP, Dirección de Riego, 1969) hasta la etapa de factibilidad en que se encuentra hoy ha experimentado diversas modificaciones tendientes a optimizar su diseño, a medida que se ha avanzado en el conocimiento de las características principalmente hidrológicas, topográficas, geológicas, hidrogeológicas y agrícolas de la zona en que se emplazarán su obras. En esta etapa de factibilidad se incorpora la variable ambiental, como un elemento necesario a considerar en las decisiones y ajustes en etapas posteriores del proyecto.

Cabe señalar que para la etapa actual de factibilidad en que se encuentra el proyecto corresponde a una etapa de evaluación ambiental preliminar. Este estudio se realiza sobre antecedentes relacionados con un proyecto que considera un uso máximo de la infraestructura existente y dos alternativas de construcción de embalses (A y B). Ambas se diferencian sólo por los embalses que se construirían sobre el río Choapa, y en que la alternativa A considera la construcción del embalse Canelillo en una angostura ubicada inmediatamente aguas arriba del puente denominado "Confluencia" (de los ríos Illapel y Choapa). En cambio la alternativa B considera la construcción del embalse Cerrillos ubicado en una angostura que está unos 500 m aguas arriba de la confluencia del estero Limáhuida con el río Choapa.

El presente informe expone los resultados y conclusiones del Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental Preliminar, que se ha realizado del Proyecto Integral de Riego Choapa, actualizado en su forma de acuerdo a las recomendaciones del Instructivo Presidencial del 30 de Septiembre de 1993, denominado: "Pauta

para la Evaluación del Impacto Ambiental de Proyectos de Inversión".

2.2 DESCRIPCION GENERAL DEL PROYECTO Y DATOS PRINCIPALES

El proyecto Choapa - IV Región, Estudio Integral de Riego se ha desarrollado en un área localizada geográficamente entre los paralelos 31° 15′ - 32° 15′ S y los meridianos 71° 30′ - 70° 15′ W, aproximadamente (ver Fig.6.5-1, al final de este capítulo).

Atendiendo a las características agroclimáticas el área del proyecto se ha dividido en tres Areas de Planificación: Interior, Medio y Costa (ver Fig. 6.5-2, al final de este capítulo).

El proyecto comprende las superficies de aprovechamiento agrícola de los valles de Choapa, Illapel, Chalinga, Millahue, Cuncumén, Camisas y otros tributarios, además de las terrazas litorales entre Chigualoco y Talinay (Punta Lautaro). Cubre un total de aproximadamente 140.000 hás. (incluídos algunos sectores de cerros), entre las Comunas de Illapel, Salamanca, Los Vilos y Mincha.

El estudio integral de riego Choapa consiste en el desarrollo de un sistema de estructuras para el riego que incluye la utilización de obras ya en explotación, adaptación de otras y la construcción de obras nuevas tales como: embalses, canales alimentadores, canales matríces y sifones. La elección de los sistemas de riego que se ha considerado se ha hecho utilizando diversos criterios para la ubicación de las obras de regulación, entre otros:

- Optimizar la relación entre el volumen embalsado y el volumen del muro.
- Seguridad de llenado de los embalses con recursos propios y posibilidad de trasvasar agua desde cuencas vecinas.
- Existencia de canales que pudieran ser utilizados como alimentadores de embalses.
- Posibilidades de riego aguas abajo del embalse tomando en cuenta la superficie disponible y calidad agrícola de los terrenos.
- Posible interferencia del embalse con otras obras de infraestructura y/o asentamientos humanos.
- Superficie y calidad de los terrenos inundados por el embalse.
- Capacidad del embalse.
- Existencia de embalses alternativos.

El desarrollo del proyecto Estudio Integral de Riego Proyecto Choapa permitiría incorporar al regadío con 85 % de seguridad a un total de 24.177 ha, de las cuales 8.310 ha serían incorporadas al riego y 15.867 ha podrían mejorar su seguridad de riego (Volumen Nº 2 de esta consultoría).

2.3 ENVERGADURA DEL PROYECTO

La envergadura del proyecto está directamente relacionada con su área de influencia. Para los distintos aspectos de naturaleza física, biótica, socioeconómica e histórico-cultural de la evaluación del impacto ambiental, el área de influencia del proyecto comprende la superficie de tierras, los predios agrícolas que ella incluye y, principalmente, los habitantes que viven o producen en ellos; población que puede ser beneficiada o perjudicada a partir de las obras que se propone ejecutar y sus efectos inmediatos, de corto, mediano y largo plazo.

El área de influencia del proyecto ha sido definida ya en términos amplios en el Volumen Nº 2 de la presente consultoría como la cuenca del río Choapa (Fig.6.5-2) y sus afluentes. Ella abarca una superficie total de 8.300 Km^2, es decir, 830.000 hás.

Se puede establecer la hipótesis de que en toda esta área, en la medida que en ella se encuentre localizada población humana, terrenos cultivables así como organismos de la flora y fauna silvestre, se dejarán sentir los efectos positivos del proyecto. Ya que su principal objeto es mejorar la dotación del recurso productivo más escaso de la zona, el recurso agua, el que combinado con los otros recursos productivos de la región (suelo y clima, y en general los recursos naturales, además de la mano de obra y el capital); inducirán cambios positivos en la generación de producto, empleo e ingresos en el Valle del Choapa.

Por ello, y aunque los beneficiados más directos por el proyecto serán aquellos habitantes que alcancen acceso directo a las nuevas dotaciones de agua, también recibirá beneficios, aunque más indirectos, toda la población de las comunas más abajo mencionadas y que forman parte del Valle del Choapa.

En términos más restringidos, el área de influencia del proyecto de riego Choapa comprenderá sólo aquella superficie, aquellos predios y aquellos habitantes que pueden ser directa o indirectamente beneficiados (perjudicados) por el proyecto. Por ello la superficie relevante para definir el área de influencia del proyecto está comprendida solamente por 70.000 hás., dado que las 760.000 hás. restantes no presentan aptitud

agrícola, en especial por estar situadas en zonas montañosas o de relieve inadecuado para actividades agropecuarias.

Los suelos de aptitud agrícola que podrían ser ya sea beneficiados con el proyecto, afectados de alguna manera adversa debido a la ejecución en ellos de obras de riego como embalses, canales o sifones, o que no recibirían impacto directo ni positivo ni negativo por encontrarse fuera del alcance de las obras civiles programadas o fuera de las cotas de los canales proyectados, pertenecen todos a las comunas de Salamanca, Illapel, Mincha y, marginalmente, a la comuna de Los Vilos, pertenecientes a la provincia de Choapa en la IV Región de Coquimbo.

Los predios agrícolas incluídos dentro del área de influencia del proyecto suman un total de 3.756, lo cual no incluye a los 3 predios agrícolas de la comuna de Los Vilos que no tienen suelos regados. De este total de predios existen 59 que no tienen suelos regados y que pertenecen a comunidades de pequeños agricultores, y que cuentan con una superficie total de 234.500 ha. Existen por tanto 3.697 predios con riego en el área de influencia del proyecto, con una superficie total de 36.869,9 ha y que podrían ser beneficiados con el proyecto, ya sea ampliando su superficie actual de riego y/o mejorando la seguridad de riego de las hectáreas ya regadas disponibles (Fuente: Volumen Nº 2 de esta consultoría).

De las 69.950 ha que abarca el gran área de influencia del proyecto, los suelos regables suman 26.150 ha, esto es, un 37% del total.

En el área del estudio existen 3.697 predios con una superficie de 36.869,9 ha y 2 predios comunitarios (Comunidades) que tienen una superficie de 7.658 ha, o sea, la superficie de los 3.699 predios del área del estudio alcanza a 44.527,9 ha.

De las 26.150 ha regables, en la actualidad se encuentran 15.867 ha bajo canal, las que se riegan con baja seguridad. Con el proyecto se podría mejorar la calidad de riego de las 15.867 ha e integrar al área de riego a las 10.283 ha restantes, si esto fuera posible. En todo caso quedarían fuera del ámbito de riego 18.377,9 ha de las 44.527,9 ha que corresponden a la totalidad de los predios del área del proyecto.

2.4 ANALISIS DE ALTERNATIVAS DE LOCALIZACION DE LOS SISTEMAS DE RIEGO

Los sistemas de riego que se han definido como los más adecuados para regar el área del proyecto, están usando la premisa básica de dar el máximo de utilización al recurso hídrico disponible y a la infraestructura de riego existente.

En este marco se privilegia el aprovechamiento de las aguas del río Choapa, que es el río principal del sistema hídrico del área del proyecto, ajustando su aporte. De esta manera, se regula gran parte del recurso hídrico disponible. Por otra parte se debe privilegiar el riego de las zonas altas de la cuenca por cuanto en ellas es posible, por razones de clima, disponer cultivos de más alta rentabilidad.

Teniendo en cuenta este marco conceptual y en base a las soluciones de embalse en los diferentes valles del área del proyecto se visualizan dos sistemas de riego para desarrollar el riego futuro del área del proyecto, denominados Sistema de Riego A y Sistema de Riego B. A continuación se describen los Sistemas de Riego A y B.

2.4.1 Sistema de Riego A

Este sistema se muestra esquemáticamente en la Figura 6.2.4-1 de este Volumen y está compuesto por las siguentes obras principales:

- Embalse Canelillo

- Embalse Corrales

- Canal Alimentador Corrales
  - Bocatoma
  - Sifón Quelén
  - Túnel Corrales

- Canal Matríz Corrales
  - Sifón Salamanca

- Canal Choapa
  - Bocatoma
  - Sifón Peralillo
  - Sifón Choapa Illapel
  - Canal Choapa Illapel

- Canal Canelillo
  - Sifón Canelillo Illapel
  - Sifón Canelillo Atelcura

- Canal Costero Norte
  - Sifón La Canela

- Canal Costero Sur
  - Sifón Mincha
  - Sifón Millahue

Estas obras se describen más abajo en el numeral 2.7 Elementos del Proyecto.

Además de las obras antes indicadas, este Sistema cuenta con todas las fuentes hídricas del área del proyecto, vale decir: los ríos: Choapa, Illapel y Chalinga; los esteros: Camisas, Limáhuida, Millahue, Quilmenco, Aucó, Atelcura, La Canela y los acuíferos identificados como: Cuncumén - Salamanca, Chalinga, estero Camisas, Salamanca - Las Juntas, Illapel, Coyuntagua - Tunga Norte, estero La Canela y Mincha - Desembocadura.

Las superficies ubicadas en los diferentes sectores del Sistema que se regarían con 85 % de seguridad se definen a través de un Modelo de Simulación Operacional de Riego.

La secuencia de operación del modelo es la siguiente:

1° Utilización de los recursos hídricos superficiales no regulados

2° Utilización de los recursos regulados
   a) sin bombeo
   b) con bombeo desde el embalse

3° Utilización de los embalses subterráneos mediante bombeo desde los acuíferos

2.4.2 Sistema de Riego B

Este sistema se muestra esquemáticamente en la Figura 6.2.4-2 de este Volumen y está compuesto por las siguientes obras principales:

- Embalse Cerrillos

- Embalse Corrales

- Canal Alimentador Corrales
  - ▸ Bocatoma
  - ▸ Sifón Quelén
  - ▸ Túnel Corrales

- Canal Matríz Corrales
  - ▸ Sifón Salamanca

- Canal Choapa
  - ▸ Bocatoma
  - ▸ Sifón Choapa Illapel
  - ▸ Canal Choapa Illapel

- Canal Mincha
  - ▸ Bocatoma
  - ▸ Sifón Canelillo Atelcura

- Canal Costero Norte
  - ▸ Sifón La Canela

- Canal Costero Sur
  - ▸ Sifón Mincha
  - ▸ Sifón Millahue

La Presa Cerrillos interrumpe al Canal Choapa de manera tal que la sección del canal aguas arriba de la presa quedaría sobre la cota de agua del embalse para niveles bajos de éste. En esta situación será necesario contar con una obra de impulsión capaz de impeler el caudal máximo del canal Choapa. La altura de elevación máxima es del orden de los 25 m de columna de agua.

El Sistema de Riego B cuenta con los mismos recursos hídricos del Sistema de Riego A, pero regulados con distintos volúmenes de regulación y distribuídos con distintas obras de riego. Además, el Sistema de Riego B requiere instalar una estación de bombeo para alimentar al canal matriz Choapa de relativa importancia y que podría influir en la evaluación económica de este sistema.

El Modelo de Simulación Operacional del Sistema de Riego Choapa definirá las superficies que se regarían con 85 % de seguridad.

Sobre la base de los resultados será posible elegir el Sistema de Riego (A o B) más apropiado para regar integralmente el área del proyecto, sin perjuicio de las ventajas o desventajas ambientales que se plantean en el presente informe.

2.4.3 Subsistema Canela

Este subsistema se ha agregado al Sistema de Riego A que ha resultado ser económicamente el mejor. El favorable impacto económico que provocaría la implementación del proyecto de riego en este sector de comunidades en extrema pobreza traería aparejado cambios muy significativos, en aspectos sociales y culturales.

Las Comunidades Agrícolas del área del estudio que serán favorecidas por el proyecto, cualquiera sea la alternativa elegida son : Cuz-Cuz, Coyuntagua, Tunga, Mincha, Huentelauquén, Atelcura, Agua Fría, Canela, etc.

En el proyecto Integral de Riego original no se consideró al área de Canela por razones de ubicación, orográficas y económicas. Sin embargo, por la importancia social que tendría asegurar el riego a las 170 ha regadas actualmente en la zona de Canela y, lograr la incorporación de otras 410 ha adicionales, se ha proyectado a un nivel más general y, en forma complementaria, lo que se ha denominado "Subsistema Canela".

El proyecto suplementario para la zona de Canela consiste en la extensión del canal Choapa, desde el estero Agua Fría, que es donde finaliza el Proyecto Integral, hasta hacerlo terminar en el estero Canela aproximadamente a la cota 245 m.snm. A este tramo suplementario, que tiene una longitud de 53,6 km, se le denominó "Canal Choapa-Canela".

Sin embargo la superficie regable se ubica, casi en su totalidad, en cotas superiores a la 245 m s.n.m. Se ha considerado necesario una estación de bombeo que lleve el agua a presión mediante ductos, hasta la cota 345 m.snm. (Canela Alta), de esta manera se ha limitado el área de influencia a todos los terrenos regables ubicados hasta 100 m por sobre el punto en que el canal Choapa-Canela llega al valle del estero Canela.

La superficie que se podría incorporar al riego con 85 % de seguridad, con este proyecto suplementario son 410 ha, las que pueden llegar a 580 ha, si, además se riegan mediante elevaciones mecánicas, varias pequeñas terrazas altas vecinas al trazado del canal Choapa-Canela.

2.5 DOCUMENTOS DEL PROYECTO USADOS PARA LA EIA

Para el estudio de Evaluación del Impacto Ambiental se han utilizados los siguientes documentos relacionados con el proyecto:

- Kleiman, P: & J. Torres. 1963. Recursos de agua del valle del Choapa. Corfo.
- García, T. Rómulo. 1968. Proyecto Regadío Choapa. Minuta, 24 p, planos.
- MOP, Dirección de Riego. 1969. Proyecto Choapa. Informe General. 28 p, anexos.
- DGA-IPLA. 1974. Estudio de las recuperaciones de un río.
- Informes del proyecto CHI-535. 1979.
- Banco Nacional de Aguas, BNA 1950/51 - 1991/92
- Balance Hidrológico Nacional
- BF Ingenieros. 1992. Análisis estadístico de caudales en los ríos de Chile.
- Ingeniería Agrícola Ltda. 1993. Estudio de Suelos proyecto Choapa. CNR.
- Volúmenes Nºs. 2, 3, 4, 5 y 6 de esta Consultoría.

2.6 ELEMENTOS DEL PROYECTO

2.6.1 Embalses

La definición de las posibilidades de obras de regulación en la cuenca del río Choapa se realizó en base a los planos topográficos (aerofotogrametría 1992, vuelo SAF diciembre 1991) a escala 1:10.000 de la Comisión Nacional de Riego, que prácticamente cubren toda el área de interés a excepción de algunas zonas de borde de la cuenca, los que no cuentan con recursos hídricos. Se identificaron las angosturas topográficas que existen en los cauces, los cuales serían potencialmente atractivos para construír presas de embalse puesto que el volumen de material necesario para cerrarlos sería relativamente reducido. Conjuntamente se consideró la topografía aguas arriba de los lugares de implantación de las presas, de tal modo de favorecer zonas inundadas de pendiente

longitudinal y transversal reducida. Al final del proceso se identificaron 20 angosturas aptas para crear embalses.

En el río Choapa se identificaron 7 angosturas que mencionadas desde aguas arriba hacia aguas abajo son: El Gaucho, Quelén, Mal Paso, Cerrillos, Limáhuida, Canelillo y Coyuntagua.

En el río Illapel, principal afluente del río Choapa se reconocen en sentido descendente 2 angosturas: Carén y Huintil.

En los otros cauces afluentes al río Choapa, se reconocieron ordenados desde aguas arriba hacia aguas abajo, las siguentes angosturas:

En el río Chalinga, la angostura Cunlagua.
En el estero Camisas, las angosturas Corrales y Sauce Calam.
En el estero Limáhuida, el estrechamiento Las Astas.
En el estero Llano Largo, la angostura Trancas.
En el estero Colihue, el estrechamiento homónimo.
En el estero Espíritu Santo, el estrechamiento Chircal.
En el estero La Canela, los angostamientos: Canela Baja, La Chirquilla, Huinchigualleo y Mincha.

La ubicación exacta de estas potenciales presas de embalse se indican a continuación en el Cuadro N° 6.5-1.

Cuadro N° 6.5-1. Lista de posibles embalses en la cuenca del río Choapa, IV Región.

Alveo	Embalse	Norte	Este
Río Choapa	El Gaucho	6.460.350	350.140
Río Choapa	Quelén	6.473.250	327.150
Río Choapa	Mal Paso	6.486.000	302.590
Río Choapa	Cerrillos	6.485.940	296.440
Río Choapa	Limáhuida	6.486.390	295.000
Río Choapa	Canelillo	6.493.130	283.780
Río Choapa	Coyuntagua	6.495.220	280.170
Río Illapel	Carén	6.507.550	323.200
Río Illapel	Huintíl	6.506.250	313.490
Río Chalinga	Cunlagua	6.487.800	322.100
Estero Camisas	Corrales	6.468.100	319.200
Estero Camisas	Sauce Calam	6.469.500	317.350
Est. Limáhuida	Las Astas	6.481.460	296.000
Est.Llano Largo	Trancas	6.526.000	281.800
Est. Colihue	Colihue	6.527.400	277.000
Est. Espíritu Santo	Chircal	6.527.300	268.000
Est. La Canela	Canela Baja	6.520.640	265.120
Est. La Canela	La Chirquilla	6.509.300	265.650
Est. La Canela	Huinchigualleo	6.508.650	266.150
Est. La Canela	Mincha	6.505.160	266.500

Una vez identificados los embalses, se definió un eje transversal a la angostura correspondiente al eje de la presa. A partir de este se calcularon las siguentes curvas:

- Volumen de la presa (Vp), en función de su altura.
- Superficie inundada y volumen de agua embalsado (Ve) en función de la altura del embalse (altura embalse = altura presa menos 3 m).
- Relación entre el volumen embalsado y el volumen de la presa, para diferentes alturas de presa.

El volumen de la presa se calculó suponiendo que esta sería de tierra y tendría un coronamiento de 10 m de ancho, un talud de aguas arriba con inclinación 2,5:1 (H:V) y un talud de aguas abajo con inclinación 2:1. La altura de la presa corresponde a la diferencia de cota entre su coronamiento y el punto más bajo del terreno natural interceptado por el eje del muro.

La superficie inundada y el volumen embalsado por la presa se calcularon desde el eje del muro hacia aguas arriba. Es decir estos valores incluyen parte de la superficie y del volumen que posteriormente ocupará la presa.

Para determinar la relación entre el volumen embalsado y el volumen de la presa, para diferentes alturas de presa, se supuso que la revancha normal (diferencia de cota entre el coronamiento y el nivel de aguas máximas normales del embalse) será de 3 m.

Del total de 20 posibilidades de embalse se ha procedido a realizar una evaluación basada en los siguentes criterios:

- Relación entre el volumen embalsado y el volumen de la presa Ve/Vp. Para aplicar este criterio se desarrolló una tabla de calificación:

		Ve/Vp	<	20	Mala
20	<	Ve/Vp	<	50	Regular
50	<	Ve/Vp	<	100	Buena
100	<	Ve/Vp			Muy buena

- Cercanía entre proyectos alternativos ubicados sobre un mismo curso de agua, de tal modo que estos proyectos cuentan con recursos hídricos similares. Por esta razón la elección de una alternativa descarta a las otras.

- Entre soluciones alternativas se ha elegido atendiendo a la relación Ve/Vp; potenciales zonas de riego aguas abajo de los embalses; caracerísticas de los sectores inundados.

En relación con la relación Ve/Vp los posibles embalses pueden ordenarse y clasificarse según lo indicado en el Cuadro Nº6.5-2 más abajo.

De acuerdo con esta primera selección el número de embalses se reduce a 14, descartándose aquellos con relación Ve/Vp < 20.

Aplicando los demás criterios en una nueva selección de estos 14 embalses fue posible descartar a otros 10.

Los 4 proyectos de embalse que restan luego de esta segunda evaluación son:

Sobre el río Choapa:

- Embalse Canelillo
- Embalse Cerrillos

Sobre el estero Camisas:

- Embalse Corrales

Sobre el estero Limáhuida:

- Embalse Las Astas [1]

Cuadro N° 6.5-2 Preselección de embalses según la relación Ve/Vp

Embalse	Relación Ve/Vp	Clasificación
Canelillo	190,66	Buena
Coyuntagua	97,04	
Mincha	72,77	
Cerrillos	51,29	
Mal Paso	44,80	Regular
Limáhuida	42,72	
Canela Baja	40,21	
Corrales	27,82	
La Chirquilla	27,01	
Las Trancas	25,98	
Huinchigualleo	25,34	
Sauce Calam	21,74	
Quelén	21,46	
Las Astas	20,96	
Chircal	17,45	Mala
El Gaucho	13,81	
Colihue	13,59	
Huintil	11,09	
Cunlagua	7,86	
Carén	6,97	

2.6.1.1 Análisis individual de las posibilidades preseleccionadas

a) Embalse Cerrillos (Fig. 6.5-3): Este proyecto se encuentra ubicado en el curso medio del río Choapa y su presa se instalaría en la angostura que existe en este río a unos 900 m aguas arriba de la confluencia del estero Limáhuida con el río Choapa. Las coordenadas de esta angostura son aproximadamente

[1] Este embalse ha sido descartado.

N 6.485.940 y E 296.440. En esa zona el río tiene un ancho, a nivel de cauce, de 295 m.

La ciudad cercana más importante es Salamanca, que se encuentra a unos 19,5 km al sur-oriente del embalse, por la ribera derecha del río Choapa. Además, la ciudad de Illapel se encuentra a una distancia de 28 km. Ambas ciudades poseen una infraestructura adecuada para facilitar la construcción de la presa.

Respecto de la Hidrología, la estadística de caudales medios mensuales promedio afluentes al embalse ha sido estimada mediante las siguentes relaciones:

Para el período abril-septiembre : Q Ch C = 0,95 x Q Ch L
Para el período octubre-marzo : Q Ch C = 1,00 x Q Ch L

en que: Q Ch C = caudal del río Choapa en Cerrillos
Q Ch L = caudal del río Choapa en Limáhuida

A continuación se entregan los caudales medios por mes para una estadística de 41 años del río Choapa en Embalse Cerrillos (Volumen Nº 4 de la presente consultoría). El detalle de estos datos se muestra en el cuadro N° 6.1.1-4 del citado volumen (véase también anexos del presente informe).

Mes	Promedio (m^3/s)
- Abril	2,70
- Mayo	4,08
- Junio	7,34
- Julio	12,84
- Agosto	13,96
- Septiembre	9,96
- Octubre	15,43
- Noviembre	27,94
- Diciembre	30,51
- Enero	11,34
- Febrero	3,59
- Marzo	2,68
- Qa	11,86

Respecto de la geología en la zona de la angostura, el valle fue labrado en las rocas intrusivas del Jurásico Superior y Terciario inferior que forman el batolito característico de gran parte del área de los ríos Choapa e Illapel. En la actualidad están cubertas por un depósito fluvial. Estos depósitos son de una potencia del orden de los 2 a 4 m en el

lado izquierdo; en cambio en la ribera derecha o Norponiente estos depósitos podrían tener un espesor del orden de los 18 m.

La presa a construir contempla como empotramientos las laderas en roca de las riberas, y como apoyo basal, los depósitos fluviales que cubren el fondo del valle. Lo anterior condiciona el diseño del muro a uno formado por materiales sueltos, ya sea zonificado con núcleo impermeable o en base a rellenos permeables con una pantalla de hormigón armado sobre el talud de aguas arriba. En ambos tipos de presa debe considerarse una cortina de inyección para la impermeabilización de la roca de los empotramientos. También deben considerarse las respectivas inyecciones de consolidación de la roca de ambos empotramientos en la zona de contacto con el elemento impermeable y el retiro del correspondiente depósito de escombros que cubre la roca en al menos esa área.

Con respecto de los yacimientos disponibles para la construcción de una presa de materiales sueltos, adyacentes a la angostura existen importantes depósitos fluviales de donde fácilmente se pueden obtener suelos granulares aptos para hacer rellenos permeables de buena calidad. De estos yacimientos se pueden obtener también buenos agregados para la fabricación de hormigones. Además, todos los materiales provenientes de las excavaciones en roca que deban hacerse para construir las obras serían adecuados para materializar la ejecución de ese tipo de relleno.

En el área del río Choapa no se encontraron yacimientos de suelos finos para hacer rellenos impermeables de buena calidad. En general las terrazas están formadas o por depósitos fluviales con escaso fino, o escombros y depósitos aluviales donde el fino abunda, pero es de carácter limoso y con un porcentaje importante de bloques de diferentes tamaños. Esta situación hace que el tipo de presa más adecuado sería la de rellenos permeables con una pantalla de hormigón armado sobre el talud de aguas arriba.

El correspondiente plinto estará fundado en roca en los empotramientos. Debe considerarse un escarpe de 3 m de espesor en la zona de fundación del plinto en las laderas.

La pantalla de hormigón deberá tener un espesor de 0,30 m en su parte superior y 0,30 m + 0,003 H en su parte inferior, en que H es la altura de la presa en m, y una armadura Φ 22 a 20 cm en ambas direcciones.

El área de influencia definida para esta presa es toda la superficie ubicada baho la cota del canal Choapa existente, la cual incluye los terrenos ubicados a ambos lados del río Choapa

hasta el mar. Además, se agrega la superficie del valle del río Illapel por ambos lados de este cauce comprendida entre la ciudad de Illapel y la confluencia con el río Choapa. Asimismo forman parte del área signada a este embalse los interfluvios costeros.

La modelación del sistema B requiere para esta presa un volumen de regulación VR = 111,14 millones de m^3.

Con un volumen total de 129,7 millones de m^3 expresado en términos de cota de agua es la 344,0 m s.n.m. A este nivel se le ha denominado nivel máximo normal de operación. La cota de coronamiento alcanzará a 349,5 m s.n.m.

Teniendo en cuenta que la altura de la presa es de 58,5 m y que los rellenos de ella se harán con materiales provenientes de los depósitos fluviales adyacentes y de las excavaciones en roca que deberán hacerse para la construcción de las obras, los taludes exteriores del muro deberán tener inclinaciones de 1,5/1 (H/V), tanto por aguas arriba como por aguas abajo.

La cortina de inyección de impermeabilización debe tener una longitud igual a la carga de agua en el punto, con un mínimo de 15 m. [2]

La inyección de consolidación debe colocarse bajo toda el área de contacto roca-plinto y debe tener una longitud mínima de 5m.

El detalle de la presa Cerrillos y sus obras anexas se muestran en los planos denominados "Embalse Cerrillos. Sistema de Riego B. Presa de Enrocado con Pantalla de Hormigón" (643-10d2-3 L1/2) y "Embalse Cerrillos. Sistema de Riego B. Vertedero, Obras de Desviación y Entrega" (643-10d2-3 L2/2).

Respecto al interés y ventajas de construir este embalse se puede afirmar que con los recursos acumulados en él se podría regar parte del área de influencia del río Choapa y parte del área de influencia del río Illapel.

A continuación se entregan las características de este embalse:

---

[2] Las prospecciones sísmicas realizadas indican que la roca estaría prácticamente aflorando en el lecho por el lado derecho del valle y que la máxima profundidad en la angostura será de unos 18 m.

Característica	Valor
- Capacidad potencial del vaso	> 360.000.000 m^3
- Caudal afluente medio anual	11,86 m^3/s
- Caudal afluente medio (meses: M, J, J, A)	9,55 m^3
- Presa tipo C.F.R.D.	H = 58,5 m
- Vertedero evacuador de Crecidas Tipo frontal (regulado TR=1.000 años)	Q = 3.220 m^3/s
- Túnel de Desviación L = 388 m (TR = 20 años)	Q = 240 m^3/s
- Obra de entrega a riego	Q = 12,5 m^3/s
- Area estimada de riego con altura de presa ~ 60 m [3]	11.200 ha
- Relación Ve/Vp = buena	51,29
- condiciones geológicas y geotécnicas favorables	
- desventajas: · inundaría algunas casas y galpones · inundaría tierras cultivadas o cultivables · interfiere con derechos de agua superficiales (2,0 m^3/s) para central Corona	

b) Embalse Canelillo (Fig 6.5.4): Este proyecto se encuentra ubicado en el curso inferior del río Choapa y su presa se instalaría en la angostura que existe en este río a unos 1.000 m aguas arriba de su confluencia con el río Illapel (Puente Confluencia). Las coordenadas de esta angostura son

[3] Con la nueva altura de presa el área de influencia definida para esta presa es toda la superficie ubicada bajo la cota del canal Choapa existente, la cual incluye los terrenos ubicados a ambos lados del río Choapa hasta el mar. Se agrega además la superficie del valle del río Illapel por ambos lados de este cauce comprendida entre la ciudad de Illapel y la confluencia con el río Choapa. También forman parte del área asignada a este embalse los interfluvios costeros.

aproximadamente N 6.493.130 y E 283.780. En esta zona el río Choapa tiene un ancho, a nivel de cauce, de unos 35 m.

La ciudad de Illapel posee una infraestructura adecuada para facilitar la construcción de la presa.

El área de influencia directa del embalse Canelillo es toda la superficie ubicada bajo la cota del canal Matríz Canelillo, vale decir , las áreas de Choapa Costa, Interfluvios costeros y Choapa Canela ubicadas en el valle del río Choapa. En esta última área se incluyen unas 600 ha que se riegan por bombeo desde el canal Canelillo.

Respecto de la Hidrología y debido a la cercanía con la estación fluviométrica Choapa en Puente Negro, se ha utilizado la estadística de caudales medios mensuales de esta sección. El Modelo de Simulación Operacional del Sistema Choapa, para el caso del Sistema de Riego A, indica que se requiere un volumen de regulación (VR) en Canelillo de 75,26 millones de m^3. El volumen total es de 95,20 millones de m^3, lo que expresado en términos de cota de agua en el embalse resulta la de 214,8 m s.n.m. Este nivel se ha definido como el nivel máximo normal de operación. La cota de coronamiento es la de 217,5 m.snm; la cota máxima del muro la 219,0 m s.n.m. La altura de presa (H), será de 62,5 m.

A continuación se entregan promedios de caudales medios mensuales para una estadística de 41 años de río Choapa en Canelillo (Volumen Nº 4 de la presente Consultoría). En el cuadro 6.1.1-5 del citado volumen se entrega el detalle de estos datos.

Mes	Promedio m^3/s
Abril	3,55
Mayo	4,50
Junio	8.15
Julio	12,98
Agosto	10,95
Septiembre	10,84
Octubre	14,36
Noviembre	26,37
Diciembre	24,66
Enero	10,50
Febrero	3,21
Marzo	3,26
Qa	11,12

En la zona de la angostura, el valle fue labrado en las antiguas rocas volcánicas del Cretácico inferior, que han permanecido como residuales y aparecen en forma puntual dentro del gran batolito que existe en general en toda el área de los ríos Choapa e Illapel.

La angostura en cuestión se caracteriza por tener ambos empotramientos formados por laderas de pendientes fuertes y de 90 m la derecha y 270 m la izquierda, donde se observa en toda su magnitud la roca volcánica moderadamente alterada y fuertemente fracturada en superficie.

En la ribera izquierda hay un delgado depósito de escombros en la parte superior.

El piso del valle tiene un ancho del orden de 35 m y probablemente está cubierto por un pequeño depósito fluvial.

En esta angostura la posibilidad de la existencia de un paleocauce en la ribera derecha del Choapa hacia el Illapel ha sido descartada de acuerdo con los resultados entregados por los perfiles sísmicos (Volumen Nº 6 de la presente Consultoría).

Indudablemente esta angostura tiene condiciones geotécnicas y topográficas aceptables, las cuales permiten concluir que Canelillo es un buena angostura para emplazar una presa gravitacional.

La presa a construír contempla como empotramientos las laderas en roca de las riberas y también su apoyo basal en roca. Lo anterior hace que el muro elegido sea una presa de hormigón. El muro gravitacional de hormigón, podrá ser moldeado o rodillado.

En este tipo de presa se debe considerar una cortina de inyección para la impermeabilización de la roca, en toda la zona de contacto para el caso de la presa de hormigón.

Considerando la fundación del muro y las caracterísitcas topográficas de la angostura, el tipo de presa más adecuado sería una presa gravitacional de hormigón rodillado. Este tipo de estructura tendría la gran ventaja sobre un C.F.R.D. de permitir colocar sobre ella misma el vertedero, además de la facilidad de colocación que tiene el hormigón sobre roca en espacios reducidos como sería este caso.

La presa gravitacional de hormigón rodillado tendría un paramento vertical por aguas arriba, compuesto por un hormigón convencional de aproximadamente 1 m de espesor. La longitud de coronamiento de la presa , de ladera a ladera sería de

aproximadamente 190 m y en su zona central se proyectaría el evacuador de crecidas con 3 compuertas de sector, el que tendría una longitud aproximada de 150 m. El rápido de descarga de este vertedero se proyectaría con una pendiente de 0,8/1 (H/V) y terminaría, en su parte inferior, con una cuchara de lanzamiento tipo salto de ski.

Debe considerarse como antecedente preliminar para cubicación, que en el lecho existe un depósito fluvial del orden de 3 m que habría que retirar.

La cortina de inyección de impermeabilización debe tener una longitud igual a la carga de agua en el punto, con un mínimo de 15 m.

La inyección de consolidación debe colocarse en el diente de aguas arriba del apoyo de la presa y debe tener una longitud mínima de 5 m.

En la fig. Nº 6.1.1-6 (Volumen Nº 4 de la presente Consultoría), se muestra el perfil transversal del río en la angostura y en la figura N° 6.1.1-7 (Volumen Nº 4 de la presente Consultoría), el perfil transversal de la presa. La disposición y características de las obras se muestran en el plano denominado "Embalse Canelillo. Sistema de Riego A".

Respecto de las ventajas de construir este embalse se puede decir que con él se podrían regar principalmente los interfluvios costeros, la zona de Choapa Costa ubicada bajo canal y la zona de Canela bajo canal.

A continuación se entregan las características de este embalse:

Características	Valor
- Capacidad potencial del vaso	> 290.000.000 m^3
- Volumen total	95.200.000 m^3
- Caudal medio afluente	11,12 m^3/s
- Caudal medio (meses: M, J, J, A)	9,17 m^3/s
- Presa Canelillo Tipo: hormigón rodillado	
- Vertedero evacuador de Crecidas Tipo Frontal	Q = 3.520 m^3/s
- Túnel de desviación L = 232 m (TR = 5 años)	Q = 285 m^3/s
- Obra de entrega a Riego	Q = 9,1 m^3/s
- Central Hidroeléctrica	P = 1.783 kw
- Area estimada de riego con presa de ~ 68 m	10.000 ha
- Relación Ve/Vp = muy buena	190,66
- Condiciones geológicas y geotécnicas muy favorables	
- No existe infraestructura o tierra agrícola relevante que se inunde	
- Desventajas: inundación de unas 20 casas y galpones,	

c) **Embalse Corrales (Fig 6.5-5)**: Este proyecto se encuentra ubicado en el estero Camisas y su presa se instalaría en la angostura existente en este estero a unos 23,5 km aguas arriba de su confluencia con el río Choapa. Las coordenadas de esta angostura son aproximadamente N 6.469.500 y E 317.350. En esta zona el estero tiene un ancho, a nivel de cauce, de unos 65 m.

La ciudad de Salamanca, que es la más cercana al embalse Corrales, posee una infraestructura adecuada para facilitar la construcción de la presa.

El área de influencia de este embalse corresponde a la superficie bajo cota del canal matríz Corrales hasta el embalse Canelillo, más la zona baja del valle del río Illapel entre la ciudad del mismo nombre y la confluencia con el río Choapa, más el sector denominado de Las Comunidades.

Respecto de la Hidrología y debido a que el estero Camisas tiene una estación fluviométrica muy alterada en su confluencia con el río Choapa, las estadísticas de caudales medios mensuales afluentes al embalse se estimaron de la siguente manera:

- Se determinó el caudal medio anual (Qa) correspondiente al período 1950/51 - 1989/90 a partir de la precipitación media anual estimada del plano de isoyetas, a la que se le restó el déficit de escorrentía estimada por el método de Turc.

- Se calculó la estadística de caudales medios mensuales (Qm) a partir de estadísticas seleccionadas de la cuenca del río Petorca con régimen hidrológico similar (Q_{PAT}), considerando la misma distribución de caudales, es decir,

$$(Qm_i)_{est} = [(Qa)_{est\,x} / (Qa)_{PAT}] \times (Q\, m_i)_{PAT}$$

Los promedios de caudales mensuales calculados de esta manera se indican a continuación.(El detalle de estos datos se muestra en el Volumen Nº 4, cuadro 6.1.1-6 de esta consultoría):

Mes	Promedio (m^3/s)
Abril	0,025
Mayo	0,199
Junio	0,169
Julio	0,228
Agosto	0,473
Septiembre	0,209
Octubre	0,096
Noviembre	0,049
Diciembre	0,021
Enero	0,016
Febrero	0,016
Marzo	0,011
Qa	0,126

Respecto de la Geología en la zona de la Angostura, el valle fue labrado en las rocas intrusivas del Jurásico superior y Terciario inferior que forman el batolito característico de gran parte del área de los ríos Choapa e Illapel.

A fines del terciario y durante el cuaternario se han producido los depósitos fluviales y aluviales que han formado la actual geomorfología del valle.

La angostura en cuestión se caracteriza por tener ambos empotramientos formados por laderas de pendientes medias y de 100 m de altura la derecha y 270 m la izquierda, donde se observan abundantes afloramientos de la roca intrusiva, la que está alterada y fracturada en superficie, y en general cubierta por una delgada capa de depósitos cuaternarios característicos de escombros de falda.

El empotramiento derecho está formado por un cerrillo central que continúa hacia el flanco derecho con un portezuelo, el cual limita con la ladera del cerro que formaría el empotramiento propiamente tal si la presa tuviera una mayor altura a la del cerrillo.

El piso del valle en la angostura tiene un ancho del orden de 65 m y está cubierto por un depósito fluvial de ladera a ladera, que se estima de un espesor no superior a los 5 m.

La existencia de un paleocauce en la ribera derecha ha sido descartada.

La presa a construir contempla como empotramientos las laderas en roca de las riberas, y como apoyo basal, también la roca existente bajo el delgado depósito fluvial que en la actualidad cubre el fondo del valle. Lo anterior condiciona el diseño del muro a uno formado por materiales sueltos, ya sea zonificado con núcleo impermeable o en base a rellenos permeables con una pantalla de hormigón armado sobre el talud de aguas arriba.

Se debe considerar una cortina de inyección para la impermeabilización de la roca basal y de los empotramientos. También deben considerarse las respectivas inyecciones de consolidación de la roca, las que se colocarán en la zona de contacto con la barrera impermeable (presa de material suelto).

Con respecto de los yacimientos disponibles para la construcción de una presa de materiales sueltos, existen a no más de 6 km de la angostura, importantes depósitos fluviales de donde fácilmente se pueden obtener suelos granulares aptos para hacer rellenos permeables de buena calidad. Además, todos los materiales provenientes de las excavaciones en roca que deban

hacerse para construir las obras serían adecuados para materializar la ejecución de ese tipo de relleno. los mismos depósitos fluviales son adecuados para entregar los correspondientes agregados para el hormigón. En caso de decidir por una presa de enrocado, también es factible abrir una cantera especial para tales fines, adyacente al lugar de la obra.

En el área no se encontraron yacimientos de suelos finos aptos para hacer rellenos impermeables de buena calidad. En general las terrazas están formadas o por depósitos fluviales con escaso fino, o escombros y depósitos aluviales donde el fino abunda, pero es de caracter limoso y con un porcentaje importante de bloques de diferentes tamaños.

Considerando la disponibilidad de materiales para rellenos que existen en el área, y teniendo en cuenta las condiciones de fundación del muro y la topografía de la angostura, el tipo de presa mas adecuado es la de rellenos permeables con una pantalla de hormigón armado sobre el talud de aguas arriba.

En este caso también se estima mejor solución ésta que la gravitacional de hormigón, debido a que la angostura tiene un ancho suficiente como para colocar en forma expedita el suelo granular a usar como relleno. Además en forma relativamente simple se pueden colocar las obras de evacuación de crecidas en el portezuelo existente entre el cerrillo central y el cerro de la ribera derecha.

El correspondiente plinto estará fundado en roca en los empotramientos y en la base, lo que implicará el retiro del actual depósito fluvial existente en el cauce y la correspondiente limpieza de ladera.

Para la fundación del vertedero y de los muros que probablemente será necesario colocar para su confinamiento, se ha recomendado un escarpe de 4 m.

La pantalla de hormigón debrá tener un espesor de 0,30 m en su parte superior y 0,30 m * 0,003H en su parte inferior, en que H es la altura de la presa en m, y una armadura Φ 22 a 20 cm en ambas direcciones.

Este embalse presenta dos alternativas dependiendo de si se decide por el desarrollo del sistema de riego A o por el sistema de riego B.

Para el caso del Sistema de Riego A, la altura de la presa expresada como cota alcanza los 751 m y en el Sistema de Riego

B, la altura de la presa expresada como cota alcanza los 736,1 m s.n.m.

Los rellenos que forman la presa se harán con materiales provenientes de los depósitos fluviales adyacentes y de las excavaciones en roca que deberán hacerse para la construcción de las obras o de una cantera abierta para tales fines, los taludes exteriores del muro deberán tener inclinaciones de 1,5/1 (H/V), tanto por aguas arriba como por aguas abajo.

La cortina de inyección de impermeabilización debe tener una longitud igual a la carga de agua en el punto, con un mínimo de 15 m.

La inyección de consolidación debe colocarse bajo toda el área del plinto y debe tener una longitud mínima de 5 m

En la figura 6.1.1-10 (Volumen N° 4 de esta Consultoría), se muestra el perfil transversal del río en la angostura. Para el Sistema de Riego A, la disposición y características de estas obras se muestran en el plano denominado "Embalse Corrales. Sistema de Riego A. Presa de Enrocado con Pantalla de Hormigón" (643-10d2-2).

A continuación se entregan las características de este embalse:

Característica	Valor
- Capacidad potencial del vaso	> 100.000.000 m^3
- Caudal medio anual afluente	0,126 m^3/s
- Caudal afluente medio (meses: M, J, J, A)	0,267 m^3/s

Sistema de Riego A

- Presa Corrales Tipo: C.F.R.D.	H = 74,0 m
- Pretil Corrales Tipo: homogéneo	H = 12,0 m
- Vertedero evacuador de Crecidas Tipo: Vertedero lateral	Q = 593 m^3/s
- Obra de entrega a Riego	Q = 4,7 m^3/s

- Túnel de desviación — $Q = 105\ m^3/s$
  L = 287 m (TR = 20 años)

Sistema de Riego B

- Presa Corrales — H = 62 m
  Tipo: C.F.R.D.
- Vertedero evacuación de Crecidas — $Q = 593\ m^3/s$
  Tipo: lateral (TR = 1.000 años)
- Túnel de Desviación — $Q = 105\ m^3/s$
  L = 296 m (TR = 20 años)
- Obra de entrega a Riego — $Q = 2,9\ m^3/s$
- Embalse se alimentaría mediante acueducto nuevo con 1 sifón, un canal y un túnel para atravesar cerros entre esteros Quelén y Camisas
- Area estimada de riego con presa de ~ 68 m [4] — 2.900 ha
- Relación Ve/Vp = regular — 27,82
- Condiciones Geológicas y Geotécnicas favorables
- Desventajas:
  - Inundación de casas e infraestructura en la localidad de Corrales; especialmente para el caso del Sistema de Riego A y en menor grado para el caso del Sistema de Riego B.
  - Inundación de áreas cultivadas o cultivables, en mayor grado con el sistema de Riego A y en menor cantidad con el Sistema de Riego B.

---

[4] Finalmente, la altura de presa del embalse Corrales A es de 74,0 m. El volumen de regulación es V_R = 47,63 millones de m^3, el volumen total es V_T = 49,05 millones de m^3, el volumen muerto es V_M = 1,42 millones de m^3. Para el embalse Corrales B el volumen total es sólo de 28.200.000 m^3.

2.6.2 Acuíferos Existentes

En la cuenca del río Choapa se pueden distinguir 8 acuíferos. Algunos de mayor y otros de menor importancia relativa al conjunto.

En los acuíferos identificados se ha analizado:

- Características Geométricas: Basamento rocoso, espesor total, cortes hidrogeológicos.

- Características hidráulicas: Caudal específico, transmisividad, coeficiente de almacenamiento.

- Características de la Capa: Sentido de escurrimiento, profundidad de la napa, variación de la profundidad de la napa, calidad química.

- Funcionamiento del embalse subterráneo: Ingresos, salidas.

Existen 5 acuíferos en los cuales se ha podido realizar un análisis detallado incluyendo planos para algunas de sus características (basamento rocoso, profundidad de la napa, calidad química, isopiezas, espesor del relleno), estos corresponden a los acuíferos:

- Choapa: Cuncumén-Salamanca
- Choapa: Salamanca-Las Juntas
- Choapa: Mincha-Desembocadura
- Illapel
- Chalinga

Los restantes acuíferos se han analizado en base a los antecedentes disponibles, entre estos acuíferos se cuentan:

- Choapa: Las Juntas y Tunga Norte
- Estero Camisas
- Estero Canela

El análisis detallado de cada uno de los acuíferos se describe en el Volumen N° 2, Diagnóstico de la Situación Actual, Antecedentes Hidrogeológicos.

En el presente estudio, se modeló el acuífero de Choapa, Cuncumén-Salamanca, por ser el sector con mayor cantidad de antecedentes disponibles.

La ubicación física de los acuíferos se presenta en la Figura 6.1.2-1 (Volumen N° 4).

2.6.3 Obras de Drenaje

2.6.3.1 Identificación de las zonas con problemas de drenaje.

Como criterio de primera selección, suelos con problemas de drenaje se han considerado aquellos clasificados en las categorías: IIw, IIIw y IVw. Estos se caracterizan por ser arables con limitaciones de drenaje ligeras, moderadas y severas respectivamente.

- IIw Suelos que presentan algunas limitaciones que reducen las elecciones de cultivos o requieren moderadas prácticas de conservación. La limitación (w) es por humedad, corregible por drenaje, pero existiendo siempre como limitación moderada.

- IIIw Suelos que presentan moderadas limitaciones en su uso y restringen la elección de los cultivos. Tienen limitaciones que reducen la elección de plantas o requieren de prácticas especiales de conservación o de ambas.

  La limitación (w) puede ser debida ya sea a baja capacidad de retención de agua, humedad excesiva, o algún anegamiento continuo después de drenar naturalmente. También pueden presentar inundación frecuente acompañada de algún daño de los cultivos.

- IVw Los suelos de la clase IV presentan severas limitaciones de uso que restringen la elección de los cultivos. La limitación (w) por humedad puede ser por riesgos continuos de anegamiento después del drenaje.

Los suelos Vw y mayores por ser clasificados como no arables, no han sido analizados ya que presentan un interés agricola menor respecto a los anteriores.

A continuación se indica la ubicación de los sectores deficitarios de drenaje. En la parte inferior del valle existen suelos dentro de las categorías "con problemas de drenaje" en las láminas de suelo ubicadas en la desembocadura del río Choapa en el sector de Huentelauquén y aguas arriba de él en el sector de Mincha. En el sector Intermedio se han ubicado suelos con problemas de drenaje en 12 de 14 láminas (ortofotos Ciren). En el sector interior se han detectado estos suelos en 3 de 16 láminas.

A continuación se indica una clasificación de suelos con problemas de drenaje en las tres áreas de planificación del proyecto.

Area de Planificación	Láminas Existentes	Láminas con suelos IIw, IIIw o IVw
Costa	22	2
Intermedia	14	12
Interior	16	3

A continuación se entrega un detalle de la distribución de suelos con problemas de drenaje.

LAMINA	VALLE RIO	IIW	IIIW	IVW	TO TAL	AREA PLANI FIC.
1-9 Huentel.	Choapa		265,0		265,0	Costa
2-9 Mincha	Choapa		58,2		58,2	Costa
Salamanca	Choapa	17,6	68,9	11,1	97,6	Inter
Llimpo	Choapa	14,0	67,4		81,4	Inter
Choapa	Choapa		20,0		20,0	Media
Co.Pta.del Viento	Choapa		60,5		60,5	Media
Co.Piedra Amarilla	Choapa	12,5	43,0		55,5	Media
Q.El Manzano	Choapa		68,2	20,2	88,4	Media
El Tambo	Choapa	12,6	67,0		79,6	Media
Illapel	E. Auco	7,0	2,3		9,3	Media
El Tambo	Camisas	77,4	74,3		151,6	Media
Q. El Peumo	Camisas		4,0		4,0	Media
Llimpo	E.Quelén		20,6		20,6	Inter
Co. El Sauce	Illapel	10,8			10,8	Inter
Illapel	Illapel		8,4		8,4	Media
Cuzcúz	Illapel	31,0	4,3		35,3	Media
Huintil	Illapel		18,6		18,6	Media
Q.Chal Chal	Illapel	16,8	27,6		44,4	Media
C.Panulcillo	Illapel	32,9	12,2	11,4	56,5	Media
E.Limáhuida	Limáhuida		12,3		12,3	Media
TOTAL (ha)		232,6	902,7	47,1	1182,3	

Fuente: Volumen Nº 4 de la presente Consultoría.

Un análisis de la información anterior conduce a los siguientes resultados:

- El mayor número de hectáreas deficitarias se encuentra en los ríos Choapa (806 ha), Illapel (178 ha) y Estero Camisas (156 ha).

- El tipo de suelo deficitario de drenaje mas importante corresponde al IIIw (903 ha de un total de 1.182 ha).
- De acuerdo a ubicación en el área de Planificación Intermedia se encuentran 649 ha y área de Planificación Costa 323 ha con problemas de drenaje.

- Las principales áreas con problemas de drenaje se ubican en los sectores de Huentelauquén (265 ha), El Tambo (231 ha), Llimpo (102 ha), Salamanca (98 ha), El Manzano (88 ha), Co. Punta del Viento (61 ha) y Co. Panulcillo (56 ha).

- Una comparación del total de suelos deficitarios de drenaje (1.182 ha) con el área total regable del Proyecto Choapa (26.150 ha). Se tiene un porcentaje de solo 4,5 % de suelos con problemas de drenaje.

En la zona de estudio las áreas deficitarias se ubican preferentemente en las cercanías de un cauce mayor y sus deficiencias están generalmente asociadas a terrenos ubicados en zonas bajas, en las cercanías a los cauces donde se producen afloramientos de la napa subterránea.

2.6.3.2 Diseño de obras de drenaje

El diseño de las obras de drenaje, se considera debe consistir en una red de tubos perforados, enterrados en el terreno a una determinada profundidad, con un espaciamiento entre ellos que será función del tiempo máximo permitido de sumersión de las raíces y la profundidad a que se desee mantener deprimido el nivel freático. Dicha red de tuberías deberá entregar los volumenes drenados a una red mayor, ya sea en tubería o en canales. Posteriormente estos canales deberán tener la cota suficiente y la pendiente necesaria para vaciar a los cursos naturales existentes.

El diseño y estimación de costos se ha hecho a base de un predio tipo ubicado en el área de Planificación Intermedia en el valle del río Choapa en la confluencia del estero Camisas (figuras ubicadas en las páginas 6.1.3-19 y 6.1.3-20, del Volumen N° 4).

A continuación se entregan algunas características del predio tipo:

- Ubicación : Valle Choapa Intermedio, Quebrada el Manzano
- Superficie total: 50 ha.
- Superficie terreno IIIw y IVw: 33 ha.

Las obras y su dimensiones son:

OBRA	LONGITUD (m)	PROFUNDIDAD Base Sup	Base inf	DIAMETRO (mm)
Zanjas Recolectoras	6.800	0,6	0,4	1,6
Tubería de Drenaje	15.400	0,5	0,4	63,0
Zanjas para Drenes	15.400			1,3

Fuente: Volumen Nº 4 de ésta consultoría.

El valor de drenar un predio tipo, según los cálculos efectuados, es de alrededor de US$ 1.300 por ha.

2.6.4 Canales Matrices y Sifones

2.6.4.1 Análisis de mejoramiento de la infraestructura de riego existente. Aspectos generales.

De acuerdo a lo indicado en el capítulo concerniente a la infraestructura de riego existente, los canales del valle del río Choapa son pequeños, excavados en tierra, sin revestimientos ni obras de arte, con excepción de los cruces de camino y algunas compuertas de descargas y compuertas de entrega.

En todo el valle sólo existen 3 canales que superan los 1.000 l/s de capacidad y no más de 20 los 500 l/s.

En el mismo capítulo indicado más arriba, se llegó a la conclusión que la expansión del área regada bajo los canales existentes no implicaría un aumento importante en la capacidad actual de los canales por lo que no se requerirán trabajos de mejoramiento con este fin. Solo en aquellos canales que se

utilizarían dentro del esquema de obras nuevas, principalmente embalses, se requeriría su ampliación. Esto ocurre en el canal Choapa, cuyos mejoramientos se detallan, más adelante.

Los mejoramientos más importantes que requerirían los canales del valle del Choapa se relacionan con:

a) Bocatomas

Todas las bocatomas de carácter definitivo, con barrera en el cauce del río, han sido destruídas por crecidas de él por lo que no se estima conveniente la construcción de dichas obras para los canales existentes. Se estima más conveniente una dotación de maquinaria pesada para cada Junta de Vigilancia, para habilitar o reparar las obras de toma después de cada crecida de importancia.

b) Compuertas de Regulación y Aforadores

Con excepción de una parte importante de los canales del río Choapa que se encuentran aguas arriba del estero Limáhuida y unos pocos canales del río Illapel, ningún otro canal cuenta con dispositivos que permitan controlar los caudales captados.

Por esta razón se considera necesario dotar a todos los canales del valle con compuertas de regulación y aforadores con el fin de controlar el caudal extraído por cada uno de ellos. La regulación podría efectuarse con una compuerta frontal con tornillo y un vertedero lateral para evacuar el exceso de agua captada. La medición del caudal extraído podría efectuarse con un aforador de barrera triangular sin estrechamiento.

Estas obras deberán ubicarse de modo que no estén expuestas a las crecidas del río o bien construir a su alrededor obras de protección con gaviones.

c) Cruces de Quebradas

En la actualidad no existe prácticamente ninguna obra para el cruce de quebradas, siendo este el principal problema que enfrentan los canales del valle ya que deben sufrir, cuando éstas crecen, la rotura del canal o su embancamiento a veces en tramos bastante extensos; constituyendose en los puntos de mayor pérdida de caudal cercanas al 20 o 30 % y más en algunos casos.

Dado el pequeño tamaño de la mayoría de los canales, se estima que lo más conveniente es entubar el canal en esos sectores, permitiendo que la quebrada pase por encima libremente. Este entubamiento se complementaría con muros encauzadores para la

quebrada, los cuales pueden ser de albañilería de piedra o de hormigón. La longitud de estos entubamientos dependerá de la forma y caudal de crecida de cada quebrada.

d) Obras de entrega

En general, una parte importante de los canales poseen obras de entrega consistentes en su mayoría en compuertas metálicas o de madera, del tipo manual, de reducidas dimensiones. El resto de los canales efectúa sus entregas por tacos con el consiguente deterioro de los mismos.

Dado los pequeños caudales que llevan estos canales, no se estima necesario el uso de marcos partidores sino en casos muy especiales como ser separar dos sectores a turnos o entregas importantes dentro de canales de 300 l/s, lo que casi no existe ya que no hay grandes fundos en el área.

Para la mayoría de las entregas, se estima preferible el uso de compuertas similares a las existentes, es decir metálicas del tipo manual, con guías de perfiles metálicos "L" empotrados en hormigón. En los sectores con turnos, sería necesario colocar este mismo tipo de compuertas tanto en el saliente como en el pasante.

Complementario a estas entregas, se estima necesario ubicar aforadores en ciertos tramos del canal, especialmente en aquellos mayores de 200 l/s, los que pueden ser similares a los recomendados para el control en bocatoma.

e) Cruces de camino

En general existen obras para el cruce de caminos en prácticamente todos los canales. El tipo de obra utilizado depende más que nada de la calidad del camino, de tal forma que en los caminos principales y secundarios existen alcantarillas de hormigón o tubos ya sea de acero, corrugados o de cemento comprimido y sólo en caminos de tercer orden o bien en los interiores de los predios existen puentes hechos con troncos y tablones. Por todo esto, salvo situaciones muy puntuales, no se estima necesario mejorar los cruces de camino existentes.

f) Revestimientos

Por los antecedentes obtenidos en terreno no se estima necesario el revestimiento de canales salvo en casos muy puntuales, los cuales escapan al nivel de ésta consultoría.

g) Compuertas de descarga

Muy pocos canales tienen compuertas de descarga y solo para situaciones muy específicas, como el canal Población en la Quebrada Consuelo por tener en ese punto una situación muy inestable.

Se estima conveniente dotar de compuertas de descarga a todos aquellos canales que se desarrollan por laderas de cerro, al menos cada 5 km.

Estas compuertas pueden ser de tornillo, con una grada de bajada para asegurar la descarga, y ubicarse en las cercanías de un paso de quebrada.

2.6.4.2 Mejoramiento de Canales Matrices

Los mejoramientos que deberían efectuarse en aquellos canales existentes que serán utilizados para alimentar los embalses de regulación que se están proponiendo para la cuenca del río Choapa, como es el caso del canal Choapa, se detallan a continuación.

- Canal Choapa [5]

Este canal comenzó a construirse por la Dirección de Riego en 1968, paralizándose su construcción en 1976, cuando se habían construido 45 km. El tramo ejecutado llegó hasta el río Illapel, donde se debía construir un sifón para cruzarlo.

En el diseño del canal construido, se consideró que las aguas del embalse Las Astas, que consultaba la Dirección de Riego, se conducirían hasta el canal Choapa mediante un canal matriz de 5 m^3/s de capacidad y 7 km de longitud que atravesaría el río Choapa mediante un sifón de 800 m de longitud.

El canal Choapa, que tendría una capacidad de 4,5 m^3/s, captaría aguas directamente del río Choapa aprovechando las recuperaciones que se producen en la zona de Peralillo, lugar donde está ubicada su bocatoma.

---

[5] El canal Choapa tendrá distintos caudales de diseño ya sea que se trate del Sistema de Riego A o del Sistema de Riego B. También habrá diferencias de longitud en algunas de sus secciones.

La prolongación del canal Choapa en el Sistema de Riego A, después de cruzar el río Illapel, mediante un sifón de 1.360 m de longitud lleva el nombre canal Choapa 2ª Sección y tiene una longitud de 81,4 km y se construiría para 1,5 m^3/s de capacidad. Después del sifón en el río Illapel, sale un pequeño ramal de 7,7 km de longitud y 1,1 m^3/s de capacidad para cubrir un área de riego en las cercanías del pueblo de Illapel.

La construcción del canal Choapa abandonada hace casi 18 años ha sufrido la erosión y derrumbes propios de una obra inconclusa, existiendo en numerosas partes grandes embanques y deterioro de la cuneta construída. La única excepción son sus 2 primeros kilómetros, tramo en el cual el canal Choapa también debía conducir las aguas del canal Peralillo. Son los regantes de este último canal los que han mantenido en el canal Choapa una sección, pero solo que les permita conducir del orden de 400 l/s, ya que tiene derechos por 310 l/s desde el río Choapa. En otras palabras esta sección tampoco está habilitada para conducir los 4,5 m^3/s originales.

- Estado actual del canal: A continuación se describe la situación actual del canal Choapa.

  ▸ Bocatoma

  Este canal tenía proyectado una bocatoma lateral en el río Choapa, en su costado derecho, en una zona en que el río tiene un brazo. Este brazo se peraltaba mediante una barrera de hormigón de 18 m de largo y un espigón de defensa lateral la protegía desde el sur. Además tenía dos compuertas desripiadoras. Estas obras fueron destruídas por la crecida del año 1986 y actualmente, mediante una barrera de pata de cabra, el canal Peralillo, a través de la compuerta By-pass capta unos 400 l/s.

  ▸ Canal

  El canal escurre a tajo abierto hasta el km 0,977 donde tiene un tramo abovedado, cuadrado de 1,9 m y de 388 m de longitud.

  La sección original del canal en el tramo antes del abovedamiento era de 1,6 m de ancho basal y taludes 1/1, actualmente su ancho es del orden de 2,3 m y los taludes 1/2.

Entre los km 1.365 y 1.673 la sección del canal es de 2.30 ancho basal y los taludes 1/2, desde el kilómetro 1.673 al 1.970 la sección tiene un ancho basal de 1,6 m y taludes 1/1.

En el km 1.950 se efectúa la entrega al canal Molino.

Entre los km 1.970 y 2.150 el canal va abovedado con una sección cuadrada de 1,80 m. En este tramo el canal pasa bajo un camino vecinal y presenta un cierto embancamiento proveniente del agua que escurre cuando llueve.

Entre el km 2.150 al 2.425 escurre a tajo abierto con una sección de 1,60 m de ancho basal y taludes 1/1.

Entre los km 2.425 y 2,470 vuelve a estár abovedado, con dimensiones similares a la anterior, para cruzar otro camino vecinal. Este sector también presenta embanques.

Entre el km 2.470 y el km 6.483 el canal mantiene la sección de 1.6 m de ancho basal y taludes 1/1, presenta fuertes embanques sobre todo en los pasos de quebradas o donde hay algunas obras de arte.

En el km 2.600 existe una sección de control revestida de hormigón.

En los km 3.100 y 3.500 existen puentes de hormigón armado para el cruce de caminos vecinales.

El km 3.900 tiene una compuerta de descarga que no podría usarse porque el fondo de la quebrada está más alto que el fondo del canal.

El tramo entre el km 6.483 y 6.816 corresponde a un sifón de 333 m de largo de 1 m de diámetro que solo tendría capacidad para 1,5 m^3/s, con un máximo de 2 m^3/s. Con este sifón el canal cruza las quebradas Romeral y Los Quillayes. Este sifón fija una gran limitante a la capacidad fijada al canal Choapa de 4,5 m^3/s.

Desde el km 6.816 hasta el sifón Illapel en el km 45.000, el canal se encuentra en general embancado, con piedras de gran tamaño en su interior, producto del derrumbe desde las laderas.

No existen en este tramo obras de arte de importancia y se tiene la posibilidad de mediante trabajos de reparación y adecuación volver a dejarlo en condiciones operativas para

el escurrimiento de los 4,5 m^3/s de su diseño original. Sin embargo deberá considerarse el revestimiento en algunos sectores donde la roca se presenta muy fracturada.

La adecuación del canal para devolverle su capacidad de diseño requeriría remover todo el material que se encuentra en su interior, lo cual se estima que sería del orden de 45.000 m^3 de material suelto o de baja compactación.

El trazado de este canal se muestra en el plano denominado "Canal Choapa 1ª Sección. Sistema de Riego B y Canal Choapa - Illapel. Sistemas de Riego A y B" (643-24d2-3).

Desde el punto de la cámara de salida del sifón Choapa Illapel (km 45),se construiría el canal Choapa-Illapel.

Este canal se remontaría por la ribera derecha del valle del río Illapel hasta la ciudad del mismo nombre y permitiría regar toda la parte del valle ubicada aguas abajo de esta ciudad. El canal tendría una longitud de 7,7 km y un caudal de diseño de 1,1 m^3/s. El canal estaría excavado en tierra y tendría una sección trapecial de taludes 1/1, con un ancho basa 1,0 m. La pendiente sería i = 0,005. La construcción de esta obra no presentaría problemas geotécnicos.

También a continuación de la cámara de salida del sifón Choapa - Illapel se iniciaría el canal Choapa 2ª Sección. Esta obra tendría una longitud de 81,4 km y estaría diseñada para un caudal de 1,5 m^3/s con pendiente i = 0,0005. Tendría algunos tramos excavados en roca y su sección trapecial con taludes 1/3. Su ancho basal sería 1,5 m. Otros tramos serían excavados en tierra, con sección trapecial, taludes 1/1 y ancho basal de 1,1 m. Su construcción no presentaría problemas geotécnicos. Este canal termina en la Quebrada Agua Fría. Previamente atraviesa la Quebrada Atelcura mediante un sifón prácticamente sin carga, o sea a nivel del lecho.

En el Sistema de Riego B, los canales Choapa 1ª Sección y Choapa 2ª Sección tendrían el mismo trazado que en el Sistema de Riego A, pero el canal Choapa 1ª Sección se iniciaría en la obra de entrega del embalse Cerrillos.

El Canal Choapa 1ª Sección debería ampliarse para transportar 12,5 m^3/s y la pendiente sería de i =0,0005. Los tramos excavados en roca serían de sección trapecial con taludes 1/3 y ancho basal de 3,3 m y los tramos

excavados en tierra serían de sección trapecial con taludes 1/1 y ancho basal de 2,4 m.

El canal Choapa 2ª Sección constaría de dos tramos, en el primer tramo tendría un caudal de diseño de 9,4 m^3/s y pendiente de i = 0,0005. Los tramos excavados en roca serían de sección trapecial con taludes 1/3 y ancho basal de 2,9 m y los tramos excavados en tierra serían de sección trapecial con taludes 1/1 y ancho basal de 2,1 m.

El segundo tramo de este canal tendría un caudal de diseño de 2,0 m^3/s y una pendiente de i = 0,0005. Las excavaciones en roca serían trapeciales con taludes 1/3 y ancho basal de 1,6 m y las excavaciones en tierra tendrían taludes 1/1 y ancho basal de 1,2 m.

2.6.4.3 Obras complementarias al sistema de riego existente. Acueductos alimentadores de embalses y nuevos canales matrices.

Se entiende por complemento al sistema de riego existente al conjunto de obras de conducción complementarias que permitan regar el área del proyecto en conjunto con las obras de conducción existentes y las obras de regulación seleccionadas. Esto implica utilizar al máximo posible la capacidad existente en su estado actual y/o adaptándola a las nuevas exigencias.

a) Acueductos alimentadores de embalses

Los embalses Canelillo y Cerrillos no requieren canal alimentador pues sus presas se encuentran ubicadas en el curso del río Choapa, siendo el recurso suficiente.

El embalse Corrales ubicado sobre el estero Camisas y que tampoco dispone de una cuenca afluente de magnitud, utilizaría los excedentes de invierno del río Choapa aguas arriba de su confluencia con el estero Quelén. Estos caudales serían captados y conducidos mediante un canal nuevo que se denominará alimentador Corrales cuya captación se ubicaría unos 6 km aguas arriba de la confluencia con el estero Quelén. Posteriormente serían trasvasados a la cuenca del estero Camisas mediante un túnel de sección mínima y de 5,5 km de longitud. La capacidad de este canal ha sido definida en función de los caudales existentes en el río Choapa, la capacidad del posible embalse Corrales y las potenciales zonas a ser regadas.

b) Nuevos Canales Matrices

Los sistemas de riego requerirán de nuevos canales matrices. Estos se originan en los respectivos embalses y son los siguentes:

- Canales Matrices de Riego desde el Embalse Canelillo: Para extraer el volumen almacenado en el embalse Canelillo, se ha diseñado el canal Canelillo, cuyas características son las siguientes:

  Partiría a la cota 194.5 m.snm por la ribera derecha del río Choapa y permitiría regar algunos sectores denominados del área de Canela, en el cual se encuentran las Comunidades, el área de Choapa Costa y la mayor parte de los interfluvios costeros. Este canal cruzaría el río Illapel mediante un sifón de unos 130 m de longitud y la quebrada Atelcura mediante un sifón de 390 m de largo. Parte de las Comunidades podrían ser regadas con bombeo desde este canal. Este canal tendría una longitud de 48,1 km y un caudal de diseño de 9,1 m^3/s. Partes serían excavadas en roca, con sección trapecial, taludes 1/3, ancho basal de 2,8 m. Otras secciones serían excavadas en tierra con una sección trapecial de taludes 1/1 y un ancho basal de 2,2 m.

  Para regar los interfluvios costeros ubicados al norte del río Choapa se construiría el Canal Costero Norte, el cual recibiría aguas del Canelillo. Este canal tendría una longitud de 30,7 km con un caudal de diseño de 4,7 m^3/s. La sección sería trapecial de taludes 1/3 y ancho basal 2,4 m. El canal se construiría con secciones excavadas en roca y secciones excavadas en tierra. Atravesaría el estero La Canela mediante el sifón Canela con una longitud de 460 m.

  Para regar las zonas ubicadas en la ribera izquierda del río Choapa se construiría un canal derivado que se denominaría Canal Costero Sur, el que cruzaría dicho río mediante el sifón Mincha y que continuaría regando algunos sectores denominados del área de Canela, el sector Choapa Costa y los interfluvios costeros ubicados al sur del río Choapa. Este canal cruzaría el estero Millahue mediante el sifón homónimo. Este canal tendría una longitud de 26,5 km y estaría diseñado para un caudal de 2,1 m^3/s. Algunos tramos estarían construídos en roca; la sección sería trapecial con taludes 1/3 y ancho basal 1,7 m.

- Canales Matrices de Riego desde el embalse Cerrillos:
Desde el Embalse Cerrillos, se alimentaría al canal Choapa existente siendo necesario efectuar una impulsión de alrededor de 25 m cuando el embalse se encuentre en el nivel mínimo; pero no necesitaría impulsión cuando el nivel del embalse se encuentre sobre la cota del canal Choapa. Este canal Choapa cruzaría el río Illapel, hasta donde se encuentra construído, mediante un sifón, y continuaría hacia la costa bordeando el valle del río Choapa por su ribera derecha. El tramo de este canal ubicado después del cruce del río Illapel no ha sido construido por lo que en este proyecto se incluye su diseño preliminar. Este canal debe cruzar el estero Atelcura mediante un sifón.

  Para regar algunos sectores denominados del área de Canela ubicados al sur del río Choapa, el sector de Choapa Costa y los interfluvios costeros se derivaría del canal Choapa un caudal a lo largo de la quebrada Jorquera y que se captaría más abajo, mediante una bocatoma, por el canal Mincha. Este canal tiene un diseño para 7,4 m^3/s, con una longitud de 16,3 km. Sería excavado parcialmente en roca con sección trapecial de taludes 1/3 y ancho basal de 2,6 m. Las secciones de tierra tendrían sección trapecial con taludes 1/1 y un ancho de 2,0 m. Las pendientes serían i = 0,0005.

  Desde este último canal, se derivaría el canal Costero Sur que atravesaría el río Choapa por el sifón Mincha y que le permitiría regar las áreas de Canela ubicadas al sur del río Choapa, el sector de Choapa Costa y los interfluvios costeros ubicados también al sur de este río. Para regar los sectores de Choapa Costa e interfluvios costeros ubicados al norte del río Choapa se derivaría desde el canal Mincha un canal que se denominaría canal Costero Norte.

  También desde el embalse Cerrillos se regaría la zona del río Choapa Medio comprendida entre la presa Cerrillos y la confluencia del río Illapel, para ello se utilizarían los canales Pintacura existentes.

- Canales Matrices de Riego desde el embalse Corrales:
Desde el embalse Corrales, se proyectaría un canal que se denominaría Canal Matriz Corrales, que partiría desde la cota 696,5 m s.n.m. por la ribera derecha del estero Camisas y que permitiría regar la zona del río Choapa Medio próxima a la confluencia de los ríos Choapa y Chalinga. Este canal podría cruzar el río Choapa mediante

un sifón que se ubicaría en la angostura del río que existe unos 4 km aguas arriba de Salamanca. El canal continuaría por la ribera derecha del valle del río Choapa y se remontaría por la ribera izquierda del valle del río Chalinga pudiendo regar hasta la cota aproximada de 650 m s.n.m.

Mediante este canal se entregaría aguas al canal Buzeta en la vecindad del sifón Camisas para aumentar la seguridad del riego de los sectores abastecidos con este canal, aguas abajo del sifón citado.

Por otra parte, para el caso del Sistema de Riego A también se derivan aguas hacia el río Choapa para ser captadas luego por el canal Choapa 1ª Sección.

- Subsistema Canela:

El proyecto suplementario para la zona de Canela consiste en la extensión del canal Choapa, desde el estero Agua Fría, que es donde finaliza el Proyecto Integral, hasta hacerlo terminar en el estero Canela aproximadamente a la cota 245 m.snm. A este tramo suplementario que tiene una longitud de 53,6 km, se le denominó Canal Choapa-Canela. La superficie que se podría incorporar al riego con 85 % de seguridad con este proyecto suplementario son 410 ha, las que pueden llegar a 580 ha si además, se riegan mediante elevaciones mecánicas, varias pequeñas terrazas altas vecinas al trazado del Canal Choapa-Canela.

La implementación de este subsistema hace necesario contar con una estación de bombeo que lleve el agua a presión mediante ductos, hasta la cota 345 m s.n.m. (Canela Alta).

2.6.5 Caminos de acceso

2.6.5.1 Embalse Canelillo

Para llegar a la zona de la presa se parte de la ciudad de Illapel, que es la ciudad más cercana, y luego de recorrer un camino pavimentado de aproximadamente 7 km de longitud por la ribera derecha del río del mismo nombre se llega al puente "Confluencia" (ríos Illapel y Choapa). Cruzando este puente se continúa por un camino de tierra en buen estado hacia el sur, bordeando la ribera izquierda del río Choapa. Luego de recorrer 1 km de camino, se llega a la Angostura Canelillo

2.6.5.2 Embalse Cerrillos

Para llegar a la zona de la presa se parte de la ciudad de Illapel y luego de recorrer un camino pavimentado de 7 km de longitud se llega al puente "Confluencia". Se continúa por el camino que va a Los Vilos que es asfaltado, y luego de recorrer aproximadamente 6,5 km hacia el sur, se toma el desvío a Salamanca, que corresponde a un camino de tierra de 14,5 km de longitud hasta la zona del embalse

2.6.5.3 Embalse Corrales

Para llegar a la zona de la presa se parte de la ciudad de Salamanca, se cruza el río Choapa, y luego de recorrer un camino de tierra en buen estado de aproximadamente 6 km de longitud bordeando la ribera izquierda del río Choapa hacia el sur-poniente, se llega al estero Camisas. A continuación se remonta este estero hasta la zona del embalse. Este es un camino de tierra en buen estado que va por la ribera izquierda del estero Camisas, y tiene una longitud aproximada de 19,2 km hasta la zona de la angostura.

2.6.6 Otros usos de las Obras

2.6.6.1 Central Canelillo

Con el fin de obtener un beneficio adicional al de la construcción del embalse Canelillo, se ha considerado la posibilidad de instalar una central hidroeléctrica ubicada al pie de la presa y que utilice como aducción las mismas obras que se requieren para la entrega del agua de riego con las mínimas modificaciones para tal efecto. La capacidad de generación de la central se verá condicionada por las demandas de riego y las variaciones de nivel en el embalse.

Los parámetros de diseño de la central son los siguentes:

Q diseño	=	8,70 m^3/s
Altura bruta	=	27,20 m
Altura de diseño	=	24,00 m
Potencia de la central	=	1,78 MW
Diámero tubería forzada D	=	1,60 m

Se utilizaría una turbina Francis de eje horizontal de 1842 KW.

La central Canelillo tendría un factor de planta cercano a 0,4 lo que implica una baja utilización de la inversión hecha en la central, haciendo esta obra poco rentable.

2.7 MARCO DE REFERENCIA LEGAL Y ADMINISTRATIVO

En este punto se especifican los aspectos legales y administrativos que están asociados a los distintos aspectos del Proyecto Choapa, especialmente en relación al cumplimiento de normas y obtención de permisos en las diferentes etapas del mismo.

2.7.1 Marco general para proyectos de riego

La construcción de un proyecto de regadío de las dimensiones del proyecto integral de regadío Choapa en Chile exige, de acuerdo a la legislación vigente, la tramitación de autorizaciones obligatorias referentes al derecho de aprovechamiento de las aguas utilizadas y al permiso de construcción de las obras hidráulicas. Estos permisos son otorgados mediante resoluciones de la Dirección General de Aguas (en adelante DGA) del Ministerio de Obras públicas, las cuales se rigen según las normas establecidas en el Código de Aguas.

Las solicitudes de derechos de agua, se rigen de acuerdo a lo indicado en los artículos comprendidos entre el número 130 y el 157 del Libro Segundo (de los procedimientos) del Código de Aguas. Se debe especificar el lugar de captación y de eventual retorno al cauce del caudal por utilizar, la magnitud de éste y el uso, de ejercicio permanente o eventual, consuntivo o no consuntivo, continuo o discontinuo, que se piensa hacer de él, de acuerdo al artículo N° 140.

Si el derecho es otorgado, el solicitante, para poder construir las obras, deberá proporcionar los antecedentes necesarios, que permitan asegurar que las obras no afectarán a otros usuarios y que no se producirá contaminación de las aguas utilizadas. Cumplidos estos requisitos, la DGA otorgará el permiso de construcción de las obras conforme a los artículos comprendidos entre el N° 294 y el N° 297 del Libro Tercero de Código de Aguas.

En las obras se comprenden: obras de toma; embalses, canales, túneles y obras de entrega.

Si los terrenos donde se encuentra el recurso hídrico o los terrenos donde se pretende construir obras del proyecto no pertenecen al solicitante o este no tiene acceso por interponerse otros terrenos que no son de su propiedad, podrá solicitar a las autoridades competentes las servidumbres necesarias para el acceso y/o construcción de obras en ellos. El favorecido con los permisos deberá indemnizar a los dueños

de los terrenos por todos los perjuicios que pueda ocasionarles su intromisión.

2.7.2 Norma chilena oficial N° 1333, requisitos de calidad de agua para diferentes usos (incluye riego)

Esta norma fija un criterio de calidad de agua de acuerdo a requerimientos científicos referidos a aspectos físicos, químicos y biológicos, según el uso determinado; en este caso riego.

El propósito de estos criterios en calidad de aguas para riego es proteger y preservar la calidad de las aguas que se destinan a este uso específico, de la degradación producida por la contaminación con residuos de cualquier tipo u origen. De esta manera el vaciamiento de residuos contaminantes a masas o cursos de agua, deberá ajustarse a los requerimientos de calidad especificados para el uso en riego, teniendo en cuenta la capacidad de autopurificación y dilución del cuerpo de agua receptor, de acuerdo a estudios que efectúe la autoridad competente en cada caso en particular.

Conjuntamente con la norma 1333 deberán tomarse en cuenta para el proyecto las normas chilenas oficiales:

- 409/1 y 2 de Agua potable
- 1620/1 y 2 Determinación de bacterias coliformes totales

Serán aplicables en el caso del proyecto integral de riego Choapa también los proyectos de normas:

- NCh410.cR93 Calidad del agua - Vocabulario,
- NCh411/1.c94 Calidad del agua - Muestreo - Parte 1: Guía para el diseño de programas de muestreo,
- NCh411/2.c94 Calidad del agua - Muestreo - Parte 2: Guía sobre técnicas de muestreo,
- NCh411/3.c94 Calidad del agua - Muestreo - Parte 3: Guía sobre la preservación y manejo de las muestras.

2.7.3 Ley de bases del medio ambiente (ley 19.300)

La ley 19.300 o ley marco del medio ambiente ha entrado en vigencia solo a partir del 9 de marzo de 1994, fecha de su publicación en el Diario Oficial de la República de Chile. Este instrumento legal establece como uno entre varios instrumentos de gestión ambiental la aplicación a determinados tipos de proyectos de inversión un estudio de Evaluación de Impacto

Ambiental (EIA), el cual es aplicable en forma previa al inicio de proyectos del sector público y privado.

En la perspectiva del estudio integral de riego Choapa resulta importante mencionar las secciones de la ley que tienen mayor relevancia para su desarrollo:

- Disposiciones General
  Artículo 1° completo; Artículo 2° completo

- Título II, De los instrumentos de Gestión Ambiental. Párrafo 2°, del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental:
  Artículos 8°, 9° completos. Artículo 10°; letras a, b. Artículo 11°; letras c, e. Artículo 12°, completo. Artículos 13°, 15°, 16°, 17°, 18°, 19°, 20°, 21°, 22°, 23°, 24°, 25° completos.

- Título II, De los instrumentos de Gestión Ambiental. Párrafo 3°, De la participación de la Comunidad en el Procedimiento de Evaluación de Impacto Ambiental: Artículos 26°, 27°, 28°, 29°, 30°, 31° completos Párrafo 4° De las normas de calidad ambiental y de la Preservación de la Naturaleza y Conservación del Patrimonio Ambiental. Art. 32°, 33°, 34°, 35°, 36°, 37°, 38°, 39°, completos. Párrafo 5°, de las Normas de Emisión. Art. 40° completo. Párrafo 6°, De los Planes de Manejo, Prevención o Descontaminación. Art. 41°, 42°, completos. Párrafo 7°, Del Procedimiento de Reclamo. Art. 49°, completo.

- Título III, De la Responsabilidad por Daño Ambiental.Artículos 51° al 59° completos. Párrafo 2°, Del Procedimiento. Art. 60 al 63 completos.
- Título IV, De la Fiscalización. Artículos 65°,completo.
- Título V, Del Fondo de Protección Ambiental. Art. 66°, 67°, 68°.

- Artículos transitorios: 1° completo.

Dado que la ley de bases del medio ambiente carece actualmente de un reglamento para su aplicación, se opta por seguir el instructivo presidencial del 30 de Septiembre de 1993. Este instructivo se denomina: "Pauta para la evaluación del impacto ambiental de proyectos de inversión". Este documento tiene por objeto:...."preparar y organizar al sector público para la evaluación ambiental de los actuales proyectos en la perspectiva de lo que dictamina la ley. Establecer un sistema homogéneo que uniforme procedimientos y criterios, por los cuales se regirán las autoridades públicas cuando requieran solicitar estudios de impacto ambiental"....

En este instructivo se especifican los contenidos mínimos para la realización de estudios de evaluación de impacto ambiental, sobre la base de los cuales la Comisión Regional de Medio Ambiente (COREMA) deberá definir los términos de referencia específicos para cada proyecto.

Este instructivo tendrá vigencia hasta que se promulgue el reglamento de la ley 19.300.

2.7.4 Otras normativas

En este numeral se hace referencia a normativas y/o reglamentos dentro de la legalidad vigente las cuales pueden potencialmente ser aplicables a las actividades del proyecto.

Dado que el proyecto presenta embalses entre sus elementos y potencialmente puede extender su área de influencia física hasta el estuario del río Choapa, se hace referencia a:

- Ley de navegación y a la resolución Ordinario N°12.600/550 del 21 de Agosto de 1987 que aprueba el Programa Mínimo de Evaluación de Impacto Ambiental, a cumplir por los actuales o potenciales usuarios del litoral bajo juridicción de la Dirección General del Territorio Marítimo y Marina Mercante (D. G. T. M. y M. M.).

- Directiva Ordinario 0-22/007 de la D.G.T.M. y M.M. Instructivo sobre medidas de control de las pisciculturas información sobre las caracterísiticas del cultivo de peces enjaulados y sus consecuencias contaminantes para el medio ambiente acuático.

También deberán considerarse las normas sobre caza y pesca incorporadas en los códigos Civil de 1855 y Penal de 1874. La Ley de Caza de 1929 y la Ley de Pesca de 1931. La ley N° 17.288 de 1970 sobre Monumentos Nacionales.

A continuación se ha resumido la legislación vigente relacionada con el proyecto, las cuales deberán tomarse en cuenta en las etapas posteriores de la proposición:

Año	Disposición legal	Organismo Responsable
06.11.1925	Decreto Ley N° 656 Art. 1°, 2°, 3° Consideración de terrenos forestales	Ministerio de Tierras y Colonización
30.07.1931	Decreto Supremo N°4363 Art. 5°, 16° Ley de Bosques	Ministerio de Tierras y Colonización
30.08.1932	Código Minería Art. 17° Explotación minera	Ministerio de Justicia
24.11.1937	Decreto Supremo N° 2374 Cuencas hidrográficas forestales	Ministerio de Bienes Nacionales
14.06.1941	Decreto Supremo N° 1340 Reglamento en naves y litoral de la República	Ministerio de Justicia
16.12.1953	Ley N° 11.402 Art. 1°, 3° Defensa de riberas y cauces	Ministerio de Tierras y Colonización
06.04.1960	D.F.L. 340 Concesiones marítimas	Ministerio de Justicia
17.11.1962	Ley N° 15.020 Art. 55°, 56° Distritos de conservación de suelos, bosques y aguas	Ministerio de Agricultura
14.12.1962	Ley N°15.066 Art. 17° Modifica Ley de Bosques	Ministerio de Agricultura

09.11.1964	Ley N° 15.840 Cuencas Hidrográficas	Ministerio de Obras Públicas
24.11.1966	Ley N° 16.582 Art. 16° Atribuciones de la Dirección General de Obras Públicas	Ministerio de Obras Públicas
28.07.1967	Ley N° 16.640 Art. 94°, 97°, 98° Reforma agraria: régimen de aguas	Ministerio de Agricul- tura
26.01.1968	Decreto Supremo N° 44 Art. 3° Reglamento orgánico del SAG	Ministerio de Agricul- tura
31.01.1968	D,F.L. N° 725 Art. 73°, 74° Código sobre higiene y seguridad del ambiente	Ministerio de Justicia
19.12.1969	Decreto Supremo N° 735 Art. 12° Reglamento de servicios de aguas para consumo humano	Ministerio de Obras Públicas
14.08.1972	Ley N° 17.699 Parques Nacionales y Reservas forestales	Ministerio de Tierras y Colonización
08.04.1974	Decreto Ley N° 400 Art. 2°, 28° Modifica Ley de bosques	Ministerio de Agricul- tura
03.08.1974	Decreto Supremo N° 146 Art. 1°, 4° Areas de protección	Ministerio de Agricul- tura

16.12.1974	Decreto Supremo N° 295 Prohibe corta de árboles en pre y cordillera andina	Ministerio de Agricultura
10.11.1977	Decreto Ley N°1939 Art. 13°, 15°, 21° Defensa del equilibrio ecológico	Ministerio de Tierras y Colonización
13.04.1978	Decreto Supremo N° 458 Art.6° Supervigilancia de bienes nacionales de uso público	Ministerio de Vivienda y Urbanismo
21.05.1978	Decreto Ley N° 2222 Ley de navegación	Ministerio de Justicia
03.04.1979	Decreto Ley N° 2565 Art. 2° Plan de manejo	Ministerio de Agricultura
24.10.1980	Decreto Supremo N° 1150 Conservación del patrimonio natural	Constitución Política
29.10.1981	D.F.L. N° 1120 Código de aguas	Ministerio de Justicia
18.02.1982	Decreto Supremo N° 2203 letra f) Definición de medio ambiente	Ministerio del Interior
11.06.1982	Ley N° 18.129 Alteración en recursos fomento y reconstrucción hidrobiológicos	Ministerio de Economía
05.08.1983	Decreto Supremo N° 408 Dirección general de aguas	Ministerio de Justicia

14.10.1983	Ley N° 18.248 Art. 17°, 111° Uso de aguas en explotación minera	Ministerio de Justicia
19.10.1984	Ley N° 18.348 Art. 3°, 4° Creación de la corporación nacional forestal	Ministerio de Agricultura
27.12.1984	Ley N° 18.368 Creación del sistema nacional de áreas protegidas del estado	Ministerio de Agricultura
29.12.1984	Ley N° 18.378 Programas de conservación	Ministerio de Agricultura
20.05.1985	Decreto Ley N° 294 Art. 3°, 13°, 91°, 92°, 96°, 97° Atribuciones de la Dirección General de Obras Públicas	Ministerio de Obras Públicas
24.02.1990	Ley N° 18.959 Modifica Decreto Supremo N° 4363 de 1931 Ley de Bosques	Ministerio de Hacienda
18.11.1992	Decreto Supremo N°1 Art. 1° 17°, 36°, 99° 141°, 142°, 157° Reglamento para el control de la contaminación acuática	Ministerio de Defensa Nacional

2.7.5 Flora y Fauna

Al respecto, la legislación vigente contempla la protección de los siguientes niveles, unidades o componenentes ecológicos:

- Areas silvestres protegidas del estado
- Areas de protección
- Especies protegidas

El Sistema Nacional de Areas Silvestres Protegidas del Estado (SNASPE), fue establecido por la Ley 18.362, publicada en el Diario Oficial del 27 de Diciembre de 1984. Dicho Sistema contempla cuatro categorías legales:

- Parque Nacional
- Reserva Nacional
- Monumento natural
- Reserva de Región Virgen

De ellas, las tres primeras están representadas en la IV Región, a través del Parque Nacional Fray Jorge, de La Reserva Nacional Las Chinchillas, y del Monumento natural Pichasca; si bien sus respectivas disposiciones reglamentarias no afectan al Proyecto Choapa, dada la ubicación de las tres unidades de protección. El PN Fray Jorge se sitúa en la Cuenca del Limarí y Provincia homónima y en la Comuna de Ovalle. La RN Las Chinchillas si bien está situada en la Cuenca del Choapa , su posición en el extremo norte de la Provincia de Illapel la deja fuera del área de intervención del Proyecto. El Monumento Natural Pichasca se encuentra ubicado en la provincia de Limarí en el río Hurtado.

La Ley 15.020 publicada en el Diario Oficial del 17 de Noviembre de 1962, en su artículo 56, dispone que "el Presidente de la República, previo informe de la Dirección de Turismo, podrá decretar a través del Min. de Agricultura, la prohibición de cortar árboles situados hasta 100 m de las carreteras públicas y de las orillas de ríos y lagos que sean bienes nacionales de uso público, como también en quebradas u otras áreas no suceptibles de aprovechamiento agrícola o ganadero, cuando así lo requiera la conservación de la riqueza turística. Decretada dicha prohibición, solamente podrán explotarse árboles en la forma y condiciones que señale el Ministerio de Agricultura".

La superficies afectadas por Decretos dictados en virtud del artículo 56 de la Ley 15.020, se conocen como "Areas de protección".

La Ley de Bosques, en diversos artículos, contempla restricciones para la protección de la flora, vegetación y suelos. Así, el Decreto supremo 4363 del Min. de Tierras y Colonización, prohíbe en su Art. 5° , la corta o destrucción de 3 clases de bosques de protección de suelos y aguas formados por:

- árboles y arbustos nativos, situados a menos de 400 m sobre los manantiales que nacen en los cerros y los situados a menos de 200 m de sus orillas, desde el nacimiento de la vertiente hasta el plano.

- arbolado, situado a menos de 200 m de radio de los manantiales que nacen en terrenos planos no regados, y

- árboles, existentes en cerros desde la medianía de su falda hasta la cima.

Esta prohibición no es absoluta ya que se puede solicitar se restrinja su extensión, reglamentándose su explotación ordenada.

El Decreto Ley 701 de 1974, sobre Fomento Forestal, en sus art. 21 y 22 y en la definición del Plan de Manejo, del art. 2, establece que "nadie en Chile puede puede cortar o explotar un bosque si no tiene aprobado previamente un plan de Manejo"; este Plan está definido en dicha Ley como el "plan que regula el uso y aprovechamiento racional de los recursos naturales renovables de un terreno determinado, con el fin de obtener el máximo beneficio de ellos, asegurando al mismo tiempo la conservación, mejoramiento y acrecentamiento de dichos recursos". Son importantes de considerar también:

- Su reglamento general

- Reglamento sobre uso de fuego para fines agrícolas
  Ambos dictados en 1980.

A lo anterior habría que agregar la disposición,contenida en la misma Ley, que "obliga a aquel que corta o explota, a reforestar o recuperar una superficie de terreno igual, a lo menos, a la cortada o explotada en las condiciones contempladas en el plan de manejo".

En la Ley de Bosques existen diversos decretos reglamentarios dirigidos a la protección de especies de árboles y arbustos nativos, entre los que cabe mencionar el D.S. 366 publicado en el Diario Oficial del 17 de feberero de 1944 y que proteje al quillay, tamarugo, chañar, guayacán, olivillo, carbonillo, espino, boldo, maitén, litre y bollén, la mayoría de los cuales

se encuentran citados en las diferentes áreas de intervención del Proyecto Choapa.

Cabe citar también el D.S. 2.374, de 1937 sobre "Bosques de Hoyas Hidrográficas", directamente relacionado con ciertas áreas del Proyecto, como por ejemplo en el Embalse Cerrillos y las plantaciones de Eucalyptus en la caja del Choapa.

2.7.6 Tratados sobre medio ambiente suscritos por Chile

De los convenios y tratados internacionales de relevancia ambiental suscritos por Chile se nombran a continuación algunos que son relevantes para el proyecto:

- Convención para la Protección de la Flora, la Fauna y las Bellezas Escénicas Naturales de América, acordada en Wahington en 1940.
- Convención para la Protección del Patrimonio Mundial Cultural y Natural adoptada, a fines de 1972 por la Conferencia General de la Unesco.
- Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Flora y Fauna Silvestres, suscrito en Washington en 1973.
- Convenio sobre la conservación de Especies Migratorias de la Fauna Salvaje, suscrito en Alemania en 1979.
- Convención sobre Zonas húmedas de Importancia Internacional, especialmente como hábitat de las Aves Acuáticas, adoptada en Ramsar, Irán. 1980.
- La Conferencia de Estocolmo 1982.
- La Conferencia de Rio de Janeiro 1992 y la Agenda 21.

2.8 TIPOS DE INSUMOS Y DESECHOS

2.8.1 Insumos

La etapa de construcción de las obras del proyecto contemplan la utilización de diversas materias primas e insumos como fuente de abastecimiento para las faenas y de las obras de infraestructura asociadas. Se entiende por insumos del proyecto a todo lo que sea demandado para la construcción de las obras, sean estos materias primas para la construcción, necesidad de agua potable para las instalaciones de infraestructura, fuentes de energía etc.

En el cuadro N° 6.5-3 se entrega un listado general de los principales insumos para la construcción de las principales obras del proyecto. Estas incluyen presas de embalses e infraestructura conexa, canales, sifones túneles y bocatomas.

Cuadro N° 6.5-3 Insumos para la fase de construcción de las principales obras del proyecto integral de riego Choapa, IV Región. (Adaptado de Ingendesa, 1993)

Obras /	Descripción de Insumos
OBRAS DE DESVIACION, ATAGUIA AGUAS ARRIBA Y ATAGUIA AGUAS ABAJO, PREATAGUIA	Enrocado bajo agua con escurrimiento Marina bajo agua sin escurrimiento Marina colada en seco Enrocado colocado en seco Grava arcillosa bajo agua sin escurrimiento Grava arcillosa colocada en seco Agotamiento Retiro Ataguía
CANAL ENTRADA **TUNEL DESVIO***	Excavación exterior en material común Excavación exterior en roca Hormigón proyectado Cemento para hormigón proyectado Acelerador de fraguado
ESTRUCTURA DE COMPUERTAS	Relleno compactado de material común Hormigón Cemento para hormigón Armaduras Insertos metálicos Pernos sellados Malla soldada Inyecciones relleno blindaje-hormigón Perforaciones Conexiones Mezcla e inyección Cemento para inyecciones Bentonita para inyecciones
TUNEL DE DESVIO*	Excavación subterránea roca Hormigón proyectado Capas adicionales hormigón proyectado Cemento para hormigón proyectado Acelerador de fraguado

	Pernos sellados
	Malla soldada
	Marcos metálicos
	Inyecciones de Consolidación
	Perforaciones
	Conexiones
	Mezcla e inyecciones
	Cemento
	Perforaciones de drenaje
CANAL DE SALIDA	
TUNEL DESVIO*	Excavación exterior en material común
	Excavación exterior en roca
	Hormigón proyectado
	Cemento para hormigón proyectado
	Acelerador de fraguado
	Malla soldada
	Pernos sellados
TAPON DE CIERRE	
TUNEL DESVIO*	Hormigón
	Cemento para hormigón
	Armaduras
	Cortina de inyecciones
	Perforaciones
	Conexiones
	Mezcla para inyecciones
	Bentonita para inyecciones
	Inyecciones de consolidadción
	Perforaciones
	Conexiones
	Mezcla e Inyecciones
	Cemento para Inyecciones
	Inyecciones de relleno de clave
EXCAVACIONES Y TRATAMIENTO FUNDACION	
PRESA DE EMBALSE	Excavación exterior en material común
	Excavación exterior en roca
	Pernos sellados
	Hormigón proyectado
	Malla soldada
	Cemento para hormigón proyectado
	Acelerador de fraguado
	Hormigón para tratamiento dental

	Cemento para hormigón tratamiento dental
IMPERMEABILIZACION DRENAJE E INYECCION CONTACTO	Perforaciones para impermeabilización Cemento impermeabilización Bentonita Perforaciones para inyección de contacto Cemento inyecciones de contacto Perforaciones de drenaje
MURO GRAVITACIONAL**	Hormigón emparejamiento de fundación Hormigón convencional Hormigón rodillado (+ filler) Hormigón rodillado c/mortero (+ filler) Cemento emparejamiento fundación Cemento para hormigón convencional Cemento hormigón rodillado y c/mortero entre capas Armaduras Lámina de estanquidad Barandas
MURO C.F.R.D.***	Materiales sueltos Rellenos permeables de suelos granulares en depósitos fluviales Rellenos impermeables Hormigón para pantalla de talud Cemento para hormigón Armaduras Cemento inyecciones de consolidación Cemento inyecciones de impermeabilización
EVACUADOR DE CRECIDAS	Hormigón machones, muros, vigas y losas Hormigón vertedero, radier y cuchara Cemento para hormigón Lámina de estanquidad Armaduras Insertos metálicos

DESAGÜE DE MEDIA ALTURA	Excavación exterior en material común
	Excavación exterior en roca
	Hormigón proyectado
	Cemento para hormigón proyectado
	Acelerador de fraguado
	Pernos sellados
	Malla soldada
	Hormigón estructural
	Cemento para hormigón
	Armaduras
	Insertos metálicos
	Blindaje para ductos en presión
	Inyecciones relleno blindaje-hormigón
	Perforaciones
	Conexiones
	Mezcla e inyección
	Cemento para inyecciones de relleno
	Bentonita para inyecciones
	Inyecciones de consolidación
	Cemento para inyecciones consolidación
	Perforaciones
	Conexiones
OBRAS DE TOMA	Excavación exterior en material común
	Excavación exterior en roca
	Hormigón
	Cemento para hormigón
	Acelerador de fraguado
	Pernos sellados
	Malla soldada
	Armaduras
	Insertos metálicos
	Inyecciones de relleno
	S/E presa y casa de comando y equipos
OBRAS ANEXAS A EMBALSES	Instalaciones brigada de mantención
	Oficina de supervisores
	Unidad de vigilancia
	Portería
	Patio cubierto
	Cobertizo maquinaria pesada
	Casino
	Comedor y cocina (incluye agua

	potable y alcantarilla) Patio acopio materiales Patio de maniobras Cierres Soleras, veredas, pastelones Agua para plantas de hormigón y potable Combustible Comunicaciones Madera de Construcción
CANALES MATRICES	Hormigón Cemento para hormigón Acelerador de fraguado
SIFONES	Hormigón Cemento para hormigón Acelerador de fraguado
URBANIZACION	Caminos interiores de hormigón Jardines con empastadas Arborización de jardines Sistema de agua potable Sistema de alcantarillado Defensas camineras Soleras
OBRAS DE INFRAESTRUCTURA	Vias de acceso Reposición caminos públicos inundados Caminos red interna Caminos de construcción Puentes Población, campamento, oficinas Líneas abastecimiento eléctrico faenas S/E faenas

---

* , para el caso de ser necesaria la construcción de túnel.
** , tipo de muro recomendado para el embalse Canelillo.
***, tipo de muro recomendado para los embalses Cerrillos, y Corrales.

2.8.2 Desechos

Se entenderá por desechos del proyecto a todo lo que sea eliminado debido a la construcción de las obras; o sea a los residuos sólidos, líquidos y gaseosos, o debido a instalación (desmantelamiento) de campamento; procesos de fabricación, manejo de vehículos, mantención de los mismos, etc. También se considerará desecho a todo lo que sea eliminado durante la fase de operación por actividades del funcionamiento y/o mantenimiento.

Considerando la etapa de estudio en que se encuentra el proyecto no se puede dimensionar el volumen, la calidad y cantidad en que se emitirán estos residuos. Sin embargo todos los residuos sólidos y líquidos producto de las fases de construcción y emisiones posteriores de la fase de operación deberán tener una disposición final. Para llevar a cabo la disposición de residuos sólidos y líquidos se deberá, en una etapa más avanzada del proyecto, diseñar y localizar áreas de botadero. Con respecto al tratamiento que se dará a estos botaderos se deberá también en una etapa posterior del proyecto definir y ejecutar un plan de manejo ambiental adecuado que contemple los aspectos de ecología del paisaje de estos botaderos.

3. LINEA DE BASE

3.1 USO DEL SUELO

La IV Región posee una superficie total de 4 millones de hectáreas, de las cuales el 50% corresponde a la zona de la Cordillera de Los Andes, sin uso agrícola directo pero sí de gran importancia como zona de cosecha de agua, y como área de veranadas en menor grado. Los 2 millones de hás. restantes comprenden básicamente tres sistemas de **tenencia de la tierra**: los *pequeños y medianos productores de riego*, situados en las cuencas de los ríos Elqui, Limarí y Choapa y ocupando una superficie de 100.000 hás. bajo canal; las *grandes haciendas*, que ocupan una superficie de 1 millón de hás., fundamentalmrente de secano y en zona de serranías, dedicadas principalmente a la ganadería ovina, y en menor grado bovina. Por último, las *comunidades agrícolas*, que ocupan 900.000 hás., también de secano, dedicadas a una agricultura marginal de secano, ganadería caprina extensiva y cosecha de leña, con una sobreutilización de los recursos suelo y vegetación, lo que da como resultado extensas zonas afectadas por el proceso de desertificación.

El uso principal del suelo en esta cuenca es agrícola incluyendo agroindustria. Los principales cultivos en la cuenca del río Choapa lo constituyen la producción de: alfalfa, maravilla, tabaco, uva pisquera y en menor escala horto-frutícola para exportación (sobre 10.000 toneladas/año, Geografía-Chile a color, 1988).

Las superficies sembradas en la provincia de Choapa para los principales rubros en la temporada 1992-1993 fueron:

Rubro	Superficie ha	Porcentaje Nacional
Trigo	820	0,21
Cebada	30	0,13
Maíz	20	0,02
Porotos	1.420	3,10
Papas	70	0,11
Tabaco	290	4,70

Fuente: Compendio Estadístico 1992 y 1993, INE

La superficie plantada con frutales en la Región de Coquimbo durante la temporada 88/89 alcanzó a 8.530 ha.

Otro sector importante de uso del suelo en la IV Región está dado por la Minería. Este sector productivo ocupa el cuarto lugar en importancia de acuerdo al PGB regional Chile a Color, 1988. Las minas de esta zona han sido importantes por sus altas leyes de cobre y oro; en el pasado, Tamaya, Panulcillo y Andacollo, en la actualidad El Indio y Pelambres. Los principales minerales explotados son: cobre, plata, oro, hierro, manganeso. Los tres últimos constituye el 42,9 %, 48,9 % y 100 % de la producción nacional respectivamente. Existe también pequeña minería de cateadores y pirquineros, principalmente explotando minerales no metálicos.

Conjuntamente en las partes de relieve mas alto en la cuenca se lleva a cabo un uso del suelo en explotación ganadera con abundancia de caprinos, mulares y asnos.

Los principales asentamientos urbanos lo constituyen las localidades de: Los Vilos, al sur de la desembocadura del río Choapa (30° 55'S, 71° 31'W); Illapel (ciudad capital de provincia), en las cercanías de la Junta de los ríos Illapel y Choapa (31° 38'S, 71° 10'W); Salamanca, ubicada al sur-este de Illapel (31° 47'S, 70° 58'W). Estas tres localidades presentan equipamiento e infraestructura de servicios adecuada para satisfacer las necesidades del proyecto.

Respecto de Planificación urbana de sitios industriales-residenciales que eventualmente pudieran interferir con actividades del proyecto, esta planificación estará definida en los planos reguladores de los principales asentamientos: Illapel, Salamanca y Los Vilos. La interacción deberá ser contemplada en una etapa mas avanzada del proyecto.

El manejo de desechos urbanos, en los asentamientos principales se realiza a través de botaderos de basura abiertos, ubicados en las afueras de las ciudades, con quema nocturna de los desechos. En las ciudades de Illapel y Salamanca, se producen descargas de los residuos domésticos al alcantarillado. Los caudales de estas descargas alcanzarían valores aproximados a 24 l/s y 11 l/s respectivamente. En ambas ciudades se dispone de lagunas de estabilización para el tratamiento primario de estas aguas. Se estima que la magnitud de estos vertidos en relación con el caudal medio del río Choapa en la zona de mezcla, las hacen despreciables y permitirían una autopurificación casi instantánea. Las descargas de agroquímicos a través de los derrames asociados a la actividad productiva de las 22.700 ha bajo canal no han sido evaluadas ambientalmente.

Potencialmente las operaciones mineras podrían derivar en contaminación de los recursos acuáticos del río Choapa por falla de las obras de acumulación de los desechos de su operación (embalses de relaves, botaderos).

No obstante lo anterior, de acuerdo a la literatura, la calidad de agua del río Choapa cumple con la norma y no presenta problemas de contaminación microbiana ni química.

El Valor del suelo agrícola en aquellas áreas no pertenecientes a las comunidades fluctúa aproximadamente entre $ 20.000 /ha en zonas de secano hasta aproximadamente $ 2.000.000/ha en zonas planas con suelos de calidad superior y seguridad de riego.

En el área del proyecto no se encuentran zonas protegidas, parques nacionales o reservas de flora y fauna. En las áreas de suelos silvestres sin un uso antrópico del suelo, se encuentra una **vegetación** que corresponde a matorrales arbustivos asociados a una estrata herbácea, formaciones que han degradado a praderas naturales en los sectores de secano de las Comunidades Agrícolas y en las Grandes Haciendas. En algunos sectores (Cuesta Cavilolén) hay algunas manifestaciones de matorrales arbóreos de quillay, litre y otras especies esclerófilas, que benefician de un mejor balance hídrico por los aportes de las neblinas costeras. Estas últimas determinan además la existencia en la IV Región (fuera del área de intervención del proyecto) de 3 bosques relictos, del tipo

selva valdiviana, en las localidades de Fray Jorge, Talinay y Santa Inés, en los que domina la especie olivillo (Aextoxicum punctatum). En la alta cordillera es posible encontrar coironales y vegas que constituyen el principal recurso forrajero de las veranadas, para uso por caprinos, ovinos y bovinos.

La **población humana** de la Región de Coquimbo es de 500.000 habitantes (INE, 1992), lo que da una densidad de 10,3 habitantes por km2. No obstante, el 74% de esta población se encuentra en áreas urbanas.

3.2 RECURSOS BIOTICOS

3.2.1 Flora y Vegetación Terrestre

El presente capítulo se relaciona con la flora y la vegetación terrestre, la cual recibiría el potencial impacto derivado de las distintas obras de riego contempladas en el Proyecto Choapa.

De acuerdo con los objetivos planteados para el estudio en cada una de las áreas de interés visitadas, se fotografió la vegetación natural y cultivada siendo descrita a través del método de Ocupación de Tierras (Etienne y Prado 1982), el que considera las variables: especie dominante, formación vegetal y grado de artificialización. Las **especies dominantes** son aquellas plantas que, en la unidad que se está describiendo, atraen la vista o bien presentan la mayor cobertura del suelo; las **formaciones vegetales** representan el conjunto de plantas, pertenecientes a la misma especie o no, pero que presentan una convergencia en su comportamiento; se distinguen 4 formaciones vegetales simples: las formaciones herbáceas, representadas por las praderas y cultivos herbáceos, cuyo código es **H**. Las formaciones arbustivas o leñosas bajas, representadas por los matorrales inferiores a dos metros de altura y cuyo código es **LB**. Las formaciones vegetales arbóreas o bosques, con más de 2 metros de alto y cuyo código es **LA**. Por último las formaciones de suculentas, que incluyen los quiscales o cardonales, en que dominan los tipos biológicos de las cactáceas y/o bromeliáceas, cuyo código es **S**. En cada formación vegetal se describe su altura y su cobertura. Además de las formaciones vegetales simples (praderas, matorrales, cardonales o bosques), también se describen formaciones vegetales complejas, que incluyen dos o más de las formaciones simples mezcladas entre ellas (LBH, LALBH, LBHS..). El **grado de artificialización** representa el grado de intervención humana que ha tenido la unidad vegetal que se está describiendo, y comprende diversas categorías que van desde la vegetación climax, para aquellas unidades

vegetales sin intervención antrópica (muy escasas en Chile) hasta las ciudades o industrias, que representan la artificialización máxima.

3.2.1.1 Flora nativa arbórea y arbustiva catalogada en algún estado de conservación.

Para la zona de interés del Proyecto, cabe citar en este punto las conclusiones y recomendaciones del Simposio "Flora nativa arbórea y arbustiva de Chile amenazada de extición" realizado en Agosto de 1985 bajo la organización de la CONAF, y cuyas Actas se editaron en lo que se conoce como "Libro rojo de la flora terrestre de Chile".

Al respecto, en dicho documento se citan 22 especies vegetales con problemas de conservación en la IV Región. El listado de ellas aparece en el Cuadro N° 4.

Etienne **et al** (1982) citan 400 especies vegetales dominantes, encontradas en diversos estudios de cartografía de la vegetación, efectuados en la IV Región, en tres transectos representativos de la costa (Los Vilos-Coquimbo), interior (Salamanca, Illapel, Combarbalá, Monte Patria, Ovalle, Las Cardas) y altitudinal (Puerto Oscuro-Combarbalá).

3.2.1.2 Vegetación

La vegetación de la IV Región, al igual que la mayor parte del resto del país, presenta unidades que se ordenan desde la costa hacia Los Andes como una respuesta a la acción combinada de diferentes regímenes térmicos e hídricos: más húmedos y templados en la costa a más secos y fríos en el interior, para aumentar en humedad en Los Andes junto con ser considerablemente más fríos.; también se aprecia un ordenamiento latitudinal, el cual obedece principalmente a variaciones del régimen hídrico, debido al gradual y constante aumento de las precipitaciones.

Según Gajardo (1992), la vegetación del área de interés está comprendida en dos Regiones: la Región de la Estepa Altoandina y la Región del Matorral y del Bosque Esclerófilo. Así, la cuenca del Choapa desde Los Andes hacia la Costa comprende las siguientes unidades:

En la cordillera,

- el matorral andino esclerófilo, que se extiende entre las altas cumbres hasta el área de Salamanca.

En el interior,

- el matorral estepario interior, extendiéndose entre La Serena e Illapel.

- el matorral espinoso de las serranías, que se extiende desde Illapel hasta La Ligua.

Cuadro 6.5-4. Especies vegetales presentes en la IV Región y que están catalogadas en algún estado de protección.

Nombre Científico	Nombre Vulgar	Tipo Biológico*	Estado Conservación+
Aextoxicon punctatum	olivillo	LA	/V
Azara borealis		LA	/D
Carica chilensis	palo gordo	LB	V/V
Citronella mucronata	huillipatagua	LA	R/R
Cordia decandra	carbonillo	LA	V/V
Jubaea chilensis	palma chilena	LA	V/V
Kageneckia angustifolia		LA	/V
Krameria cistoidea	pacul	L	V/V
Laretia acaulis	llaretilla	LB	V/V
Lomatia dentata		LA	V/V
Lomatia hirsuta		LA	/V
Monttea chilensis	uvillo	LA	V/V
Myrceugenia correaefolia	petrillo	LA	R/R
Myrceugenia rufa	arrayán hoja roja	LA	R/R
Passiflora pinnatistipula			/D
Porlieria chilensis	guayacán	LA	V/V
Pouteria splendens	lúcumo	LA	V/V
Prosopis chilensis	algarrobo	LA	V/V
Puya coquimbensis	chagual de Coquimbo	S	V/V
Puya venusta	chagualillo	S	V/V
Quillaja saponaria	quillay	LA	/V
Reichea coqimbensis	riechea		P/P

* El tipo biológico se refiere a la forma de vida de la especie en su estado adulto: LA: leñoso alto > 2 m; LB: leñoso bajo< 2 m; S: suculenta (cactácea o bromeliácea).

+ Los estados de conservación son: P: en peligro; V: vulnerable; R: rara; D: insuficientemente conocida. Si hay dos letras, la 1ª indica la protección nacional y la 2ª la protección regional.

Fuente: CONAF, 1989.

En la Costa,

- el matorral estepario boscoso, que se extiende entre Mantos de Hornillo y Huentelauquén
- el matorral estepario arborescente, entre Huentelauquén y la Cuesta El Melón.

Es decir, la vegetación del área del Proyecto corresponde a matorrales arbustivos asociados a una estrata herbácea, formaciones que han degradado a praderas naturales en los sectores de secano de las Comunidades Agrícolas y en las Grandes Haciendas. En algunos sectores (Cuesta Cavilolén) hay algunas manifestaciones de matorrales arbóreos de quillay, litre y otras especies esclerófilas, que benefician de un mejor balance hídrico por los aportes de las neblinas costeras. Estas últimas determinan además la existencia en la IV Región de 3 bosques relictos, del tipo selva valdiviana, en las localidades de Fray Jorge, Talinay y Santa Inés, en los que domina la especie olivillo (*Aextoxicum punctatum*). En la alta cordillera es posible encontrar coironales y vegas que constituyen el principal recurso forrajero de las veranadas, para uso por caprinos, ovinos y bovinos.

Un estudio más detallado de la vegetación del sector de interés, efectuado por Etienne et al. (1982), proporciona la siguiente información:

Para el área de Huentelauquén, el 49% está ocupado por formaciones arbustivas-herbáceas con coberturas de vegetación del orden de 50-75%. Una característica notable de este sector,son extensas formaciones hetrbáceas ralas (praderas naturales), las que ocupan un 36% del área, situándose en los interfluvios de las terrazas costeras. Finalmente, se describe un amplio sector con praderas naturales fuertemente degradadas, producto del uso indiscriminado de los recursos vegetales por los comuneros de Huentelauquén (Foto 1). Las especies dominantes en este tipo de praderas son Cardionema ramossisima, Piptochaetium montevidense y Plantago tumida, asociándose a ellas Erodium moschatum en los sectores menos degradados.

Estos mismos autores describen el área de Chigualoco-Agua Amarilla, señalando que el 77% del área estudiada está cubierta por formaciones vegetales arbustivas-herbáceas, distribuídas en las terrazas litorales entre Agua Amarilla y Chigualoco y parcialmente en un sector de cerros al nor-este del área estudiada. Las praderas ocupan un 12% concentrándose en terrenos planos al norte del estero Chigualoco. En los altos de Agua Amarilla se mencionan varias formaciones vegetales complejas arbóreas-arbustivas-herbáceas.

Las especies dominantes en este sector son Bahia ambrossioides, desde Chigualoco al norte y Baccharis concava hacia el sur. Escallonia pulverulenta ocupa exposiciones sur en los cerros del área. Entre las especies arbóreas de más de dos metros de alto, destacan Azara celastrina ocupando las terrazas litorales, molle (Schinus latifolius), peumo (Cryptocarya alba) y Fuchsia lycioides en los cerros.

En cuanto al uso de la vegetación en esta área, es principalmente ganadero, lo cual se complementa con extensas plantaciones de arbustos forrajeros.

En el tramo comprendido entre Los Vilos y Cavilolén, Etienne et al (1982) destacan los elevados valores de cobertura de la vegetación así como la existencia de abundantes formaciones complejas arbóreas-arbustivas(7.5% del área), ubicadas en los altos de la vertiente norte del estero Cavilolén; todo ello derivado del efecto de las neblinas costeras. Las formaciones arbustivas-herbáceas ocupan un 65% del área estudiada, mientras que las praderas se extienden en un 26% de la zona, concentrándose estas últimas en los sectores planos.

Las especies herbáceas dominantes del sector son Plantago hispidula , Avena barbata y Helenium aromaticum. En cuanto a las especies arbustivas, Baccharis concava es la de mayor importancia, si bien se encuentra restringida al sector de lomajes costeros con exposición sur y sur-este. En menor proporción se encuentra Trevoa trinervis, restringida a laderas de exposición sur, anteriores a la Cuesta Cavilolén. Por último cabe citar Florencia thurifera ocupando exposiciones norte, hasta los 700 m de altitud. La presencia de varias especies arboreas de más de 2 m es una caracteristica de esta área estudiada. Entre ellas destacan el molle, en laderas de exposición sur y sur-este, litre, en exposición sur. También peumo y boldo en los cerros de mayor altitud (860 m) y de dificil acceso. Entre las especies suculentas, sólo es importante la Puya chilensis (chagual), que posee una distribución similar a la de Baccharis concava.

Los terrenos de pastoreo, tanto herbáceos como arbustivos constituyen el principal uso de la vegetación en este tramo, encontrándose en general en buen estado.

La vegetación del sector comprendido entre Las Cañas e Illapel, entre los ríos Choapa e Illapel, desde la vertiente este de la cordillera de la costa hasta las inmediaciones de Salamanca muestra que las formaciones arbustivas-herbáceas siguen dominando, con un 41% del área estudiada; se aprecia un notable aumento de formaciones arbustivas puras (LB), sin estrata

herbácea, ocupando un 28%; las praderas representan un 27% del área.

Entre las especies herbáceas dominantes, destacan Vulpia dertonensis, Plantago tumida y Nassela pungens, estas dos últimas en zonas de relieve montañoso. Entre las especies arbustivas destacan Flourencia thurifera, ubicándose de preferencia en cerros de fisiografía abrupta, hasta los 700 m de altura y en exposición norte y nor-oeste. La pichanilla (Gutierrezia resinosa) se ubica fundamentalmente en los piedmonts de menos pendiente vecinos al camino Illapel-Caimanes en terrenos postcultivo. Bahia ambrossioides se distribuye en el sector de fisiografía montañosa entre los ríos Illapel y Choapa, no presentando una relación de altitud ni de exposición marcada, pero sí siempre acusando la presencia de neblinas donde ella está. Haploppapus angustifolius (botonsillo) tiene sólo importancia local y se ubica en laderas de expsoción este. Por último cabe citar el palo negro (Heliotropium stenophyllum) en laderas de exposión norte y nor-oeste, en laderas degradadas y con material suelto.

El principal uso de la vegetación es al igual que en los sectores anteriores: terrenos de pastoreo.

Los resultados de los estudios vegetacional y florístico en el área del proyecto obtenidos en terreno serán presentados en el mismo orden en que se efectuaron los itinerarios de ambas misiones, es decir, zona de Huentelauquén (canales sur y norte), zona de sifones de Mincha y Atelcura, río Illapel, zona de Alto Quelén, Estero Camisas y Embalse Corrales, río Choapa y Embalse Cerrillos, confluencia de los ríos Choapa e Illapel y Embalse Canelillo y estero Limáhuida.

3.2.1.3 Canal costero sur.

Este canal, situado en la cota 200 m, se construiría como alternativa al Canal Costero Norte entre la localidad de Huentelauquén y la de Chigualoco. La vegetación del área de intervención corresponde al matorral costero típico, dominado por los arbustos Bahia ambrossioides (Manzanilla, Cimarrona) y Baccharis concava (Vautro), asociados a algunos árboles bajos de litre y Azara celastrina (Corcolén). (Foto 2). La altura de este matorral es entre 1 y 2 m y presenta una cobertura vegetal de 50 a 75%, equivalente a un buen desarrollo debido especialmente al efecto favorable de la neblina costera y al sustrato de la vegetación, que en las Haciendas Chigualoco y Agua Amarilla corresponde a una duna antigua. Este suelo arenoso, en zonas áridas representa el mejor tipo de textura

para condiciones de secano, ya que la mínima lluvia que puede precipitar se infiltra a las profundidades del perfil edáfico, donde permanece para ser alcanzada por las raíces profundizadoras de los árboles y arbustos; es decir estos suelos arenosos representan un verdadero estanque de agua al cual acceden las raíces de la vegetación arbustiva. En cambio, la estrata herbácea, representada en este sector por especies anuales como Plantago tumida y Erodium cicutarium, entre otras, es muy rala y escasa debido a que sus raíces de poco desarrollo en profundidad no les permite un buen abastecimiento de agua. El uso de este tipo de matorral es principalmente ganadero, dedicado en las Grandes Haciendas al talajeo ovino de la raza Merino Australiano, con fines de producción de lana y de carne, esta última a través de la venta de corderos capones de dos años, ya que son de lento crecimiento, tanto por la raza como por la escasa alimentación que les proporciona ese medio (Foto 2).

La situación de la vegetación costera en las proximidades de Huentelauquén cambia abruptamente; es así que el matorral costero en buen estado descrito en los sectores de Chigualoco y Agua Amarilla ha sido eliminado por el hombre para practicar agricultura de secano, principalmente trigo para consumo humano y cebada para los animales. Una vez agotada la fertilidad de los suelos por esta agricultura marginal (escasas e irregulares precipitaciones y pendiente excesiva), dichos terrenos son abandonados y dedicados a una ganadería caprina con una sobredotación animal lo que determina un sobre-talajeo de la escasa vegetación herbácea que ha logrado sobrevivir. Es así que de un matorral costero en buen estado la vegetación regresiona a una formación herbácea rala, de baja altura y escaza productividad.

Si bien este cambio notable es en gran medida atribuíble a la diferencia de sistema de tenencia de la tierra y por ende al manejo de los recursos suelo y vegetación que se observa entre las Grandes Haciendas y las Comunidades Agrícolas, en estas últimas se han estado efectuando esfuerzos por mejorar la situación antes descrita. Es así que gracias al Decreto Ley 701, algunas Comunidades Agrícolas han reforestado los suelos degradados con especies forrajeras tales como Atriplex numularia y A. repanda, que sirven de alimento a los rebaños caprinos de los comuneros (Foto 3). También se efectúa este tipo de plantaciones en las grandes Haciendas.

3.2.1.4. Canal costero norte.

Este canal, situado entre la localidad de Huentelauquén y Talinay (algunos Km al sur de Angostura de Galvez), se construiría sobre un área con vegetación arbustiva costera como

la ya descrita, si bien la extensión de dichas formaciones es menor debido al predominio del sistema de Comunidades Agrícolas en este sector, lo cual determina que en gran medida el canal norte se construiría sobre formaciones vegetales herbáceas ralas como la descrita en la foto 1. Algunas vistas panorámicas del área de intervención del canal norte pueden apreciarse en las foto 4 tomadas desde el extremo norte (Talinay) y mirando hacia Huentelauquén, pudiéndose apreciar en primer plano el matorral de Bahia ambrossioides algo degradado, y por ende, asociado a especies indeseables como Haplopappus foliosus (palo negro).

3.2.1.5 Sifón Canela

En la foto 5 se aprecia una vista panorámica del área en que se construirá el Sifón Canela, que atravesará el Estero del mismo nombre el que se une al río Choapa algo más abajo. La ladera de exposición sur en que se empotrará uno de los extermos del sifón, presenta una vegetación arbustiva-herbácea dominada por el arbusto pega pega (Eupatorium salvia) y que se observa en la foto 6; la estrata herbácea a su vez está dominada por Erodium moschatum (alfilerillo), Bromus berteroanus, Medicago polymorpha (hualputra). Otros vegetales que se aprecian en dicha exposición sur son palqui (Cestrum parqui) y tabaco del diablo entre los arbustos y Dichondra repens, entre las herbáceas.

En el lecho del Estero Canela, además de los sectores de caja con arena y gravas, es posible distinguir algunas formaciones vegetales ralas de Phleocarpus revolutus (cola de ratón), de entre 1 y 2 m de alto.

En la ladera de exposición norte, donde se empotrará el otro extremo del sifón, se aprecia una formación vegetal leñosa baja-suculenta-herbácea, dominada por Flourencia thurifera (maravilla) y palo negro (Heliotropium stenophyllum) entre los arbustos, asociados a las cactáceas (suculentas) Eulichnia acida (ácido) y Trichocereus chilensis (quisco); en la estrata herbacea domina el alfilerillo asociado en menor grado a Nasella pungens. La cobertura vegetal de esta formación es de alrededor de 50%, con una altura de los arbustos de 50 cm a 1 m, las cactáceas de 1 a 2 m y más y la estrata herbácea inferior a 10 cm.

3.2.1.6 Sifón Mincha.

Un poco más adelante, siempre en el camino en dirección a Mincha, por la ribera derecha del Choapa se llega a una

angostura donde se construirá el sifón Mincha correspondiente al Canal Costero Sur. La ladera de exposición norte presenta una vegetación leñosa baja-suculenta dominada por maravilla, palo negro y quisco. La ladera de exposición sur es bastante más escarpada y presenta una vegetación dominada por pega pega, husillo y otros arbustos, asociados a una estrata herbácea anual con especies tales como alfilerillo, hualputra y pasto largo (Foto 7).

3.2.1.7 Sifón Choapa-Atelcura Alto

En las proximidades de la localidad de Mincha se encuentra la quebrada de Atelcura, donde se construirá el sifón Choapa-Atelcura. La ladera de exposición norte en que se empotrará uno de los extremos del sifón corresponde a una parcela de riego, cultivada, de una pendiente variable de 10 a 20% (Foto 8) La vegetación natural del sector está representada por un matorral ralo y degradado de espinos (Acacia caven), asociado a una estrata herbácea de alfilerillo y correhuela (Convolvulus arvensis). La ladera sur en que se empotrará el otro extremo del sifón, corresponde a un pequeño cerro con vegetación arbustiva rala, dominada por pega pega y palqui, como arbustos, y Erodium moschatum y Bromus berteroanus, entre las herbáceas.

3.2.1.8 Sifón Choapa-Atelcura Bajo

Aguas abajo del sifón anterior, a una cota aproximada de 260 m se ubica el área de construcción del sifón Choapa-Atelcura Bajo. Se trata de la quebrada Atelcura, con sauces y chilcas en el lecho de la misma. En la ladera de exposición norte se aprecia una pradera regada (vista desde la ladera de exposición sur). En la ladera de exposición sur existe una vegetación arbustiva baja dominada por Proustia cuneifolia (huañil), de 25 a 50 cm de alto y una cobertura inferior a 10% (Foto 9).

3.2.1.9 Sector Illapel-Estero Carén

Se parte en el Km cero en el puente sobre el río Illapel en el cruce de los caminos hacia Salamanca y hacia el Estero Carén. En el Km 3,9 hacia Cárcamo se puede apreciar los cultivos del valle consistentes en cítricos, viñas, nocedales, habas, barbechos para zapallos (Foto 10), apreciándose suelos de terrazas de buena calidad y profundos. En las laderas inmediatamente arriba del camino, se observa un panorama aberrante y que consiste en que la vegetación natural de dichos sectores, compuesta por espinos y praderas naturales anuales,

es regada, subutilizando el valioso recurso hídrico y exponiendo los suelos a la erosión ya que el riego se efectua por tendido y la pendiente supera el 10%; esta situación indeseable se aprecia en todas las laderas bajo canal en la cuenca del Choapa, lo que mueve a preguntarse si se justifican nuevos programas de ampliación de la superficie regable siendo que los agricultores no conocen ni respetan las reglas mínimas de un riego eficiente.

En el Km 14.4, es decir unos 3 Km pasado la quebrada Cárcamo en dirección al estero Carén, la situación de los cultivos en las terrazas del río Illapel varía un tanto debido principalmente a la peor calidad de los suelos, siendo estos más superficiales y pedregosos, con lo cual en dicho sector la caja del río Illapel presenta una preponderancia de vegetación natural, representada por sauces, chilcas y espinos. Se observan algunos terrenos barbechados y praderas naturales regadas (Foto 11).

Las laderas del río en este sector muestran una vegetación que varía según la exposición; así, en las laderas asoleadas que miran hacia el norte la formación vegetal típica es un "quiscal" de Eulichnia acida asociada con maravilla (Flourencia thurifera), un arbusto de escasa cobertura. Los quiscos tienen una altura de 1 a 2 o más metros. mientras que los arbustos no alcanzan al metro. La vegetación de la orilla del canal está representada por romero (Baccharis linearis), mientras que sobre el canal abunda el chagual (Puya chilensis) siempre asociada con Eulichnia.

En cambio, las laderas de exposición sur del río Illapel presentan una vegetación arbustiva-herbácea de una cobertura de 50 a 75%, con dos estratas de arbustos: una de 1 a 2 m de alto cuya cobertura es inferior a 1% y la otra de 25 cm a 50 cm de alto con una cobertura de 50 a 75%. La estrata herbácea asociada a estos arbustos tiene una cobertura de 15% y una altura inferior a 10 cm. Las especies vegetales dominantes en dicha ladera sur no pudieron distinguirse ni identificarse desde la ladera opuesta en que nos encontrabamos. En el Km 32,3 de este trayecto, que comenzó en el Puente sobre el río Illapel a la salida norte de dicha ciudad, se puede apreciar una interesante formación de rocas de "conglomerados sedimentarios".

En el Km 34 de este trayecto se llega al Estero Carén, por el cual es posible internarse unos 900 m, hasta donde se termina el camino para vehículos. En el sector se entrevistó al agricultor Alberto Antolín Manque quien informó que los principales cultivos de riego del sector eran papas, porotos, trigo, zapallo, cebolla y alfalfa. El fue inquilino de la ex

Hacienda Illapel, a la que pertenecieron dichos terrenos, informándo que en la época de su ex dueño, el Sr. Sergio Irarrázabal existía una dotación de 7000 vacunos. Hoy en día existen 152 parcelas y cada parcelero posee 50-70 cabras y un máximo de 40 vacunos. Algunos tienen 80 vacunos, por lo cual deben pagar a la "comunidad" $600 de talaje, por cabeza al mes. Los animales están de marzo a diciembre en la estancia y de diciembre a marzo en las veranadas de la Cordillera.

El trayecto por el valle del río Illapel termina algo más arriba del Estero Carén, en el Km 37,8 de este recorrido, donde el valle ya se encajona, presentando sus dos laderas regadas por sendos canales. La vegetación en dicho sector del río está representada por especies naturales entre las que domina el espino (Acacia caven), algunos sauces, alamos y perales; también es posible distinguir algunas parcelas regadas, con trigo y con pradera natural (Foto 12).

El regreso desde Carén hasta el puente sobre el río Illapel en el cruce a Salamanca demora 50 minutos para un trayecto de 34,6 kilómetros.

3.2.1.10 Trayecto Illapel-Salamanca-Estero Quelén

Este trayecto se comienza en el puente sobre el río Illapel, en el kilómetro cero. Luego de recorrer 23,9 km en dirección a Salamanca (km 25 en la carretera), se llega a la confluencia del estero Camisas con el río Choapa. En el km 30 se accede al puente sobre el río Choapa, a la salida de Salamanca en dirección al estero Quelén (SE). Pasado la localidad de Higuerillas se aprecian cultivos de uva pisquera, duraznos nogales y algunos cultivos de invernadero bajo plástico; la vegetación natural del sector está representada por sauces, palqui, apreciándose uno que otro eucalipto plantado. En el km 43 se llega a Panguecillo, para luego acceder a la confluencia del estero Quelén con el río Choapa. La vegetación natural de las laderas del estero corresponde al matorral de espino. En el km 48,2 y cota 725 m se pasa por el badén del estero Quelén y en el km 48,8 se llega a Quelén Alto, donde se aprecian plantaciones de vides pisqueras. Las fotos 13 y 14 muestran dos vistas panorámicas del estero quelén, aguas arriba y aguas abajo respectívamente, apreciándose la vegetación natural de la caja del estero, compuesta principalmente por espinos, chilcas (Baccharis rosmarinifolia) y cola de ratón (Phleocarpus revolutus). Los sectores regados corresponden a pradera natural y algunos cultivos de trigo.

3.2.1.11 Sifón Quelén y túnel alimentador del embalse Corrales

En el área de intervención del sifón Quelén se aprecian cultivos de vides pisqueras, duraznos y una plantación de eucalyptus. En la foto 15, detrás de unos álamos se aprecia una colina que es uno de los puntos en que se empotraría el sifón Quelén; la vegetación del sector corresponde a un matorral ralo y bajo de espinos asociado a una pradera natural, todo lo cual aparece regado, pese a la pendiente de la colina en cuestión.

La ladera de exposición norte, donde se empotraría el otro extremo del sifón Quelén y a la vez donde se contruirá el túnel del canal que vaciará sus aguas en el estero El Durazno, para alimentar el embalse Corrales, se aprecia en la foto panorámica 16; se desconoce el punto exacto en que quedará el sifón Quelén y la boca del túnel, pero el área de las fotos antes señaladas incluye demás dichos puntos de interés. La vegetación de dicha ladera corresponde a una formación arbustiva rala asociada a una estrata herbácea de especies anuales. Todas estas vistas del sector del estero Quelén fueron tomadas desde el lecho del mismo, a una cota de 845 m (Casio) y 860 m (Thommen).

3.2.1.12 Bocatoma del canal Corrales, en el río Choapa.

La ubicación exacta de la bocatoma del canal Corrales no se pudo ubicar en el terreno con exactitud, habiéndose intentado situarla en dos porciones del río Choapa: una aguas abajo del puente Coirón y otra aguas arriba del mismo.

En el sector del puente Coirón y hacia el pueblo del mismo nombre (Foto 17), la ladera de exposición norte, por la cual descendería el canal Corrales, está poblada por una formación vegetal de cactáceas y arbustos en la que dominan Eulichnia acida y arbustos de palo negro y maravilla (Heliotropium stenophyllum y Flourencia thurifera). La altura de la cactácea fluctúa entre 1 y 2 m, al igual que la del palo negro; la maravilla tiene entre 25 y 50 cm de alto. La estrata herbácea está dominada por una gramínea anual del género Schismus, principalmente.

3.2.1.13 Embalse Corrales

El trayecto para el Embalse Corrales comienza sobre el puente del río Choapa, a la salida de Salamanca, en el kilómetro cero. Se toma hacia el poniente y a los 5,4 km se dobla hacia el sur-este. En el km 6,6 se llega al primer badén sobre el estero Camisas y 250 metros más adelante se cruza el segundo badén. 200 metros más adelante se toma un camino en dirección Este. En

el km 10,25 se entra a la localidad de Colliguay y en el km 12,35 se cruza el sector del sifón Camisas, para luego entrar al sector del Palquial en el km 18,45. A la cuadra del km 27,25 se une el Estero El Durazno con El Camisas y a los 27,75 km se entra a la localidad de Corrales.

La vegetación de los márgenes del Camisas en el sector aguas arriba de Colliguay, en el km 14,4, corresponde principalmente al espinal ralo, de 1 a 2 m de alto, al cual se asocian la maravilla y la pichanilla (Flourencia thurifera y Gutierrezia resinosa), Foto 18, la que muestra a su vez el amplio lecho del estero Camisas, ocupado mayoritariamente por vegetación natural y sólo escasos cultivos; se supone que esta área se vería beneficiada, entre otras, por el E. Corrales.

La zona donde se construirá el muro del Embalse Corrales se aprecia en la foto 19 que muestra una vista panorámica tomada a la salida poniente de la localidad de Corrales. El muro se construiría entre la colina de la derecha de la foto y el gran cerro de la izquierda. La colina de la derecha se une a un cerro adyacente a través de un portezuelo (Foto 20); la vegetación dominante de esta ladera de exposición sur es un matorral de colliguay de una altura de 1 a 2 m, asociado a paihuén (Adesmia microphylla) de 25-50 cm de alto. También pueblan dicha área algunos ejemplares de litre de 2 a 4 m. Se aprecian también algnos ejemplares de guayacán (Porlieria chilensis).

La ladera de exposición norte, donde se empotraría el otro extremo del muro, tiene una vegetación arbustiva baja, asociada con chagual y litre. La vegetación arbustiva está dominada por Colliguay (Colliguaya odorifera) y Adesmia microphylla, los que alcanzan una altura de 1 a 2 m, al igual que el chagual; los ejemplares de litre, mas bien ralos, alcanzan una altura de 2 a 4 m. La estrata herbácea está dominada por Nasella pungens y Cardionema ramossisima, observándose algunos ejemplares de palito negro (Adiantum chilense) y Erodium cicutarium. En total, la cobertura vegetal de esta formación alcanza a 50% del suelo (Foto 21).

El lecho del estero Camisas, en el sector de la presa, presenta una vegetación típica de este ambiente, con arbustos de romero (Bacharis linearis), huingán (Schinus polygamus), chilca (Baccharis rosmarinifolia), ñipa, maitén (Maytenus boaria), todos ellos de 1 a 2 m de alto y algo más. Próximo al camino, pero siempre en el lecho, se aprecian ejemplares de guayacán, litre, colliguay; el camino en este sector está a una cota de 660 m. La foto 22, tomada desde la ladera de exposición norte, muestra una vista del lecho del estero Camisas en la zona recién descrita.

Una vista panorámica aguas arriba del muro se aprecia en la foto 23, apreciándose en el centro de ellas una antigua terraza de cultivos, con una estrata herbácea de pastos naturales, y a la izquierda el lecho del Camisas con abundante vegetación ya descrita, a la que habría que agregar el espino y algunos sauces. A la extrema izquierda se alcanza a distinguir el camino que conduce a la localidad de Corrales, la que quedaría inundada por este Embalse. Un poco más arriba del sector recién descrito se encuentra la confluencia del estero El Durazno con el Camisas.

La zona de inundación del Embalse Corrales corresponde a todos aquellos terrenos aproximadamente bajo la cota 750 (Sistema de Riego A) y bajo 740 (Sistema de Riego B). Partiendo desde el muro hacia la cola del embalse, las zonas inundadas comprenden a la localidad de Corrales, con su Posta (Foto 24) y su escuela. La zona de la cola está representada por una cancha de fútbol (Foto 25), a una cota de 725 m, en las proximidades de un sector poblado y de una Capilla evangélica (Foto 26). En general las zonas de cultivo que se inundarían no son tan extensas y corresponden principalmente a cultivos de trigo, alfalfa y praderas naturales regadas ("pastos brutos" según los locales), como se aprecia en la foto 27.

3.2.1.14 Embalse Cerrillos

La zona de construcción de la presa del E. Cerrillos queda ubicada algunos metros aguas arriba de la unión del estero Limáhuida con el río Choapa. Una vista panorámica del sector se aprecia en la foto 28, observándose a mano derecha de la misma un pequeño cerrillo con su porción baja regada (vegetación herbácea verde) y a mano izquierda la base de un gran cerro en que se aprecia una porción del canal Choapa.

Una aproximación del cerrillo que servirá de apoyo al muro en el costado izquierdo del río Choapa se aprecia en la foto 29, la cual muestra una vegetación arbustiva dominada por espinos de 1 a 2 m asociados a una estrata herbácea dominada por alfilerillo, la cual cuenta con riego, todo lo cual cubre 50% del suelo del cerrillo. En la base se aprecian algunos árboles de mayor altura, asociados a algunas chilcas.

La ladera de exposición sur en que se empotrará el otro extremo del muro (costado derecho del río Choapa) se observa en la foto 30, con una vegetación arbustiva dominada por husillo (Proustia cuneifolia) a la que se asocian algunos quiscos y chaguales en los sectores más rocosos. En el tercio inferior de dicho cerro se aprecia el canal Choapa, que se emplearía para utilizar las aguas del embalse Cerrillos.En la foto 31 se

aprecia el lecho del sector de construcción del muro, tomada mostrando aguas arriba de la presa.

La vegetación del lecho del río en este sector está dominada por chilca de más de 2 m, brea más bien rala, gran cantidad de piedras y arena. Aguas abajo del muro, sector que quedaría sin agua una vez que se construya la presa, la vegetación está representada principalmente por sauces , álamos y chilcas (Foto 32).

La zona que será inundada por las aguas del embalse Cerrilos afectará a cultivos, áreas con vegetación natural y casas y bodegas. Partiendo desde la cola del embalse, se tiene lo siguiente en la zona de inundación:

La foto 33 muestra una panorámica de la cola del embalse Cerrillos, en que se aprecian terrenos cultivados (papas y trigo), barbechos para zapallos y pradera natural regada. Aguas abajo de este sector se aprecia un parronal,una siembra de trigo, una pradera natural regada, terrenos barbechados y se divisa otro sector con parronales (Foto 34). Una panorámica de estas área descritas, tomada ahora hacia aguas arriba se aprecia en la foto en la que se distingue además una zona con alfalfa, otro con habas, una pequeña plantación de damascos y grandes extenciones con vegetación natural y caja del río.

Por último, las fotos 35, 36 y 37 muestran la zona de mayor importancia de cultivos que sería inundada por el embalse Cerrillos, incluyendo plantaciones frutales, plantaciones forestales (eucalyptus) y zonas de cultivos agrícolas y de praderas.

3.2.1.15 Embalse Canelillo

El muro de este embalse se situaría en la angostura que presenta el río Choapa unos 1000 metros antes de su confluencia con el río Illapel (Foto 38). En el costado derecho el río, el empotramiento de la presa iría en un maciso rocoso que presenta como corona una planicie con pradera natural regada, la que incluye algunos espinos ralos de 1 a 2 m de alto (Foto 39).

En el costado izquierdo del río, el muro iría empotrado en la ladera baja de un cerro, debajo el camino que une Los Vilos con Illapel (Fotos 40 y 41). Por tratarse de una ladera de exposición norte con sustrato rocoso y de rodados, la vegetación de ella está representada por un matorral bajo y ralo de palo negro asociado con chagual.

Aguas arriba de la presa, en el costado derecho del río se aprecia una pradera natural regada, compuesta por especies anuales naturales entre las que dominan alfilerillo, hualputra y Bromus berteroanus, con una cobertura de 75 a 90% del suelo y una altura inferior a 25 cm; en dicha formación herbácea se presenta además una estrata de cardo penquero (Cynara cardunculus) con una altura de 25 a 50 cm y una cobertura de 30% (Foto 42).

Aguas abajo de la presa, la vegetación terrestre de los márgenes del río es muy escasa por no decir inexistente, debido al sustrato rocoso y gravilloso de ambas riberas (Foto 43).

En la zona de la cola del embalse Canelillo, la vegetación es predominantemente natural, con matorrales de espino en las terrazas del río y chilcas, romeros y huinganes en la caja misma. El margen izquierdo del río en dicho sector corresponde a la terraza antigua del mismo río, con una ladera de pendientes fuertes, de exposición norte y de escasa vegetación (Foto 44). La cola del embalse llegará supuestamente hasta el puente de ferrocarril situado en las proximidades de la Estación Choapa. En dicho sector, la vegetación natural sigue siendo el espinal al cual se asocian algunos sauces (Foto 45).

3.2.2 Fauna terrestre

Los objetivos del estudio de línea base de la fauna en el área del proyecto integral de regadío Choapa, IV. Región, se relacionan con:

- Determinar la diversidad y abundancia relativa de las especies de vertebrados terrestres en el área afectada por la ejecución del Proyecto Choapa.
- Hacer una caracterización de las especies según su ambiente.
- Identificar las especies de vertebrados que estén en alguna categoría de conservación en Chile y específicamente en el área de estudio.

Con los resultados faunísticos obtenidos en la prospección del área se definen y valorizan los impactos positivos y negativos en que será afectada la fauna de vertebrados por el desarrollo del proyecto integral de riego Choapa.

Se definirán acciones para minimizar los efectos que el desarrollo del proyecto produzca sobre la fauna autóctona residente en el área de estudio.

En general la literatura existente no hace referencia específica sobre las especies de vertebrados terrestres que puedan encontrarse en el área misma de intervención de obras mayores del proyecto, ya que la mayoría de las citas sólo proporcionan información de los límites distribucionales generales de las distintas especies de vertebrados. Por esto se realizó una campaña de terreno a la zona de estudio identificando la fauna existente. Se puso especial énfasis en aquellos lugares en donde se construirían los embalses y zonas de otras obras mayores como canales matrices, canales y túnel alimentadores y sifones.

El área fue cuidadosamente prospectada junto con otros especialistas (botánico-fitoecólogo, Limnólogo, Especialista en Impacto Ambiental y arqueólogo).

Desde el punto de vista faunístico se identificaron todas las especies de vertebrados en las distintas zonas. Se utilizaron binoculares 10x40 mm y telescopio Zoom de 60 mm. Además, se visitaron todos los cursos de agua, relevantes al proyecto, para la captura e identificación de la fauna de herpetozoos.

Debido a que la fauna tiene una gran movilidad, especialmente las aves, y con el objeto de simplificar y hacer más eficiente la obtención de información de las especies existentes en cada zona de estudio, se consideraron tres zonas bien definidas según altura y características fitogeográficas:

- Zona Costera: desde la zona de Huentelauquén hasta la intersección del río Choapa con el Illapel. Este ambiente se caracteriza por ser muy árido con algunas terrazas de regadío y zonas de montaña con vegetación esclerófila autóctona.

- Zona Intermedia: Abarca la zona del valle comprendida entre la zona del embalse Cerrillos hasta la zona de Salamanca. Esta zona está conformada principalmente por campos agrícolas adyacentes a los cursos de agua.

- Zona Interior: desde la zona de Salamanca hacia arriba. Esta zona se caracteriza por ser un ambiente muy intervenido por acción del ganado caprino.

Con toda la información colectada en terreno se confeccionaron listas sistemáticas para los vertebrados terrestres: mamíferos, aves, reptiles y anfibios. Estos constituyen la base del análisis que se presenta a continuación. Específicamente para el grupo de las aves, que son el grupo más diversificado, éstas

se separaron en Passeriformes y No-passeriformes para todos los análisis posteriores.

En general toda la zona de estudio, es una área que está altamente intervenida por la agricultura y forrajeo de caprinos. La fauna autóctona presente en la zona de valle y costera es típica de campos agrícolas y de zonas intervenidas. Estas especies no son muy exigentes en relación al tipo de ambiente. Sólo en los contrafuertes cordilleranos de la zona Intermedia y en las quebradas de los sectores más altos de la zona Interior, existe vegetación nativa en donde se concentran algunas pequeñas poblaciones interesantes de aves, pero fuera del área de intervención del proyecto.

A continuación se señala en orden sistemático la fauna existente en el área de desarrollo de las principales obras del proyecto integral de riego Choapa.

En el cuadro N° 6.5-5 se muestra la lista sistemática de las especies de Mamíferos presentes en la zona de impacto. Las especies se listan en las categorías de Orden, Familia y Especie. Se entrega el nombre común para cada una de las especies.

Un total de 24 especies de Mamíferos se encuentran en la zona dado su rango distribucional, las cuales están representadas por 4 Ordenes y 12 Familias. 18 especies corresponden a micromamíferos y sólo 6 a macromamíferos (Orden Carnívora).

En el cuadro N° 6.5-6 aparece la lista sistemática para las aves presentes en el área de estudio. Se señala la existencia potencial y el número de ejemplares observados en el campo de cada especie en las distintas zonas que contempla el proyecto de riego (ver metodología). Se señala también las zonas en que no habría determinada especie. En la primera columna se ordenan sistemáticamente las especies por Orden y Familia, además del nombre común para cada una de ellas. En la segunda columna aparece el ambiente ocupado por la especie, lo que es muy útil para definir hábitats valiosos, en los cuales se debiera minimizar la intervención en función del mayor número de especies presente. En total el grupo de las aves en la zona está representado por 124 especies, siendo el grupo de vertebrados mas numeroso. Las aves están representadas por 16 Ordenes, siendo el más diverso el de los Passeriformes con 45 especies, y 37 Familias.

El Cuadro N° 6.5-7 muestra el número de especies de aves por Familia (37) en cada uno de los ambientes: campos abiertos (72 especies), acuático (37 especies), ribereño (8 especies), bosque (23 especies), matorral (35 especies) y costa (con 12

especies). El ambiente que posee el mayor número de especies es el de campos abiertos con un 58% del número de especies totales, lo sigue el acuático y el de matorral con un 30% aproximadamante cada uno. Son estos los ambientes que mayormente serían intervenidos por acciones del proyecto, sin embargo con la construcción de embalses las aves se beneficiarían por la futura disponibilidad de alimento, sitios de nidificación, etc. Especialmente favorecidos sería el grupo de los Anseriformes que corresponden al grupo de los patos que son exclusivamente acuáticos.

El cuadro N° 6.5-8 señala el número de especies Passeriformes y no-Passeriformes en las distintas zonas elegidas para el área de estudio. Las zonas que poseen el mayor número de especies Passeriformes son la Costa y la Intermedia, seguida por la zona Interior (es necesario recordar que una especie puede estár en las tres zonas al mismo tiempo). Para las aves no-Passeriformes la situación es similar. Una explicación de esta abundancia y distribución, es que en esta zona se mezclan dos grupos faunísticos tanto del valle como de la cordillera de la costa. Además existen algunos parches aislados de bosque nativo, los que hacen el efecto de oasis para alguna especies de aves. Esta distribución de las especies se aprecia claramente cuando se grafican los resultados (ver Figura 6.5.1-1). Este resultado general nos dice que el ambiente costero y de valle (Intermedio) ofrece mayor disponibilidad de hábitats para las especies de aves, en cambio el ambiente cordillerano del sector Interior es menos diverso y por lo tanto más homogéneo. Por otro lado en el mismo cuadro N° 6.5-8 aparece el número de especies ausentes, es decir, que no pueden ocupar este rango distribucional, las especies de existencia dudosa, es decir, que posiblemente se encuentren en esta zona, pero que no fueron avistadas durante las campañas de terreno.

El cuadro N° 6.5-9 muestra la lista sitemática de los Reptiles presentes en la zona de estudio. Todas las especies pertenecen al Orden Squamata, se encuentran representadas en el sector 4 Familias con un total de 14 especies. La Familia más numerosa corresponde a la Familia Iguanidae con 10 especies del género Liolaemus, un género de amplia distribución en Chile, por lo que esta fauna en particular no representa ningún riesgo en cuanto a conservación frente a las obras que se ejecuten.

El Cuadro N° 6.5-10 muestra una lista sistemática de las especies de Anfibios presentes en el área. Un total de 4 especies se encuentran representados en dos Familias: Bufonidae y Leptodactylidae, las dos dentro del Orden Anura.

El estado de conservación de las especies de vertebrados terrestres presentes en el área se muestra en el cuadro Nº 6.5-11 (según Libro Rojo de los Vertebrados Terrestres de Chile, CONAF, 2a Edición, 1993). Para la clase de vertebrados de los Mamíferos se señalan 13 especies, de las cuales 5 se encuentran en peligro, 4 especies son vulnerables, 1 se encuentra amenazada (Abrocoma bennetti) y 3 están inadecuadamente conocidas.

En la clase Aves, se presentan 15 especies, de las cuales 3 están en peligro, 4 se encuentran vulnerables, 5 especies se consideran raras y 3 especies están inadecuadamente conocidas.

Para el caso de los Reptiles (con 11 especies), la mayoría de las especies de este grupo está inadecuadamente conocidas (9 especies), una de ellas (Liolaemus lorenzmulleri) es vulnerable y L. kuhlmani se encuentra amenazada.

El grupo menos numeroso de los Anfibios (con 4 especies) tiene la mayoría de sus especies (3 especies que corresponden al género Bufo) en la categoría de amenazada, y solamente 1 especie (Caudiververa caudiververa) se encuentra vulnerable.

La información anteriormente señalada se encuentra resumida en el cuadro N° 6.5-12. De un total de 43 especies de vertebrados en la zona de estudio, 8 de ellas se encuentran en peligro (18,6%), 10 especies son vulnerable (23,3%), 5 especies son raras (11,6%), 5 especies están amenazadas (11,6%) y la mayor parte de las especies de vertebrados (15 especies, lo que corresponde a 38,9%) está inadecuadamente conocida.

CUADRO 6.5-5 LISTA SISTEMÁTICA DE LAS ESPECIES DE MAMÍFEROS PRESENTES EN LA ZONA DEL PROYECTO INTEGRAL DE REGADIO CHOAPA.

Orden	Familia	Especie	Nombre común
MARSUPIALES	Didelphidae	Marmosa elegans	Yaca
QUIROPTEROS	Desmodontidae	Desmodus rotundus	Piuchén
	Vespertilionidae	Myotis chiloensis	Murciélago oreja de ratón
		Histiotus montanus	Murciélago orejudo
		H. macrotus	Orejón
		Lasiurus borealis	Murciélago colorado
		L. cinereus	Murciélago gris
	Melossidae	Tadarida brasiliensis	Murciélago común
ROEDORES	Cricetidae	Oryzomys longicaudatus	Lauchita de los espinos
		Akodon olivaceus	Ratoncito oliváceo
		A. longipilis	Ratoncito peludo
		Notiomys megalonyx	Ratón topo del matorral
		Phillotis darwini	Lauchón orejudo
	Chinchillidae	Lagidium viscacia	Vizcacha
	Capromydae	Myocastor coypus	Coipo
	Octodontidae	Octodon degus	Degu
		Spalacopus cyanus	Cururo
	Abrocomidae	Abrocoma bennetti	Ratón chinchilla

CARNIVORA	Canidae	Dusicyon culpaeus	Zorro culpeo
		D. griseus	Chilla
	Felidae	Felis concolor	Puma
		F. guigna	Guiña
		F. colocolo	Gato colocolo
	Mustelidae	Galictis cuja	Quique

CUADRO 6.5-6 LISTA SISTEMÁTICA DE LAS ESPECIES DE AVES PRESENTES EN LA ZONA DEL PROYECTO INTEGRAL DE RIEGO CHOAPA

ESPECIE	Ambiente[2]	Zonas[1]		
		B	I	A
ORDEN TINAMIFORMES				
Familia Tinamidae				
1. Nothoprocta perdicaria - Perdiz chilena	Ca,M	1	2	6
ORDEN PODICIPEDIFORMES				
Familia Podicipedidae				
2. Podiceps rolland - Pimpollo	Ac	X	X	X
3. P. mayor - Huala	C,Ac	X	X	?
4. Podilymbus podiceps - Picurio	Ac	2	X	X
ORDEN PELICANIFORMES				
Familia Phalacrocoracidae				
5. Phalacrocorax olivaceus - Yeco	C,R	12	30	X
ORDEN CICONIIFORMES				
Familia Ardeidae				
6. Ixobrychus involucris - Huairavillo	Ac	X	X	-
7. Ardea cocoi - Garza cuca	R,Ac	X	-	-
8. Casmerodius albus - Garza grande	Ca,Ac	4	6	X
9. Egretta thula - Garza chica	Ca,Ac	8	6	2
10. Bubulcus ibis - Garza bollera	Ca	X	23	X
11. Nycticorax nycticorax - Huairavo	Ac	2	1	X
Familia Threskiornithidae				
12. Theristicus caudatus - Bandurria	Ca	X	X	-
13. Plegadis chihi - Cuervo de Pantano	Ca,Ac	X	X	-

ORDEN ANSERIFORMES				
Familia Anatidae				
14. Anas flavirostris- Pato Jergón chico	Ac	2	7	X
15. A. sibilatrix - Pato real	Ac	X	6	?
16. A. bahamensis - Pato gargantillo	Ac	X	X	?
17. A. georgica - Pato Jergón grande	Ac	14	32	1
18. A. cyanoptera - Pato colorado	Ac	X	X	?
19. A. platalea - Pato cuchara	Ac	X	4	-
20. A. versicolor - Pato capuchino	Ac	X	X	-
21. Merganetta armata - Pato cortacorrietes	Ac	-	X	X
22. Netta peposaca - Pato negro	Ac	X	X	-
23. Cairina moschata - Pato criollo	Ac	X	X	X
24. Oxiura vittata - Pato rana de pico delgado	Ac	X	X	-
25. Chloephaga melanoptera - Piuquén	Ac	X	X	X
ORDEN FALCONIFORMES				
Familia Cathartidae				
26. Coragyps atratus - Jote de cabeza negra	Ca,B	X	3	2
27. Cathartes aura - Jote de cabeza colorada	C	3	2	X
28. Vultur gryphus - Cóndor	Ca	?	?	X
Familia Accipitridae				
29. Elanus leucurus - Bailarín	Ca	1	X	-
30. Geranoaetus melanoleucus - Aguila	B,M	3	2	2
31. Circu cinereus - Vari	Ca,Ac,M	1	X	-
32. Parabuteo unicinctus - Peuco	Ca,B	2	2	X
33. Buteo polyosoma - Aguilucho	Ca,B	2	1	1
34. B. albigula - Aguilucho chico	B	-	X	?
Familia Pandionidae				
35. Pandion haliaetus - Aguila pescadora	Ca,mi	X	X	?
Familia Falconidae				
36. Polyborus plancus - Traro	Ca	X	X	X
37. Milvago Chimango - Tiuque	Ca	6	12	4
38. Phalcoboenus magalopteros - Carancho cordillerano	Ca	-	-	X
39. Falco sparverius - Cernícalo	Ca,B,M	5	10	3
40. F. femoralis - Halcón perdiguero	Ca,B,M	X	X	?
41. F. peregrinus - Halcón peregrino	B,mi	X	X	X
ORDEN GALLIFORMES				
Familia Phacianidae				
42. Callipepla californica - Codorniz	Ca,M	7	23	6
ORDEN GRUIFORMES				
Familia Rallidae				
43. Rallus sanquinolentus - Pidén	Ac,Ca	8	20	5
44. Porphyriops melanops - Taguita	Ac	4	6	X
45. Fulica armillata - Tagua	Ac	2	2	?
46. F. leucoptera - Tagua chica	Ac	X	X	?
47. F. rufifrons - Tagua de frente roja	Ac	2	X	?

ORDEN CHARADRIIFORMES				
Familia Rostratulidae				
48. Nycticryphes semicollaris - Becasina pintada	Ca	X	X	?
Familia Charadriidae				
49. Vanellus chilensis - Queltegüe	Ca	6	15	4
50. Oreopholus ruficollis - Chorlo de campo	Ca	X	-	-
Familia Recurvirostridae				
51. Himantopus mexicanus - Perrito	Ac	X	X	-
Familia Scolopacidae				
52. Gallinago gallinago - Becasina	Ac,Ca	1	X	?
53. Tringa flavipes - Pitotoy chico	C,mi	X	-	-
54. T. melanoleuca - Pitotoy grande	C,mi	X	-	-
55. C. alba - Playero blanco	C	23	-	-
56. C. bairdii - Playero de Baird	C	X	-	-
57. Numenius phaeopus - Zarapito	C,mi	6	-	-
Familia Thinocoridae				
58. Thinocorus rumicivorus - Perdicita	Ca,M	2	X	?
59. T. orbignyanus - Perdicita cojón	Ca	-	?	X
Familia Laridae				
60. Larus dominicanus - Gaviota dominicana	Ac,Ca	13	5	-
61. L. maculipennis - Gaviota Cahuil	Ac,Ca	4	2	-
62. L. pipixcan - Gaviota de Franklin	Ca,C,mi	4	X	-
63. L. serranus - Gaviota andina	Ca,C,R	X	X	X
ORDEN COLUMBIFORMES				
Familia Columbidae				
64. Columba livia - Paloma	Ca	X	X	X
65. C. araucana - Torcaza	Ca,B	-	X	X
66. Zenaida auriculata - Tórtola	Ca,M	30	37	12
67. Columbina picui - Tortolita cuyana	Ca,M	8	24	6
68. Metriopelia melanoptera - Tórtola cordillerana	Ca	-	X	8
ORDEN PSITTACIFORMES				
Familia Psittacidae				
69. Cyanoliseus patagonus - Tricahue	Ca,B	-	X	X
ORDEN STRIGIFORMES				
Familia Tytonidae				
70. Tyto alba - Lechuza	Ca,B	X	X	X
Familia Strigidae				
71. Bubo virginianus - Tucúquere	B	X	X	X
72. Glacidium nanum - Chuncho	Ca,B	3	2	X
73. Athene cuniculinaria - Pequén	Ca	X	X	X
74. Asio flammeus - Nuco	Ca,Ac	X	X	-
ORDEN CAPRIMULGIFORMES				
Familia Caprimulgidae				
75. Caprimulgus longirostris - Gallina ciega	M	X	X	X

ORDEN APODIFORMES				
Familia Trochilidae				
76. Patagona gigas - Picaflor gigante	Ca,M	2	5	X
77. Sephanoides galeritus - Picaflor	Ca,B,M	2	3	X
ORDEN PICIFORMES				
Familia Picidae				
78. Picoides lignarius - Carpinterito	Ca,B	X	X	-
79. Colaptes pitius - Pitío	Ca,B	X	1	X
	Ca	X	X	-
ORDEN PASSERIFORMES	Ca,M	X	X	X
Familia Furnariidae				
80. Geositta cunicularia - Minero	C,R	X	X	-
81. Upucerthia dumetaria - Bandurrilla	Ca	4	2	2
82. Cinclodes nigrofumosus - Churrete	C,R	-	X	?
costero	Ca,B	X	X	-
83. C. fuscus - Churrete acanelado	Ac	X	X	-
84. C. oustaleti - Churrete chico				
85. Aphrastura spinicauda - Rayadito	Ca,B,M	2	3	X
86. Phleocryptes melanops - Trabajador	M,B	X	X	X
87. Leptasthenura aegithaloides				
- Tijeral	B,M	X	4	X
88. Thripophaga humicola - Canastero	M	X	1	1
Familia Rhinocryptidae				
89. Pteroptochos megapodius - Turca	Ca	X	X	X
90. Scelorchilus albicollis - Tapaculo	Ca,M	3	4	1
Familia Tyrannidae				
91. Agriornis livida - Mero	Ca	X	X	X
92. Pyrope pyrope - Diucón				
93. Muscisaxicola macloviana -Dormilona	Ca	?	?	X
tontita	Ca	?	X	X
94. M. rufivertex - Dormilona de nuca	Ca	4	2	X
rojiza	Ca,Ac	X	X	-
95. M. maculirostris - Dormilona chica	M,B	X	3	X
96. Lessonia rufa - Colegial				
97. Hymenops perspicillata - Run - run	Ac	X	X	-
98. Elaenia albiceps - Fio - fio	M	2	4	2
99. Tachuris rubrigastra - Siete	M,B	X	X	?
colores				
100. Anairetes parulus - Cachudito	M	2	3	X
101. Colorhamphus parvirostris - Viudita				
Familia Phytotomidae				
102. Phytotoma rara - Rara	Ca,R	7	15	5
Familia Hirundinidae				
103. Tachycineta leucopyga - Golondrina	Ca,R	6	3	X
chilena				
104. Pygochelidon cyanoleuca - G. de	Ca,mi	X	X	X
dorso negro				
105. Hirundo rustica - Golondrina	M	3	5	1
bermeja				
Familia Troglodytidae	Ac,R	X	X	?
106. Troglodytes aedon - Chercán				
107. Cistothorus platensis - Chercán de	Ca,M,B	14	7	3
las vegas				

Familia Muscicapidae				
108. Turdus falklandii - Zorzal				
Familia Mimidae				
109. Mimus thenca - Tenca				
Familia Motacillidae				
110. Anthus correndera - Bailarín chico	M	2	1	X
Familia Emberizidae	M	23	7	2
111. Sicalis luteola - Chirigüe	Ca	-	?	?
112. Zonotrichia capensis - Chincol	M	3	17	2
113. Agelaius thilius - Trile	Ca,M	12	62	6
114. Sturnella loica - Loica	M,Ca	3	8	3
Familia Fringillidae	Ca	-	-	?
117. Phrygilus gayi - Cometocino de Gay				
118. Ph. fruticeti - Yal	Ca	3	13	X
119. Ph. unicolor - Pájaro plomo				
120. Ph. alaudinus - Platero				
121. Diuca diuca - Diuca				
122. Carduelis barbatus - Jilguero				
123. C. uropygialis - Jilguero cordillerano				
Familia Passeridae				
124. Passer domesticus - Gorrión				

(1) B: baja, I: intermedia y A: alta. Para cada especie aparece el número de ejemplares observados en el campo. (X): denota presencia, (?): existencia dudosa y (-): ausencia.

(2) Abreviaciones:

- Ca (campos abierto): campos abiertos incluyendo campos agrícolas y pastizales.
- Ac (Acuático): comprende sistemas límnicos como lagunas, ríos, etc.
- R (ribereño):comprende las orillas de los ríos y canales.
- B (Bosque):vegetación arbórea densa, superior a 3 metros de altura.
- M (Matorral):vegetación densa, menor que 3 metros de altura.
- C (costa): ambiente de playa, desembocadura de río.
- mi (migratorio): migratorio altitudinal y latitudinal.

CUADRO N° 6.5-7. NUMERO DE ESPECIES DE CADA FAMILIA DE AVES REPRESENTADAS EN CADA UNO DE LOS AMBIENTES[a]

	Ca	Ac	R	B	M	C	Nº Esp.
Orden Tinamiformes Familia Tinamidae	1				1		1
Orden Podicipediformes Familia Podicipedidae		3				1	3
Orden Pelicaniformes Familia Phalacrocoracidae			1			1	1
Orden Ciconiformes Familia Ardeidae	3	5	1				6
Familia Threskiornithidae	2	1					2
Orden Anseriformes Familia Anatidae		12					12
Orden Falconiformes Familia Cathartidae	2			1		1	3
Familia Accipitridae	5	1		4	2		7
Familia Falconidae	5			3	2		6
Orden Galliformes Familia Phacianidae	1				1		1
Orden Gruiformes Familia Rallidae	1	5					5
Orden Charadrriformes Familia Rostratuliadae	1						1
Familia Charadrridae	2						2
Familia Recurvirostridae		1					1
Familia Scolopaciadae	1	1				5	6
Familia Thinocoridae	2				1		2
Familia Laridae	4	2	1			2	4
Orden Columbiformes Familia Columbidae	5			1	2		5
Orden Psittaciformes Familia Psittacidae	1			1			1
Orden Strigiformes Familia Tytonidae	1			1			1
Familia Strigidae	3	1		2			4

Orden Caprimulgiformes Familia Caprimuligidae					1		1
Orden Apodiformes Familia Trochilidae	2			1	2		2
Orden Piciformes Familia Picidae	2			2			2
Orden Passeriformes Familia Furnariidae	5	1	2	3	3	2	9
Familia Rhinocryptidae				1	2		2
Familia Tyrannidae	7	2		2	4		11
Familia Phytotomidae					1		1
Familia Hirundinidae	3		2				3
Familia Troglodytidae		1	1		1		2
Familia Muscicapidae	1			1	1		1
Familia Mimidae					1		1
Familia Motacillidae	1						1
Familia Emberizidae	6	1			5		6
Familia Fringilidae	4				5		7
Familia Passeridae	1						1
TOTAL:	72	37	8	23	35	12	124

(a)Ca: campos abiertos, Ac: acuático, R: ribereño, B: bosque, M: matorral y C: costa.

CUADRO N° 6.5-8. NUMERO DE ESPECIES PASERIFORMES Y NO PASERIFORMES ENCONTRADAS EN LAS DISTINTAS ZONAS ELEGIDAS PARA EL AREA DE ESTUDIO

	Zona								
	Costa			Intermedia			Interior		
	O[a]	X[b]	?[c]	O	X	?	O	X	?
No Paseriformes	34	37	1	30	39	2	14	30	13
Paseriformes	21	18	2	25	17	2	15	15	8
Total		55			56			45	

(a) O: especies ausentes.
(b) X: especies presentes.
(c) ?: especies de existencia dudosa en la zona.

CUADRO N 6.5-9 LISTA SISTEMATICA DE REPTILES PRESENTES EN LA ZONA DE ESTUDIO

ORDEN/FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN
ORDEN SQUAMATA Familia Colubridae	Philodryas chamissonis	Culebra de cola larga
	Tachymenis chilensis	Culebra de cola corta
Familia Gekkonoidae	Garthia peñai	
Familia Iguanidae	Liolaemus chilensis	Lagarto verde
	L. monticola	
	L. tenuis	
	L. nigromaculatus	
	L. nitidus	
	L. lemniscatus	Lagartija café chica
	L. fuscus	
	L. lorenzmulleri	
	L. zapallarensis	
	L. kuhlmani	
Familia Teiidae	Callopistes palluma	Lagarto

CUADRO N° 6.5-10. LISTA SISTEMATICA DE LAS ESPECIES DE ANFIBIOS PRESENTES EN LA ZONA DEL PROYECTO INTEGRAL DE RIEGO CHOAPA. CHOAPA

ORDEN/FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN
ORDEN ANURA Familia Bufonidae	Bufo spinulosus	Sapo
	B. chilensis	
Familia Leptodactylidae	Caudiverbera caudiverbera	Rana grande
	Pleurodema thaul	Sapito cuatro ojos

CUADRO N° 6.5-11. ESTADO DE CONSERVACION DE LA FAUNA DE VERTEBRADOS EN LA ZONA DE CHOAPA

ORDEN/ESPECIE	P[a]	V[b]	R[c]	A[d]	I[e]
MAMIFEROS 1. Marmosa elegans (Yaca)	X				
2. Desmodus rotundus (Piuchén)					X
3. Notiomys megalonyx (Ratón topo del matorral)	X				
4. Lagidium viscacia (Viscacha)		X			
5. Myocastor coypus (Coipo)		X			
6. Abrocoma bennetti (Ratón chinchilla)			X		
7. Canis culpaeus (Culpeo)					X
8. Canis griseus (Chilla)					X
9. Galictis cuja (Quique)		X			
10. Lutra felina (Huillín)	X				
11. Felis colocolo (Gato colocolo)	X				
12. Felis concolor (Puma)		X			
13. Felis guigna (Güiña)		X			
AVES 14. Ixobrychus involucris (Huairavillo)		X			
15. Ardea cocoi (Garza cuca)			X		
16. Theristicus caudatus (Bandurria)	X				
17. Chloephaga melanoptera (Piuquén)		X			
18. Anas bahamensis (Pato gargantillo)		X			
19. A. platalea (Pato cuchara)					X
20. Vultur gryphus (Cóndor)		X			
21. Pandion haliaetus (Aguila pescadora)	X				
22. Falco pregrinus (Halcón peregrino)				X	
23. Nycticryphes semicollaris (Becasina pintada)		X			
24. Gallinago gallinago (Becasina)		X			

25. Larus serranus (Gaviota andina)		X			
26. Columba araucana (Torcaza)	X				
27. Cyanoliseus patagonus (Tricahue)	X				
28. Asio flammeus (Nuco)					X
REPTILES 29. Philodryas chamisonis (Culebra de cola larga)					X
30. Tachymenis chilensis (Culebra de cola corta)					X
31. Callopistes palluma (Lagarto)					X
32. Garthia peñai					X
33. Liolaemus chilensis (Lagarto verde)					X
34. L. nitidus					X
35. L. lemniscatus (Lagartija café chica)					X
36. L. fuscus					X
37. L. lorenzmulleri		X			
38. L. zapallarensis					X
39. L. kuhlmani				X	
ANFIBIOS 40. Bufo spinulosus				X	
41. B. atacamensis				X	
42. B. chilensis				X	
43. Caudiverbera caudiverbera		X			

(a) P: en peligro de extinsión, (b) V: vulnerable, (c) R: rara, (d) A: amenazada y (e) I: inadecuadamente conocida

CUADRO N° 6.5-12. NUMERO DE ESPECIES DE CADA CLASE DE VERTEBRADOS CONCIDERADAS EN PELIGRO, VULNERABLES, RARAS, AMENAZADAS O INADECUADAMENTE CONOCIDAS (Libro Rojo de los Vertebrados Terrestres de Chile. CONAF, 1993)

CATEGORIA	CLASE DE VERTEBRADOS				
	MAMIFEROS	AVES	REPTILIA	AMPHIBIA	Total
EN PELIGRO	5	3	0	0	8
VULNERABLE	4	4	1	1	10
RARAS	0	5	0	0	5
AMENAZADAS	1	0	1	3	5
INADECUADAMENTE CONOCIDAS	3	3	9	0	15
Total:	13	15	11	4	43

CUADRO N° 6.5-13. NUMERO DE ESPECIES DE LAS FAMILIAS DE AVES QUE HABITAN LOS AMBIENTES ACUATICOS O RIBEREÑOS Y SU DISTRIBUCION RELATIVA A LAS ZONAS: BAJA, INTERMEDIA O ALTA

	AMBIENTE		ZONAS			
Familia	Acuático	Ribereño	B[a]	I[b]	A[c]	TE
Podicipedidae	3	0	3	3	2	3
Phalacrocoracidaee	0	1	1	1	1	1
Ardeidae	5	1	5	4	3	5
Threskiornithidae	1	0	1	1	0	1
Anatidae	12	0	11	12	5	12
Accipitridae	0	1	1	1	0	1
Rallidae	5	0	5	5	2	5
Recurvirostridae	1	0	1	1	0	1
Scolopacidae	1	0	1	1	0	1
Laridae	2	1	3	3	1	3
Strigidae	1	0	1	1	0	1

Furnariidae	1	2	2	3	0	3
Tyrannidae	2	0	2	2	0	2
Hirundinidae	0	2	2	2	2	2
Troglodytidae	0	1	1	1	0	1
Emberizidae	1	0	1	1	0	1
TOTAL:	35	9	41	42	16	43

(a): zona baja, (b): zona intermedia y (c): zona alta
TE: total de especies.

3.2.3 Flora y Fauna Acuática

3.2.3.1 Calidad físico química del agua.

La calidad fisico-química del agua fue medida "in situ" y en muestras colectadas durante las dos campañas de terreno realizadas en la cuenca del río Choapa. Las variables y metodologías de medición utilizadas se indican a continuación en el cuadro N° 6.5-14.

Cuadro N° 6.5-14. Variables de calidad físico-quimica del agua en la cuenca del río Choapa y su metodología de medición.

Variable	Unidad	Método de Medición
Temperatura	°C	Termómetro de Mercurio
pH		pH-metro de campo
Conductividad	µS/cm	Conductivímetro de campo
Alcalinidad	mM/l	Golterman **et al.** 1978
Fósforo total	µg/l	Muhlhauser **et al.**1987
Nitrógeno total	µg/l	Muhlhauser **et al.**1987

Los resultados de las mediciones de la calidad físico-química del agua se muestran a continuación en el Cuadro Nº 6.5-15.

Cuadro N° 6.5-15. Resultados de las mediciones de variables de calidad físico-química del agua en distintas localidades de la cuenca del río Choapa.

Localidad/Paráme-tros*	1	2	3	4	5	6
23-25.9.94 Choapa en puente ruta 5	14,0	7,8	452,6	1,5	15,3	155,3
Est. Millahue en ruta 5 :	16,5	7,6	415,9	1,3	18,0	155,3
Choapa en Atelcura	16,0	7,6	-	3,4	38,1	369,6
E. Camisas aguas arriba cola embalse Corrales (Angostura Guallollo)	21,0	7,3	202	1,3	17,1	199
6.9.10.94 Junta Est. León Muerto y Est. Camisas	22,0	7,7	192	2,0	13,5	354
Est. Camisas en Presa Embalse Corrales	19,0	7,6	107	1,4	9,9	256
Est. Camisas en Cola Embalse Corrales	25,0	8,7	174	1,0	11,7	249
Choapa en presa Embalse Cerrillos	23,0	8,3	284	1,1	18,9	290
Choapa en Embalse Cerrillos	23,0	8,3	293	1,3	18,9	257
Choapa en cola Embalse Cerrillos	22,0	8,3	293	1,1	14,4	245
Choapa en presa Embalse Canelillo	15,0	8,0	295	1,3	12,6	254
Choapa en cola Embalse Canelillo	16,0	8,7	313	1,3	12,6	240

* Parámetros: 1, temperatura; 2, pH; 3,conductividad; 4, alcalinidad; 5, fósforo total; 6, nitrógeno total
n = 2

3.2.3.2 Flora acuática.

A continuación se muestra la información relativa a la vegetación acuática existente en los cursos de agua muestreados en las dos campañas de terreno. Las muestras fueron tomadas en los mismos lugares en que se muestreó la calidad del agua y la fauna acuática. Las muestras de vegetación fueron cualitativas.

Cuadro N° 6.5-16. Registro cualitativo de las principales especies de vegetación acúatica y algas de la cuenca del río Choapa.

ESPECIE	R.Choapa	Est.Millahue	Est.Atelcura
Azolla sp	*		*
Chara sp	*		
Egeria andina	*		
Miriophylum acuaticum	*		
Nitella sp	*		
Lemna sp			*
Potamogetum berteroanus	*	*	*
CIANOBACTE-RIA			
Anabaena sp		*	
CLOROPHYTA			
Cladophora sp	*	*	*
Spirogira sp	*	*	*
Ulotrix sp			*
BACILLARIO-PHYTA			
Cymbella sp	*	*	*
Fragilaria sp	*	*	*
Gonphonema sp.	*	*	*

Los datos presentan un alto contingente de especies y géneros ampliamente distribuidos en el mundo. Prospecciones más intensivas en todo el contorno de la cuenca del Choapa probablemente prodrían agregar a la lista un par más de especies; pero se denota cierta tendencia a la homogeneidad en localidades afines. Los esteros Millahue y Atelcura presentan una menor diversidad de vegetación acúatica. En tanto en el rio Choapa y esteros de mayor flujo de agua, es mayor la variedad y abundancia de vegetación acúatica. Potamogeton berteroanus (Espiga de agua), planta acúatica enraizada y completamente sumergida, muy abundante en todos los ambientes acúaticos del país. El grupo de plantas flotantes: Lemna y Azolla se encuentran en los bordes de las orillas de las zonas más protegidas de los esteros. Miriophylum acuaticum, habita en sustratos fangosos, de aguas tranquilas, es una especie cosmopólita.

Cuadro N° 6.5-17. Registro cualitativo de las principales especies de vegetación acúatica y algas de la cuenca del río Choapa.

Embalses								
Especie	Corrales			Canelillo		Cerrillos		
	1	3	4	1	3	1	2	3
Azolla sp		*					*	*
Chara sp	*		*	*	*	*	*	*
Egeria andina	*		*		*		*	*
Miriophylum acuaticum	*		*		*	*	*	*
Nitella sp				*	*	*	*	*
Lemna sp			*					
CIANOBACTE-RIA								
Anabaena sp		*						
CLOROPHYTA								
Cladophora sp	*	*	*					
Spirogira sp		*						
Ulotrix sp	*		*					
BACILLARIO-PHYTA								
Fragilaria sp	*							

1: muro, 2: Inundación, 3: cola, 4: aguas arriba embalse.

3.2.3.3 Fauna acuática.

La fauna acuática en el área de desarrollo del proyecto integral de regadío Choapa. Los críterios de selección de áreas de muestreo, corresponden a las zonas donde se proyectan la

construcción y/o modificación de embalses, canales matrices, sifones y otras obras mayores del proyecto.

En las zonas correspondientes a los embalses se muestreó en áreas del muro, cola y extraordinariamente las zonas intermedia y aguas arriba del futuro embalse.

Las muestras fueron colectadas en los mismos sitios en que se tomaron las muestras para análisis de calidad de agua (vease Cuadro N° 6.5-15). Los muestreos de la fauna y flora bentónica (de fondo), fueron realizados mediante el empleo de una red ad-hoc, la red de Surber, mediante la cual se puede tomar una muestra representativa desde un área de 900 cm^2 del fondo. La fauna de peces se describe desde la literatura. Todas las muestras fueron tomadas con réplica, los organismos colectados en frascos de polietileno de alta densidad y fijados con una mezcla de alcohol-formalina al 5 %. Las muestras así fijadas fueron conducidas al laboratorio en Santiago, donde se analizaron cuali y cuantitativamente.

Cuadro N° 6.5-18 Evaluación de la Fauna acuática bentónica en el área del proyecto integral de regadío Choapa.

Especie	Río Choapa Ruta 5	Estero Millahue	Estero Atelcura
INSECTA EPHEMEROP-TERA			
Baetis sp.(1)	4		
Leptophlebia sp.	1		
TRICOPTERA Smicridea murina	28		11
Smicridea frecuens	20		4
Smicridea annulicornis	6		
Ochrotrichia neotropica-lis	4		
DIPTERA Dassybassis sp.	14	1	
Hemerodromia sp.	2		
Bezzia sp.	2		
Chironomidae	228	37	4
ODONATA Protallagma sp.			12
HEMIPTERA Ectegmnos-tegella sp.	1		

CRUSTACEA ANPHIPODA Hyalella sp.(1)	2	5	
TURBELLARIA Dugesia tigrina	8	6	48
ANNELIDA Eiseniella sp.	2	3	
MOLLUSCA Physa sp.(1)	18		
Physa sp.(2)	5	2	10
Littoridina sp.	667		

Cuadro N° 6.5-19. Individuos promedio por especie en las áreas proyectadas como Embalses en la cuenca del Choapa.

	Embalses							
Especies	Corrales			Cerrillos			Canelillo	
	1	3	4	1	2	3	1	2
INSECTA EPHEMEROPTERA Baetis sp.(1)	2	6	9	61	72	40	102	71
Baetis sp.(2)	3		4	28	33	12	37	35
Baetis sp.(3)				13	15	1	33	13
Leptophlebia sp.	3	1						
Caenis sp.	8	1	20	3	3		19	3
TRICOPTERA Smicridea murina		1	4	2				1
Smicridea frecuens			5					
Smicridea annulicornis		1	1			15		1
Ochrotrichia neotropica-lis	7	11			17	80		2
Oxyethira bidentata	3	2	9			12		
DIPTERA Dassybassis sp.		5	4		12	57	45	4
Hemerodromia sp.								3
Araucnephia montana	1		11					
Gigantodax chilensis			8					

Bezzia sp.			2		3			
Chironomidae	30	37	61	37	59	80	155	8
PLECOPTERA Limnoperla sp.			32		2	3	1	1
ODONATA Aeschna sp.	15	1	3		1			1
Protallagma sp.	1			1				
HEMIPTERA Ectegmnoste-gella sp.	1							
COLEOPTERA Elmis chilensis	5	2	7	6	22	47		1
Elmis trivialis	3	3	2	12	23			
Elmis anthracilus (?)						7	4	
Andogyrus ellipticus	1							10
CRUSTACEA ANPHIPODA Hyalella sp.(1)	9			42	29	28	9	70
Hyalella sp.(2)		3		15	16	17		
TURBELLARIA Dugesia tigrina	13	4	8	11	43	73	11	51
ANNELIDA Eiseniella sp.				10	6	3		3
MOLLUSCA Physa sp.(1)	4			120	360	139	39	218
Physa sp.(2)	9	11	67	34	23		83	

1: Muro, 2: Inundación, 3: Cola, 4: Aguas arriba Embalse

Cuadro N° 6.5-20. Porcentaje relativo de los grandes grupos taxonómicos de fauna bentónica del río Choapa, desembocadura. Balance registrado durante Septiembre Octubre 1994. Clasificación por importancia relativa decreciente, basada sobre más de 330 organismos.

Grupo Taxonómico	% Relativo	% Acumulado
Chironomidae	68,10	68,10
Tricoptera	17,30	85,40
Diptera (sin Chironomidae)	4,80	90,20
Mollusca	4,47	94,90
Turbellaria	2,40	97,30
Ephemeroptera	1,50	98,80
Amphipoda	0,59	99,39
Anelida	0,59	99,98
Coleoptera	0,10	100,0

Cuadro N° 6.5-21. Porcentaje relativo de los grandes grupos taxonómicos de fauna bentónica del Estero Millahue Choapa. Balance registrado durante Septiembre Octubre 1994. Clasificación por importancia relativa decreciente, basada en 72 organismos.

Grupo Taxonómico	% Relativo	% Acumulado
Chironomidae	51,38	51,38
Mollusca	27,77	79,15
Turbellaria	8,30	87,45
Amphipoda	6,94	94,39
Anelida	4,16	98,55
Diptera (sin Chironomidae)	1,30	99,85

El estero Atelcura presenta una composición porcental totalmente distinta a los sistemas antes discutidos. El resto

de los grupos a excepción de los moluscos se presentan en escaso número y variedad.

Los cuadros N° 6.5-23 y N° 6.5-24, muestran el indice de diversidad estimado para cada sistema estudiado. La mayor diversidad se registra en la desembocadura del Choapa, con un 3,32 y la menor en el estero Atelcura con un valor de 0,74. El estero Millahue en una situación intermedia con 2,02. Esto significa que el sistema más rico y diverso es la zona de la desembocadura, donde las abundancia de las distintas especies estan mejor distribuidas. El caso opuesto se observa el estero Atelcura donde la abundancia esta concentrada alrededor de una especie.

Cuadro N° 6.5-22. Porcentaje relativo de los grandes grupos taxonómicos de fauna bentónica del Estero Atelcura. Balance registrado durante Septiembre Octubre 1994. Clasificación por importancia relativa decreciente, basada sobre más de 750 organismos.

Grupo Taxonómico	% Relativo	% Acumulado
Mollusca	89,30	89,30
Turbellaria	6,30	95,60
Tricoptera	2,00	97,60
Odonata	1,60	99,20
Diptera	0,80	100,00

Cuadro N° 6.5-23. Estimación de la diversidad de especies bentónicas del área ribereña (Bits).

Localidad	Indice de Diversidad
Río Choapa en cruce ruta 5	3,32
Estero Millahue	2,02
Estero Atelcura	0,74

En el caso de los embalses la mayor diversidad se observó en el área de lo que será la cola del embalse Cerrillos y la menor en la zona media del mismo embalse.

En general los índices de biodiversidad fueron altos, lo cual indica una gran riqueza en especies del bentos, esto indica además que la oferta ambiental de alimento para la fauna íctica también es alta.

Cuadro N° 6.5-24. Indice de diversidad de especies de las zonas proyectadas como áreas de Embalses.

Embalse	Indice de Diversidad			
	1	2	3	4
Embalse Corrales	3,14		3,23	
Embalse Cerrillos		2,94	2,50	4,10
Embalse Canelillo		2,90		2,88

1: Presa, 2:Area Inundación, 3: Cola, 4: Aguas Arriba Embalse

Respecto de la fauna íctica descrita para la IV región, incluyendo la cuenca del río Choapa ésta se encuentra representada por varias especies. A continuación se indican aquellas especies que presentan algún problema de conservación de acuerdo al Libro Rojo de los Vertebrados de Chile (Conaf, 1993).

Especie	Estado de Conservación en la IV Región (Estado en Chile)
Galaxias maculatus - Puye	X (V)*
Cheirodon pisciculus -Pocha	X (V)
Trichomycterus areolatus - Bagre chico	X (V)
Percichthys trucha - Trucha criolla	X (V)
Cauque mauleanum - Cauque	X (V)
Género Cauque (en revisión)	X (V)
Basilichthys microlepidotus - Pejerrey	X (P)
Austromenidia laticlavia	X (V)
Eleginops maclovinus - Róbalo	X (V)
Mugil sp - Lisa	X (V)

* Clave: X, indefinido; V, vulnerable; P, en peligro

Respecto de mamíferos acuáticos cabe nombrar la presencia en la cuarta región del chungungo (Lutra felina) en las áreas)? costeras y del estuario del río Choapa. Esta especie está catalogada como en peligro (P) para la IV región y en situación vulnerable (V) para el país en general.

3.3 MEDIO RECEPTOR

Corresponde a la descripción del medio físico en cuanto a sus características y sus dinámicas.

El Medio Receptor del proyecto se ubica en la provincia de Choapa e involucra a la totalidad de sus comunas: Illapel, capital Illapel; Salamanca, capital Salamanca; Los Vilos, capital Los Vilos y Mincha, capital Canela Baja.

El **clima** en el área de desarrollo del proyecto es típicamente mediterráneo árido, con precipitaciones de gran variabilidad anual e interanual, que fluctúan entre 100 mm en el extremo norte de la Región hasta 225 mm anuales en el extremo sur, las cuales se concentran en los meses de mayo a septiembre, determinando la existencia de 8 a 9 meses secos al año. Las temperaturas medias mínimas de julio varían entre 7 º C en la costa, a 3 grados en el interior y 1º en la C. de Los Andes, determinando la existencia de heladas en las dos últimas zonas.

El sector costero corresponde a un clima de estepa con nubosidad abundante que se caracteriza por la presencia de una nubosidad nocturna y matinal. La media anual de humedad relativa es de 78% a 81%. La precipitación anual es del orden de 200 mm, y la temperatura media anual alcanza a 14 °C.

Hacia el interior en la zona de Salamanca el clima imperante es de estepa fría de montaña. La precipitación en esta zona varía entre 250 y 300 mm anuales. Las precipitaciones se concentran en el invierno con una media de 174 mm. La temperatura media anual es de 10 °C; la temperatura máxima alcanza a 35 °C en tanto que la mínima es de °C y la temperatura media anual es de 17 °C. L

El período seco que se presenta en el valle, cuya duración alcanza a nueve meses, le da a la zona las características desérticas.

Los vientos predominantes son de dirección norte en verano y de dirección sur en primavera.

Respecto de caracteres bio-geográficos se pueden expresar a través de la vegetación. Esta corresponde a matorrales

arbustivos asociados a una estrata herbácea, formaciones que han degradado a praderas naturales en los sectores de secano de las Comunidades Agrícolas y en las Grandes Haciendas. En algunos sectores (Cuesta Cavilolén) hay algunas manifestaciones de matorrales arbóreos de quillay, litre y otras especies esclerófilas, que benefician de un mejor balance hídrico por los aportes de las neblinas costeras. Estas últimas determinan además la existencia en la IV Región de 3 bosques relictos, del tipo selva valdiviana, en las localidades de Fray Jorge, Talinay y Santa Inés, en los que domina la especie olivillo (Aextoxicum punctatum). En la alta cordillera es posible encontrar coironales y vegas que constituyen el principal recurso forrajero de las veranadas, para uso por caprinos, ovinos y bovinos.

La población humana de la Región de Coquimbo es de 500.000 habitantes (INE, 1992), lo que da una densidad de 10.3 habitantes por km2. No obstante, el 74% de esta población se encuentra en áreas urbanas.

Respecto de la Geomorfología, el área de estudio queda ubicada en la zona de los valles transversales que constituyen un complejo montañoso andino-costero. Las cadenas montañosas son prácticamente contínuas desde la costa hasta la cordillera principal y los valles quedan formados por cursos de agua superficiales, con escurrimiento Este-Oeste, en una red de drenaje de tipo dendrítica.

Desde un punto de vista Orográfico, se pueden distinguir cuatro unidades físicas mayores: Alta Cordillera, La Precordillera o Montaña Media, Grandes Valles Transversales y Faja Costera.

La Alta Cordillera se caracteriza por tener un relieve áspero y joven, con elevaciones que varían entre 2.500 y 4.000 m s. n.m.

La Precordillera corresponde a un conjunto desordenado de cordones de cerros, con altitudes que van desde los 2.500 a 1.000 m. snm, en dirección a la costa. En general, esta unidad morfoestructural se encuentra cortada por quebradas que mantienen pequeños ríos por varios cientos de metros.

Los Grandes Valles Transversales se caracterizan principalmente por presentar grandes y profundos valles, que a lo largo del curso mantienen un flujo superficial por el fondo de la quebrada, sobre un amplio depósito aluvial. Se desarrollan grandes conos de deyección, que en algunos casos llegan hasta el fondo del valle y posteriormente son erosionados o cubiertos por el acarreo del curso actual del río. La mayor parte del

valle del río Choapa y, en consecuencia del área de estudio, se desarrolla en esta unidad morfoestructural.

La Faja Costera tiene un ancho que varía de cientos de metros a varios kilómetros con un promedio de 3.200 m. Se caracteriza por ser una semiplanicie suavemente inclinada hacia el Oeste. La presencia de una gran plataforma, notable por su amplitud y altura, desde 50 m a 80 m, caracteriza el paisaje. Esta plataforma equivale a antiguos planos de abrasión marina producidos por transgresiones marinas durante el cuaternario sobre rocas paleozoicas y triásicas y que actualmente se encuentran cubiertas por depósitos aluviales recientes.

El valle del río Choapa presenta relictos de terrazas aluviales antiguas adosadas a la roca fundamental. En el sector de Limáhuida alcanza alrededor de 100 m sobre el cauce actual, mostrando un cambio de varias decenas de metros respecto del nivel base del río. Indicios de estas terrazas antiguas, se encuentran actualmente en el valle del río Illapel aguas arriba de la junta con el río Choapa.

En el valle del río Choapa se produce un ensanchamiento considerable desde Llimpo hasta El Mal Paso, donde vuelve a estrecharse hasta casi la misma junta con el río Illapel.

La Geología en el área del proyecto se describirá a continuación para las zonas de construcción de muros de los cuatro embalses seleccionados. La angostura Cerrillos fue labrada en las rocas intrusivas del Jurásico superior y Terciario inferior que forman el batolito característico de gran parte del área de los ríos Choapa e Illapel. A fines del terciario y durante el cuaternario se han producido los depósitos fluviales y aluviales que han formado la actual geomorfología del valle. Los empotramientos presentan afloramientos de roca intrusiva (dioritas), alterada y fracturada en superficie, y en general cubierta de rellenos cuaternarios de origen aluvial y de escombros de falda de espesor medio a escaso. En la angostura Canelillo, el valle fue labrado en las antiguas rocas volcánicas del Cretácico inferior, que han permanecido como residuales y aparecen en forma puntual dentro del gran batolito de los ríos Choapa e Illapel. La roca en los empotramientos es volcánica, moderadamente alterada y fuertemente fracturada en superficie. En la angostura del embalse Corrales el valle fue labrado en las rocas intrusivas del Jurásico superior y Terciario inferior que forman el batolito de los dos principales ríos. A fines del terciario y durante el cuaternario se han producido los depósitos fluviales y aluviales que han formado la actual geomorfología del valle. En los empotramientos se observan abundante roca intrusiva, la que está alterada y fracturada en

superficie y en general cubierta por una delgada capa de depósitos cuaternarios característicos de escombros de falda. En la zona de la angostura del embalse Las Astas, el valle fue labrado en las rocas intrusivas del Jurásico superior y Terciario inferior que forman el batolito característico de gran parte del área de los ríos Choapa e Illapel. En ambos empotramientos se observan algunos afloramientos de la roca intrusiva (dioritas), alterada y fracturada en superficie, y en general cubierta por un importante depósito cuaternario de escombros de falda.

La Hidrografía del área de desarrollo del proyecto coincide con la cuenca del río Choapa. Esta cuenca limita al nor-oeste con las cuencas costeras entre los ríos Limarí y Choapa, al norte con la cuenca del río Limarí, al este con la Cordillera de Los Andes, al sur con las cuencas de los ríos Aconcagua, Ligua y petorca, al sur-oeste con las cuencas costeras entre los ríos Choapa y Petorca.

El río Choapa nace de la confluencia de los ríos Totoral, y Chicharra en plena Cordillera de Los Andes. El río Illapel es el principal afluente; este río procede del norte (originandose de la confluencia del río Negro con el estero Ceniceros), y se junta con el río Choapa, 28 km antes de su desembocadura en el Océano Pacífico.

El sistema hidrográfico se caracteriza por el régimen nival de aquellos ríos que nacen en la alta Cordillera de Los Andes. A partir de la junta de los ríos Totoral y Chicharra, el río Choapa recibe el río Valle por su margen izquierdo y Cuncumén por su margen derecho.

Aguas abajo del pueblo de Salamanca recibe por el norte al río Chalinga y luego recibe el río Illapel que confluye en el río Choapa 28 km antes de su desembocadura. Estos dos ríos son los principales afluentes del río Choapa.

Por la ribera sur el río Choapa recibe los esteros Quelén, Camisas, Limáhuida y Las Cañas.

El área drenada por el río Choapa alcanza a 8.320 km^2 y corresponde administrativamente a gran parte de la provincia del mismo nombre.

La hoya hidrográfica se puede subdividir en la subcuencas del río Choapa y la subcuenca del río Illapel. La subcuenca del Choapa nace de la junta del río Totoral y el río Leiva. El primero es el colector de los recursos del área correspondiente a la "Laguna del Pelao"; el segundo drena el área sur,

limítrofe con la cuenca del río Aconcagua. El resto de los afluentes que ingresan al río Choapa son de menor importancia en cuanto a recursos.

En general, la recarga principal del sistema es la precipitación nival en la alta cordillera, a mas de 4.000 m.snm razón por lo cual el régimen de escurrimiento es también principalmente nival con grandes caudales de deshielo en los meses de Noviembre y Diciembre.

El estiaje se produce en los meses de Marzo y Abril.

El río Choapa al salir de la región andina propiamente tal, lleva un caudal de unos 10 m^3/s como promedio anual. después de recibir las aguas del Illapel, aumenta a 27 m^3/s.

La hidrogeología del valle del río Choapa ha sido objeto de varios estudios públicos y privados en los últimos 25 años, describiendose la existencia de ocho acuíferos subterráneos. De estos cuatro se encuentran en el valle del río Choapa (Choapa-Mincha desembocadura, Las Juntas a Tunga Norte, Salamanca a Las Juntas, Cuncumén a Salamanca) uno en el valle del río Illapel, uno en el valle del río Chalinga, uno en el valle del estero Camisas y uno en el estero Canela.

El suelo en el área del proyecto ha sido objeto de varios estudios partiendo la información basada en el Proyecto Aerofotogramétrico de 1962, cuyo objetivo fue la tasación de los predios agrícola con fines impositivos. La información actual proviene de estudios realizados por el Centro de Información de Recursos Naturales (Ciren-Corfo), Comisión Nacional de Riego (CNR) y estudios adicionales realizados durante este estudio. La superficie reconocida en la cuenca por los dos primero estudios asciende a 67.835,1 ha.

A continuación se entrega una clasificación de los suelos según categorías de riego en los sectores de las áreas de planificación del proyecto.

Areas (ha)/Categorías*	1	2s	2w	2t	3s	3w	3t	4s	4w	4t	6	Otros no riego	Total
Choapa Interior	970,5	952,8	199,8	970,9	0,0	13,6	466,9	137,2	0,0	1095,9	0,0		4.807,6
Chalinga	95,9	270,8	10,0	122,6	7,4	0,0	483,2	93,0	0,0	462,6	0,0		1.545,5
Illapel interior	22,2	71,2	3,9	101,7	0,0	0,0	95,2	50,9	0,0	196,9	0,0		542,0
Illapel medio	448,1	530,6	64,3	336,7	0,0	30,5	335,1	294,5	0,0	404,5	0,0		2.444,3
Choapa medio	676,1	1004,3	522,0	1611,7	17,2	20,5	465,2	352,4	0,0	684,6	47,6		5.401,6
Subtotal	**2212,8**	**2829,7**	**800,0**	**3143,6**	**24,6**	**64,6**	**1845,6**	**928,0**	**0,0**	**2844,5**	**47,6**	**14.683,3**	**29.013,4**
Interfluv. Costeros	0,0	0,0	0,0	0,0	762,8	0,0	1041,5	1808,6	4,2	0,0	1422,9		5.040,0
Choapa costa	0,0	354,4	359,2	0,0	278,2	0,0	152,4	24,0	61,0	0,0	15,0		1.244,2
Canela	0,0	112,2	0,0	0,0	1058,2	0,0	2260,8	4413,0	0,0	0,0	1662,8		9.507,0
Subtotal	**0,0**	**466,6**	**359,2**	**0,0**	**2099,2**	**0,0**	**3454,7**	**6245,6**	**65,2**	**0,0**	**3100,7**	**23.030,5**	**38.821,7**
Total área proyecto	**2212,8**	**3296,3**	**1159,2**	**3143,6**	**2123,8**	**64,6**	**5300,3**	**7173,6**	**65,2**	**2844,5**	**3148,3**	**37.713,8**	**67.835,1**

Elaborado con Estudios de Suelos de Ciren-Corfo y C.N.R. Volumen Nº 1 del presente estudio.

* 1: sin limitaciones, 2: limitaciones leves, 3: limitaciones moderadas, 4: limitaciones severas y 6: no regables.

A continuación se entrega un resumen de clasificación de los suelos en el área del proyecto integral de riego Choapa de acuerdo a las limitaciones que estos tienen para su uso agrícola.

Area (ha)/Limitación por: Suelo	Drenaje	Topografía	Sin limitación	No regables	Otros	Total
Choapa interior	1.090,0	213,4	2.533,7	970,5	0,0	4.807,6
Chalinga	371,2	10,0	1.068,4	95,9	0,0	1.545,5
Illapel interior	122,1	3,9	393,8	22,2	0,0	542,0
Illapel medio	825,1	94,8	1.076,3	448,1	0,0	2.444,3
Choapa medio	1.373,9	542,5	2.761.5	676,1	47,6	5.401,6
Subtotal	**3.782,3**	**864,6**	**7.833,7**	**2.212,8**	**47,6**	**14.272,4**	**29.013,4**
Interfluvios costeros	2.571,4	4,2	1.041,5	0,0	1.422,9		5.040,0
Choapa costa	656,6	420,2	152,4	0,0	15,0		1,244,2
Canela	5.583,4	0,0	2.260,8	0,0	1.662,8		9.507,0
Subtotal	**8.811,4**	**424,4**	**3.454,7**	**0,0**	**3.100,7**	**23.030,5**	38.821,7
Total área proyecto	**12.593,7**	**1.289,0**	**11.288,4**	**2.212,8**	**3.148,3**	**37.302,9**	67.835,1

Fuente: Volumen Nº 1 de la presente consultoría. Elaborado en base a estudios Ciren y C.N.R.

Los estudios complementarios realizados por esta consultoría han definido "Grupos de Manejo", los cuales fueron establecidos a nivel de las unidades de manejo de suelos; ya que estas constituyen las unidades interpretativas mas homogéneas en que

se pueden agrupar los diferentes suelos de la región del estudio integral de riego Choapa.

La agrupación es a nivel de Clase y Sub Clase de Capacidad de Uso Potencial de los suelos, suponiendo que estos tendrán agua suficiente para ser regados, en cantidad y oportunidad, de tal modo que el recurso agua no sea limitante para el desarrollo, ni productividad física de los cultivos.

A continuación se describe brevemente cada uno de los grupos de manejo, los cuales fueron denominados con las letras A a la P.

- Grupo de Manejo A: Reúne a los suelos de Clase de Capacidad de Uso Potencial I, sin limitaciones de ningún tipo. Suelo especial para todo tipo de frutales y vides. Las especies frutales a implantar variarán de acuerdo a las condiciones agroclimáticas y del mercado.

- Grupo de Manejo B: Reúne a los suelos de Clase de Capacidad de Uso Potencial IIs, con limitaciones ligeras por suelo. Presentan limitaciones moderadas para frutales y no tienen limitaciones para vides. Las especies frutales a implantar variarán de acuerdo a las condiciones agroclimáticas.

- Grupo de Manejo C: Incluye a todos los suelos clasificados como IIw, es decir su limitante principal es el drenaje, pero ésta es leve. Para ello el agua freática debe mantenerse bajo 1,20 m en el período del máximo ascenso. Presenta limitaciones leves para los frutales, e incluso en años de sequía, por ser ésta una zona árida, pueden tener ventajas sobre otros suelos. Aptitud agrícola 1.

- Grupo de Manejo D: Incluye los suelos de Capacidad de Uso Potencial IIe, o sea que su limitante principal, aunque leve, es el riesgo de erosión, por la pendiente, simple o compleja, del orden del 2 % al 5 %. Aptitud agrícola 2.

- Grupo de Manejo E: Incluye los suelos de capacidad de uso potencial IIIs, o sea que su limitante principal, moderada es por las caracerísticas del perfil del suelo, como poco espesor, baja capacidad de retención de agua, etc. Presenta limitaciones moderadas para frutales. Aptitud agrícola 2.

- Grupo de Manejo F: Incluye a todos los suelos clasificados como IIIw, es decir su limitante principal es el drenaje, pero ésta es moderada. para ello el agua freática debe mantenerse baho 0,70 m en el período de máximo ascenso.

Presenta limitaciones severas para los frutales (salvo para membrillo y moderada limitación para vid). Aptitud agrícola 4.

- Grupo de Manejo G: Incluye los suelos de Capacidad de Uso Potencial IIIe, o sea que su limitante principal, moderada, es el riesgo de erosión, por la pendiente, simple o compleja, del orden 5 % al 8 %. Aptitud agrícola 2.

- Grupo de Manejo H: Incluye los suelos de Capacidad de Uso Potencial IVs, o sea que su limitante principal, severa, es por las características del perfil del suelo. Presenta limitaciones moderadas para frutales, y es para cultivos anuales, ocasionales. Aptitud agrícola 4.

- Grupo de Manejo I: Incluye a todos los suelos clasificados como IVw, es decir su limitante principal es el drenaje, y ésta es severa. Para ello el agua freática debe mantenerse bajo 0,30 m en el período de máximo ascenso. No es apto para frutales, salvo que se construya un sistema de drenes. Aptitud agrícola 3.

- Grupo de Manejo J: Incluye los suelos de Capacidad de Uso Potencial VIe, o sea que su limitante principal, severa, es el riesgo de erosión, por la pendiente, simple o compleja del orden de 8 % al 15 %. Limitaciones severas para frutales. Aptitud agrícola 4.

- Grupo de Manejo K: Incluye los suelos de Capacidad de Uso Potencial VIs, o sea que su limitante principal, y muy severa, es por las características del perfil del suelo. No presenta aptitud frutal. La Aptitud agrícola es 5.

- Grupo de Manejo L: Incluye a todos los suelos clasificados como VIw, es decir su limitante principal es el drenaje, y ésta es muy severa. No es apto para frutales, salvo que se construya un sistema de drenes. Aptitud agrícola 5.

- Grupo de Manejo M: Incluye los suelos de Capacidad de Uso Potencial VIe, o sea que su limitante principal y muy severa, es el riesgo de erosión por la pendiente, simple o compleja, del orden de 15 % a 30 %. Presenta limitaciones severas para frutales. Aptitud agrícola 5.

- Grupo de Manejo N: Incluye los suelos de Capacidad de Uso Potencial VIIs, o sea que su limitante principal, y muy severa, es por las caractereísticas del perfil del suelo. No presenta aptitud frutal.

- Grupo de Manejo O: Incluye a todos los suelos clasificados como VIIw, es decir su limitante principal es el drenaje, y esta es muy severa. No apto para frutales. Aptitud forestal.

- Grupo de Manejo P: Incluye los suelos de Capacidad de Uso Potencial VIIe, o sea que su limitante principal, y muy severa, es el riesgo de erosión, por la pendiente, simple o compleja, mayor al 30 %. En general no aptos para frutales. No tiene aptitud agrícola.

A continuación se entregan los distintos Grupos de Manejo de los suelos definidos y la superficie de cada grupo en los Sectores de Riego.

Grupo Manejo	Choapa Interior	Chalinga	Illapel Interior	Illapel Medio	Choapa Medio	Sub-Total (ha)	Interfl Costeros	Choapa Costa	Canela	Sub-Total	TOTAL A.PROYECTO
A	330.2	0	0	98.1	159.5	587.8	0.0	0.0	0.0	0.0	587.8
B	605.0	95.9	11.2	285.8	512.6	1510.5	0.0	164.4	0.0	164.4	1674.9
C	43.1	0.0	11.0	64.2	93.5	211.8	0.0	0.0	0.0	0.0	211.8
D	344.0	7.3	0.0	0.0	49.3	400.6	0.0	0.0	0.0	0.0	400.6
E	1002.2	307.1	149.2	707.1	1918.0	4083.6	757.2	262.4	1047.4	2067.0	6150.6
F	199.8	10.0	3.9	76.2	522.0	811.9	0.0	359.2	0.0	359.2	1171.1
G	466.5	86.4	23.7	243.5	576.4	1396.5	0.0	0.0	0.0	0.0	1396.5
H	128.6	87.4	35.9	282.7	308.8	843.4	1803.4	209.0	4295.8	6308.2	7151.6
I	13.6	0.0	0.0	18.6	20.5	52.7	0.0	0.0	0.0	0.0	52.7
J	566.2	483.2	95.2	251.8	411.8	1808.2	921.5	51.2	2196.6	3169.3	4977.5
K	8.6	40.7	15.0	54.3	102.8	221.4	615.0	81.8	759.4	1456.2	1677.6
L	7.0	0.0	0.0	0.0	12.7	19.7	0.0	0.0	0.0	0.0	19.7
M	1092.8	427.5	196.9	362.0	702.8	2782.0	822.9	15.0	1143.6	1981.5	4763.5
N					10.9	10.9				1601.0	1611.9
O						0.0				0.0	0.0
P						0.0				14767.9	14767.9
Q						14272.4				6947.0	21219.4
Total	4807.6	1545.5	542.0	2444.3	5401.6	29013.4	4920.0	1143.0	9442.8	38821.7	67835.1

Fuente: Elaborado con Estudios de Suelos de Ciren-Corfo y C.N.R.

3.4 SITIOS DE VALOR HISTORICO-CULTURAL

Este capítulo corresponde a un agregado no contemplado en las bases del estudio de impacto ambiental. No obstante lo anterior, se estimó pertinente realizar un reconocimiento o inspección preliminar superficial de posibles sitios de valor histórico-cultural en las áreas de intervención por grandes obras del proyecto. Este estudio se realizó principalmente a partir de la información obtenida de la bibliografía existente y complementándola con dos reconocimientos de terreno. En este estudio no se han hecho prospecciones y/o excavaciones, ya que por estar estos recursos arqueológicos bajo la tuición y protección del estado (Ley 17.288), no es posible realizar

investigaciones o estudios sin la debida aprobación del Consejo Nacional de Monumentos.

3.4.1 Antecedentes bibliográficos

A continuación se proporcionan los principales antecedentes bibliográficos relativos a lugares con vestigios arqueológicos de la Cuenca del río Choapa. La información disponible no proporciona datos muy precisos respecto a la localización exacta de los sitios. La mayoría de las veces es una simple alusión a la existencia de un resto sin proporcionar un estudio detallado del mismo. Para facilitar su análisis se agrupan los sitios por sectores tratando hasta donde es posible de asociarlos a algunos de los lugares seleccionados para las obras del Sistema de Riego "A" o "B".

3.4.1.1 Area costera

En el área de Huentelauquén, desembocadura del río Choapa, se han reconocido importantes y numerosos sitios arqueológicos. En Santa Elvira se han hallado piedras horadadas (Gajardo, 1962-3:10). En Los Tebos se hallaron puntas de proyectil (Gajardo, 1962-3:10). El sitio de Huentelauquén 1 se localiza en las terrazas aluviales del río Choapa, en toda la extensión de un antiguo descenso de aguas, cirucunscrito por dos áreas cubiertas de arena, en las proximidades del caserío de Huentelauquén, se encuentran litos poligonales de 3 a 12 ángulos, elementos líticos diversos que incluyen diferentes tipos de puntas con pedúnculo, hojas de doble punta, raspadores y manos de moler y que poseen una antiguedad de 8.000 años a.P. (Iribarren, 1958:191 y 1961:1-18; Gajardo, 1962-3:8,17,19; Llagostera, 1989:73; Silva y Weisner, 1972-3:361, 365, 366, 367, 369). Huentelauquén 2 y Huentelauquén 3 son otros sectores donde se encuentran este tipo de artefactos (Mostny, 1971:53-55,60; Silva y Weisner, 1972-3:361-367). Huentelauquén 4, al Norte de la desembocadura, durante trabajos agrícolas y apertura de camino se encontraron 1 miniatura de clava (2.8cm) y objetos cerámicos (Gajardo, 1962-3:10,54; 1962-3a:65 y 1964a:174). En Huentelauquén 5, a 2 km de la desembocadura, en el poblado de este nombre, en el huerto de la casa de Manuel Rojo se halla un cementerio del que se extrajeron cántaros Diaguita clásico. Dentro de una escudilla con tierra de color había una miniatura de clava y utensilios de cobre (Cornely, 1956:110; Gajardo, 1962-3:10; 1962-2a:62,63 y 1964:173). En Huentelauquén 6, en la ribera Norte de la desembocadura, en el camino al mar, se encontró cerámica Diaguita, artefactos líticos y restos óseos faunísticos. En diversos conchales se han hallado restos de materiales líticos y alfarería tosca,

negra pulida y roja (Gajardo, 1962-3:13,17,21). Huentelauquén 7, al lado Sur de la desembocadura, en un sector de aluvión de dunas, se hallaron restos de cerámica Molle, pipas de cerámica negra y un tembetá (adorno en forma de tubito que perfora la región bajo el labio inferior). En otros puntos, hacia el Sur como hacia el Norte de la desembocadura, existen pequeñas eminencias tumilares de este período. Los conchales del sector proporcionan abundantes restos culturales (Gajardo, 1962-3:16,17,21). Huentelauquén 8, en la parte alta de las dunas, en un sector deprimido existe alfarería Diaguita fracturada y varios discos o tejos cerámicos, algunos con decoración Diaguita y otros con perforación cilíndrica en el centro (Gajardo, 1972-3:14,15). Huentelauquén 9, en la ribera Norte, en el extremo Norte de la playa, hacia el sector de Punta de Amolanas, posee un conchal con restos de locos gigantes con presencia de litos planos, discos con ranuras, figuras cupuliformes, puntas de proyectil apedunculadas y otros. Corresponde a restos de ocupaciones pre-cerámicas y cerámicas. (Gajardo, 1972-3:17,19,21,26,39,42-449, 54). Huentelauquén 10, al N de la desembocadura, en la parte baja del sector de Las Salinas, en un sector de dunas que fue atravesada por un aluvión, se encuentran piezas líticas atribuibles al Complejo Las Cenizas (Gajardo, 1962-3:22,23). Huentelauquén 11, en una caleta al Sur de la desembocadura, se halló una hacha de granito (Gajardo, 1962-3:40,41,42). Finalmente, en la hacienda Huentelauquén, en la ribera Sur, existen petroglifos de estilo Diaguita (Gajardo, 1962-3:15; Iribarren, 1973a:142). En las vecindades y bajo la Iglesia de Huentelauquén se han encontrado restos Diaguita clásicos y restos óseos humanos (Gajardo, 1962-3:11-15).

En Agua Amarilla, a 6 km del camino de El Sauce a Manquehua, a orillas del camino, sobre un promontorio rocoso, cerca del mar, existe un petroglifo con 7 figuras circulares yuxtapuestas y otras con trazos rectos y curvos (Gajardo, 1962-3:54; Iribarren, 1973a:151). En el fundo Tahuinco, parada del ferrocarril, en el valle del estero Las Camisas, márgen Norte del río Choapa, se han efectuado hallazgos Diaguitas (Gajardo, 1962-3). En Tunga, márgen Norte del Choapa existen petroglifos (Iribarren, 1973a:142; Gajardo, 1962-3:8,53; Mostny-Niemeyer, 1983:33).

Asiento Antiguo, sobre unas fértiles lomas, en la márgen Norte del río Choapa, a unos 2.5 km de la desembocadora en el mar, fue ocupado por comunidades indígenas hasta el siglo pasado (Risopatrón, 1924:51), siendo muy posible encontrar en el lugar vestigios de su presencia.

En el área de Los Vilos se emplazan numerosos sitios arqueológicos. En la terraza entre 25 y 40 m de Los Vilos, en

el lugarejo designado como Cerrillos 077 se encuentra un campamento transitorio arcaico vinculable al complejo Papudo (Jackson, 1992:21). En el estero Conchalí se halla un asentamiento Diaguita costero (Proyecto FONDECYT 91-0026 de D. Jackson). En Chigualoco, algunos kilómetros al Norte de Los Vilos, al Sur del río Choapa, se encuentran restos Diaguitas consistentes en cerámica burda y pintada, piedras con ranuras y material lítico (Gajardo, 1962-3:54; Boletín del Museo Arqueológico de La Serena, 1962, 12:76). En Punta Chungo, 3 km al Norte de Los Vilos existe una caverna y 52 montículos correspondientes a conchales con ocupación indígena (Jackson, 1990:21). En Mata Gorda existen elementos líticos tipo choppers y piedras horadadas (Boletín del Museo Arqueológico de La Serena, 1962. 12:76).

Cerca de la desembocadura del río Choapa se tienen noticias de varios emplazamientos precolombinos. En el lugarejo Collao se encontró revuelto por el arado, restos alfareros indígenas (Gajardo, 1962-3:15). En la costa, en la márgen Sur del río se halló una sepultura aislada de la Cultura El Molle (Iribarren, 1969b:176). A 3 km al Sur de la desembocadura, en el lecho muerto de un anterior barrimiento del río, se encuentran varios conchales con piedras lascadas que no permiten identificar ningún instrumento (Montané, 1964:114). En las dunas del lado Sur de Punta Jilguero, en la desembocadura del río Choapa, se halló un conchal con un esqueleto en posición genupectoral lateral y ajuar consistente en dos golpeadores, 3 manos de moler, 2 puntas de proyectil apedunculadas de base plana y 2 piedras horadadas atribuibles al complejo precerámico Las Cenizas de la zona central. (Gajardo, 1962-3:20,24).

Sobre el cono de deyección de la quebrada Ramona, que cae en la márgen Sur del río Choapa, en Mincha Sur, existen dos petroglifos consistentes en figuras o máscaras antriopomorfas elaboradas en técnica de piqueteado. Ambas apuntan hacia el SE. Por su parecido a las del valle del Encanto se las considera de origen Molle (Gajardo, 1962-3:8, 53; Castillo, 1985: 175,185; Mostny y Niemeyer, 1983:33,55-57; Niemeyer, et. al. 1989:259).

En el fundo Quebrachal, 10 ó 12 km al interior de Los Vilos, en la base de una serranía que forma el Norte del río Chonchalí, casi en la juntura con quebrada El Maitén, existe un bloque rocoso con 19 oquedades circulares elípticas y 2 circulares cónicas (Cañas Pinochet, 1902:35-37, 58; Latcham, 1929:496).

3.4.1.2 Area intermedia

En Canelillo -sector del futuro embalse de este nombre- se han encontrado litos poligonales pertenecientes a la Cultura de Huentelauquén (Llagostera, 1979:figura 1) de gran antiguedad e importancia.

En el río Chalinga se han reconocido los siguientes sitios arqueológicos: en Arboleda Grande, en un potrero, se halla un cementerio Molle que contiene restos de alfarería y tembetás. Dos enterratorios distantes 4 m entre sí, proporcionaron vestigios de dos esqueletos a una profundidad de 30 a 40 cm (Ampuero e Hidalgo, 1975:98; Cornely, 1956a:221; Niemeyer, 1955:8,9,10 y 1979:295). En Zapallar existen petroglifos y un cementerio diaguita con variante local (Irarrázabal, 1939:131; Iribarren, 1973a:152; Latcham, 1928:152, 153).

El área de la ciudad de Illapel fue asiento de una importante población aborígen destacando los siguientes vestigios arqueológicos: En Asiento Viejo, 4 km al NE de la ciudad de Illapel, en la margen W del curso inferior del río homónimo, donde estaba asentado primitivamente Illapel se han encontrado piezas de cerámica antropomorfa tipo Molle Gris y Molle Negro Pulido y un tembetá de cuarzo blanco (Cornely, 1949:18,19; Iribarren, 1969a:59 y 1969b:190,191,195; Castillo, 1986:175). Cerca del pueblo hay noticias del hallazgo de una sepultura Diaguita-incaica que proporcionó una taza de cerámica y una aguja de cobre de 15 cm de largo (Latcham, 1908:190: 1928:191). Dos cuadras al Sur de la plaza de Armas, fue encontrado un cementerio Diaguita del que se extrajo cinco platos decorados y un cántaro utilitario. También se halló una vasija con restos óeos humanos en el interior (1956:109, 110,134; Latcham, 1928:40, lámina 9, 26 y Medina, 1882:137). En el pueblo de Illapel también se han hallado algunas puntas de flechas (Ampuero e Hidalgo, 1975:115 y Medina, 1952: 142). En la quebrada Quilmelco, cercano a La Canela, sobre un bloque rocoso existe un petroglifo con figuras geométricas y zoomórficas (Irarrázabal, 1939:132).

En la quebrada Las Burras, que vacía en la márgen E del curso superior del río Illapel, al N de la desembocadura del río Carén se han encontrado varios conjuntos de petroglifos. En Las Burras 1 existen 21 bloques con grabados de figuras antropomorfas, zoomorfas y geométricas y en Las Burras 2, sobre un morro, otros 15 bloques con similares diseños (Irarrázabal, 1939:128,129, 132; Iribarren, 1973a:142).

La Hacienda Illapel también fue un importante centro poblacional indígena. En Chellepín se ha encontrado una figurilla elaborada en cobre fundido y petroglifos con

representaciones de cabezas, manos y pies humanos asignables al Período Diaguita (Iribarren, 1962:71,72 y 1973a:142,151; Castillo, 1985:188, 189, 191). En esta misma hacienda se han encontrado: una escultura de piedra Diaguita-incaica (Ampuero, 1978:18,47); clavas miniaturas y fragmentos de alfarería que conforman una cara antropomorfa que debió ser parte de un vaso-figura de tipo Molle gris. la técnica del pintado es pintura negativa (Iribarren y Vicencio, 1969:65; Iribarren, 1969a:60, 61; 1964:30,33,34 y 1969b:176, 191,195). En un potrero próximo a las casas de la administración se ha hallado material diaguita en superficie (cerámica rojo sobre blanco) (Iribarren, 1964:33). A 5 km de Illapel, en la ribera Sur del río homónimo, en el Potrero Arenas, se encontró en superficie una miniatura clava cefalomorfa de tipo ornitomorfo, perteneciente a la Cultura Diaguita y unas 1000 puntas de proyectil pequeñas, dentadas (Gajardo, 1962-3:62-67; 1964:172,173; Irarrázabal, 1939:134). A la vera del camino a Carén, a medio camino entre Carén y Humbel existen petroglifos con figuras tipo mollenses, líneas onduladas, espiral y una silueta de figura antropomorfa (Irarrázabal, 1939:127, 130; Klein, 1973:53,87,101).

En la Hacienda Las Cañas, a corta distancia al E de Illapel, existen petroglifos (Iribarren, 1973a:142). En el caserío de Doña Juana, 5 km al NW de la desembocadura del río Illapel, en la márgen Norte del rio Choapa, existió un asentamiento indígena (Gajardo, 1962-3:8).

El área de Carén es particularmente prolífica en vestigios prehispánicos. En la entrada del pueblo de Carén, a ambos lados del camino, en la orilla Este del río, se han ubicado bloques redondos de granito con grabados de figuras zoomorfas, cruces dobles y otros motivos (Strube, 1926:19, fig. 2A y 14; Iribarren, 1975:9,10 y Peña Villalón, 1919:359, 360,361). En la Hacienda Carén, 3 km antes del pueblo de este nombre, en el asentamiento de la Corporación de la Reforma Agraria, en la márgen Sur del río Illapel, se encuentra un bloque granítico con diversas figuras grabadas (petroglifo). A unos 500 m de distancia existieron otros grabados que fueron destruidos (Iribarren, 1975:10,11). En Bella Vista, cerca de Carén, la crecida del Río Grande dejó en 1905 al descubierto un cementerio con alfarería pintada Diaguita (Cornely, 1956:108, 203). En las Lomas de Carén, en el terminal del Cordón que separa el valle del Río Mostazal con el pueblo de Carén, a unos 40 m de altura, sobre las primeras casas del pueblo, se han encontrado petroglifos con figuras estilizadas antropo-zoomorfas y dibujos esquemáticos (Iribarren, 1954:195 y 1975:10,11; Cornely 1956:170 y Peña Villalón, 1919:360-361). En la Hacienda de Carén Viejo, a unos 30 km al Este de Illapel, se han hallado platos y otros objetos de la Cultura

Diaguita (Cornely 1949:17). Un cementerio con sepulturas en urnas e influencia trasandina se encontró en Carén, al pie de la cordillera (Latcham, 1928:161, 191). Asimismo, en Chañaral, 5 km al Este de Carén se halló al plantar una viña alfarería decorada (Cornely, 1956:108). En el río Mostazal, tributario del Carén, en el Panelcillo, a 2 km de El Maqui, existen grabados rupestres (Iribarren, 1975:11,16 y 1971:124).

En quebrada del estero Camisas , al W de El Tambo, en la margen Sur del rio Choapa, existen petroglifos con figuras antropomorfas y adornos cefálicos tipo Molle estilo La Silla, piedras con tacitas (Iribarrren, 1973a:152; 1973c:229; Castillo, 1985:174, 177, 185) y se ha mencionado el hallazgo de fragmentos cerámicos pertenecientes a la Cultura El Molle (Iribarren, 1973d:109)

En Cuzcuz, márgen Norte del curso inferior del rio Illapel, en dirección a Pintacura, existen vestigios Diaguitas y piedras con tacitas (Latcham, 1929:498; Gajardo, 1962-3:53). La zona de Chalinga, al Oeste del pueblo de Salamanca presenta distintos emplazamientos arqueológicos. Próximo al pueblo de ese nombre existe un cementerio perteneciente a la Cultura El Molle (Cornely, 1956:221) y numerosos petroglifos (Latcham, 1938:359) En Chalinga 1 los grabados exhiben predominio de caras enmascaradas tipo Molle (Iribarren, 1973:152; Castillo, 1985:174, 177,184,190). En las laderas del río Chalinga se han encontrado otros petroglifos y piedras con tacitas (Irarrázabal, 1939:132; Iribarren, 1973c:229). Lo mismo en el Potrero Maitén, en el río Chalinga, se hallaron piezas cerámicas Molle con decoración incisa y espacios rellenos con puntos (Castillo y Kusmanic, 1979-81:179, 204, 213; Iribarren, 1969:192; Latcham, 1928:151,151). En quebrada de Hualtatas, a 1 km de las casas de Chillepín, río Chalinga, existen aleros rocosos y sobre bloques al aire libre grabados indígenas con motivos antropomorfos, zoomorfos (serpientes y camélidos) y geométricos (Looser, 1933:115, 116). En quebrada Polcura que desemboca en el río Los Helados del de Chalinga existen petroglifos con el motivo máscara-tiara (Castillo, 1985:184).

En la Hacienda San Agustín, en el rio Chalinga, en Ranque se halló una miniatura de clava cefalomorfa (35 mm) y otra de tamaño natural, pertenecientes a la Cultura Diaguita (Gajardo, 1962-3: 53, 64,65,67; 1964:173,174; Iribarren y Vicencio, 1969:64; Cornely, 1956:190,191,221; Vicencio, 1968:285,286). En el extremo oriente de esta hacienda existen 3 grupos de petroglifos. En las inmediaciones de uno de ellos se encontraron yacimientos de la Cultura El Molle (Iribarren, 1968:43; 1970:53; 1973a:142,152; Latcham, 1928:152). En el potrero La Viña existe un yacimiento en cuya superficie se hallaron clavas miniaturas, fragmentos de cerámica incisa,

restos óseos desintegrados, 1 tembetá cilíndrico, alfarería, figurillas en greda con horadación en las orejas y un esquema de vestido (Iribarren y Vicencio, 1969:65,67, 68). En el extremo oriente de la hacienda, en las inmediaciones de un grupo de petroglifos existen yacimientos de la cultura El Molle (Iribarren, 1969:43; Castillo, 1985:174, 177).

En Chellepín, cerca de Salamanca, se extrajo de un cementerio indígena una gran urna y cerámica decorada y objetos de cobre (Montt, 1880:5; Medina, 1882:418, lámina 66; Cornely, 1956:110; Gajardo, 1962-3:8-53; Latcham, 1928:160 y lámina 43; Looser, 1933:113). En Chuchiñi, a corta distancia al Oeste de Salamanca, en la márgen Norte del rio Choapa, existieron asentamientos Diaguitas (Gajardo, 1962-3:8, 53). En quebrada de Higuerillas, al Sur del río Chaopa, a 12 km de Salamanca existen petroglifos (Iribarren, 1973 a:151). En el fundo Queñe, márgen Sur del Choapa, al SE de Salamanca, existen petroglifos (Iribarren, 1963a:142).

En la hacienda El Tambo, margen Sur del Choapa, 4 km al SW de Salamanca, se encontraron tumbas del Período Diaguita Clásico (Gajardo, 1962-3:8, 53; Iribarren, 1969d:469).

En Panguecillo, al Sur del río Choapa, a 12 km de Salamanca, existen 10 bloques con petroglifos donde predominan los motivos geométricos: espirales, círculos,círculos punteados y escasas estilizaciones humanas (Iribarren, 1973a:151).

A 2 km de la estación de ferrocarril de Choapa, a 235 m.s.n.m., a 5 km al SE de Pintacura, existen petroglifos que presentan similitud con los de Finca de Chañaral (Hornkohl, 1951:110, 112; Niemeyer, 1964:146; Iribarren, 1973a:142).

En El Palqueal, en el estero Camisas que cae a la márgen Sur del choapa, al Oeste del Tambo, existen petroglifos , piedras tacitas y material alfarero Molle (Iribarren, 1973a:152).

3.4.1.3 Area interior

En la hacienda de Cuncumén, en una lomilla frente al cerro El Manzano existen petroglifos. En el sector también se han realizado hallazgos Diaguitas (Castillo, 1986:175; Gajardo, 1962-3:54 e Iribarren, 1973:151 y 1973:229). En El Buitrón, 2 km al N del pueblo de Cuncumén, en la margen occidental del río de este nombre, existe petroglifos sobre los afloramientos rocosos del sector. (Iribarren, 1973b:173; Zuñiga, 1973). En el Cajón de Gualtata, que vacía a la márgen Sur del rio de Cerro Blanco, del de Cuncumén se encuentran petroglifos (Iribarren, 1973a:142).

En Almendrillo del Fundo Tranquilla, curso superior del Estero del Valle, aparecen fragmentos de alfarería y piedras molinos en superficie (Iribarren, 1971:34). En este fundo, hacia el fundo El Coirón, se han realizado hallazgos diaguitas (Gajardo, 1962-3:53,54; Iribarren, 1973a:151).

En la hacienda Coirón, entre Quelén y Tranquilla, inmediato al estero de Noamy, existen petroglifos (Iribarren, 1973:142,151). Cerca de la quebrada Nocuí, orilla Sur del rio Choapa, en la hacienda Coirón, en un rincón cerca del camino existe una gran cantidad de petroglifos y pictografías, destacando 3 figuras antropomorfas con los brazos levantados y las piernas abiertas (Kusmanic y Cobo, 1977-78:171; Iribarren, 1973b:131 y 1973a:151).

En la alta cordillera del rio Illapel, en el Portezuelo del Indio, en las nacientes de la quebrada Los Libros o Latiguillo existen ruinas arqueológicas del Período Tardío con muros de piedra (Stehberg, 1991). Aguas abajo, en Lucumán existen dos grandes bloques con petroglifos con motivos antropomorfos (Irarrázabal, 1939:130, 131).

3.4.1.4 Otros sectores del valle

Aqui se incluyen algunos lugares del valle del Choapa que presentan vestigios arqueológicos pero cuya ubicación exacta no hemos podido precisar. Es el caso de Cerro Cañahual que exhibe numerosos petroglifos (Iribarren, 1973a:151).

En Los Cerrillos, cordillera del Choapa existe evidencia de ocupaciones arcaicas con restos de puntas de proyecil y litos geométricos (Castillo, 1988:5).

En el portezuelo de Los Llanos existen petroglifos (Iribarren, 1973:142). Lo mismo en Piedras Grandes, con grabados con figuras de círculos con dos apéndices verticales (Castillo, 1985:189).

3.4.2 Inspección preliminar del patrimonio

Durante los días 23, 24 y 25 de setiembre y 8 y 9 de octubre de 1994 se realizan visitas a terreno a fin de constatar si las obras de riego del proyecto Choapa afectan a uno o más sitios mencionados en la bibliografía u otros que pudiesen sufrir algún tipo de impacto. En consecuencia, no se realiza una prospección arqueológica sistemática.

A continuación se proporcionan los sectores visitados y la información arqueológica obtenida durante estas visitas. En la mayoría de los casos corresponden a áreas que se verán favorecidas con el riego y, consecuentemente, afectarán al patrimonio arqueológico existente, a través de la incorporación de nuevas tierras a faenas agrícolas.

3.4.2.1 Canal Costero Sur

Estero Chigualoco: La entrevista a la Sra. Hilda Céspedes proporciona información relativa a la existencia de puntas de proyectil y otros restos ubicados a 500 m al sur de las casas de la administración de la Hacienda Chigualoco. El sitio se localiza en una pendiente suave en la ladera de exposición norte de dicho estero.

Desembocadura del Estero Chigualoco, sector sur: se observan alrededor de 20 montículos correspondientes. Se localizan fuera de la zona de impacto.

3.4.2.2 Sifón La Canela

Entrevistado el Sr. Ramón Castro hace referencia al hallazgo de piezas tales como piedras horadadas y cerámica fragmentada, no obstante desconoce su actual ubicación. Realizada una observación superficial no se encuentran evidencias. Cabe mencionar que el lugar ha sido fuertemente impactado por la construcción de un badén y la remoción de tierra con maquinaria pesada.

3.4.2.3 Sectores Quebrada Atelcura

Entrevista a Don Benedicto Chávez, Presidente Comunidad La Leona: en su domicilio conserva una pieza correspondiente a una piedra horadada de aproximadamente 8 cm de diámetro, encontrada en sus campos de cultivo. No tiene más referencia en cuanto al hallazgo de otro tipo de elementos culturales (Foto 45).

Entrevista a Don Ramón Garmendia, Presidente Comunidad Cabra Corral: No tiene antecedentes en cuanto al hallazgo de piezas arqueológicas en el lugar. Sin embargo, manifiesta conocer cementerios indígenas en Cuncumén, en Chellepín, y Hacienda San Agustín (Rio Chalinga), corroborando lo señalado en la bibliografía.

3.4.2.4 Sector Illapel

Entrevista a Don Luis López: reside en las casas de la administración de la antigua Hacienda Illapel, frente a la casa patronal. En sus campos de cultivo se encontraron dos piedras horadadas, una de 6 cm de diámetro con incisiones en zig-zag y otra de 12 cm. También posee una piedra de moler probablemente indígena (Foto 46).

Además se obtiene referencia en torno al hallazgo de esqueletos y cántaros, asi como de cerámica decorada en la construcción de un camino aledaño y en la plantación de parronales.

3.4.2.5 Sector Illapel- Carén

Camino entre Huelpíl y Carén: 500 m antes del sector La Capilla, se encuentra un fragmento de cerámica burda en la ladera de exposición norte del río Illapel, en una pendiente a 15 m del camino. Otro lugar es quebrada Quilmenco (camino entre La Capilla y Carén). La quebrada desemboca en una amplia explanada en donde se hallan restos de talla y dos fragmentos cerámicos pintados rojo. Además, trozos de vidrio antiguo.

Entrevista a Don Salvador Díaz: menciona que en propiedad de Domingo Díaz, en sector La Capilla, en los campos de cultivo en el lecho del rio Illapel se encuentran cántaros con pintura y decoraciones lineales.

- Panguecillo: al este de quebrada Quilmenco, en sectores aledaños a corrales de piedra con argamasa de barro, en ladera exposición norte del rio Illapel, se halla un trozo de cerámica roja en ambas superficies.

3.4.2.6 Sector Embalse Corrales

Localización del sitio: 6467.700 N- 319.300 E. En ladera de exposición sur del estero Camisas, 150 m al este de la confluencia con el estero El Durazno, en una extensión de 200 m² de superficie, a 15 m del lecho del rio, se encuentran 20 fragmentos cerámicos del tipo utilitario.

Aguas arriba del embalse, en sector Los Peladeros - Guayongo, fuera del área de inundación del futuro embalse, se encuentra un petroglifo consistente en una máscara antropomorfa y círculos con dos apéndices inferiores . La máscara es similar a la encontrada en Mincha Sur, curso inferior del Choapa (Foto 47).

Ladera de exposición noreste del Estero Camisas: se hallan en superficie 7 fragmentos alfareros café alisados y un asa circular. También queda fuera del área de influencia del futuro embalse.

3.4.2.7 Sector Embalse Cerrillos

Localización del sitio: 6485.700N- 298.500 E. En superficie de 50 m2 , a 10 m sobre el lecho del rio, y en ladera de exposición norte del rio Choapa, existe en superficie cerámica y clavos correspondientes a un antiguo campamento de construcción del ferrocarril de trocha angosta.

3.4.2.8 Sector Embalse Canelillo

Localización del sitio: 6489.150 N- 290 E. Terrazas de exposición norte.a 10 m del lecho del rio. Se hallan dos trozos de alfarería sin decorar.

Localización de sitio: 6493.800N- 283.550 E. Ladera exposición noreste del Choapa. A 15 m del lecho del rio y a 200 de la confluencia con el Illapel, en una superficie de 100 m2 se encuentran 15 fragmentos de cerámica roja en ambas superficies.

3.4.3 Conclusiones y recomendaciones del reconocimiento arqueológico

Se proporcionan a continuación algunos comentarios relacionados con la revisión bibliográfica de la cuenca del Choapa y visitas de inspección arqueológica de las zonas afectadas por el proyecto Choapa:

- De la revisión bibliográfica se desprende la existencia de numerosos asentamientos indígenas prehispánicos, correspondiendo un elevado número de ellos a campamentos, conchales y sepulturas de poblaciones costeras de distinto períodos de ocupación humana desde el Periodo Arcaico (unos 8000 años a.P.) hasta el Período Diaguita-incaico. Los yacimientos del interior corresponden mayoritariamente a sitios de arte rupestre, sitios habitacionales y cementerios. Pese a la importancia que revisten los sitios, son muy escasos los trabajos arqueológicos exhaustivos realizados en la zona y muchos

sitios se encuentran expuestos a la destrucción antrópica y natural.

- Las visitas de inspección a terreno han corroborado la existencia de los sitios mencionados en la literatura, además de la presencia de otros asentamientos indígenas no referidos en la literatura.

- De los antecedentes recopilados tanto en biblioteca como en terreno, queda de manifiesto la gran densidad de sitios arqueológicos de la zona y la conveniencia de realizar nuevas prospecciones arqueológicas sistemáticas de sitios de valor cultural.

- Debe prestarse especial atención a los sitios detectados en los sectores de Embalse Cerrillos y Embalse Corrales, por encontrarse bajo la cota de inundación del futuro embalse y, en consecuencia, se verán directamente impactados.

- Se recomienda elaborar un plan de mitigación de impactos de los sitios arqueológicos y recursos culturales existentes y los que puedan encontrarse a partir de los nuevos reconocimientos del área.

- La totalidad de los sitios de valor histórico, arqueológico y cultural se encuentran bajo la protección de la Ley de Monumentos Nacionales Nº 17.288 y cualquier intervención que se desee hacer debe contar con el permiso del Honorable Consejo de Monumentos Nacionales.

3.5 CARACTERISTICAS DE LA POBLACION Y ACTIVIDADES

3.5.1 Indicadores demográficos

Como referencia de todo el estudio de los impactos ambientales de naturaleza socioeconómica, y en especial para estimar comparativamente el área de influencia del proyecto, se presentan a continuación las cifras totales de población, tanto de nivel nacional como de la IV Región de Coquimbo en que se sitúa el área de influencia del proyecto en estudio.

En primer lugar se presentan las cifras de superficie, población, densidad e índice de masculinidad según el XVI° Censo Nacional de Población y V° de Vivienda de 1992 de la provincia de Choapa y de sus cuatro comunas: Illapel, Salamanca, Los Vilos y Canela.

Cuadro N° 6.5-25. Superficie, población, densidad e índice de masculinidad según división político-administrativa en la Provincia de Choapa y comunas de Illapel, Salamanca, Los Vilos y Mincha

División político administrativa	Superficie en miles de hectáreas	Población total	Densidad	Indice de masculinidad
Provincia de Choapa	10.060.0	77.393	7.7	101.4
Illapel	2.610.0	28.968	11.1	97.2
Salamanca	3.443.8	22.589	6.6	105.4
Los Vilos	1.823.8	15.733	8.6	104.3
Canela	2.182.4	10.103	4.6	100.8

Fuente: XVI° Censo Nacional de Población y V° de Vivienda Resultados generales. 1993. Instituto Nacional de Estadísticas (INE)

A continuación se entregan las cifras de población nacional y de la IV Región de Coquimbo, por áreas urbana y rural, para permitir establecer términos de comparación con las cifras antes mencionadas.

Cuadro N° 6.5-26 Población total del país y IV Región de Coquimbo por área urbana y rural total y porcentajes

	población total	porcentaje
Nivel nacional		
área urbana y rural	13.348.401	100.00 %
área urbana	11.140.405	83.46
área rural	2.207.996	16.54
IV Región de Conquimbo		
área urbana y rural	504.387	100.00
área urbana	355.284	70.00
área rural	149.103	30.00

FUENTE: XVI Censo Nacional de Población y V de Vivienda. Resultados generales.

Asimismo, tiene interés conocer la distribución nacional de la población por grupos de edad, en las áreas urbana y rural.

Cuadro N° 6.5-27
Población nacional según grupos de edad,
por área urbana y rural
Porcentajes

tramos de edad	poblacion urbana	población rural
0 a 4 años	10.83 %	11.15 %
5 a 9	9.22	9.87
10 a 14	9.13	9.71
15 a 19	9.16	8.93
20 a 24	9.07	8.94
25 a 29	9.25	8.78
30 a 34	8.61	7.80
35 a 39	7.10	6.32
40 a 44	5.85	5.32
45 a 49	4.89	4.60
50 a 54	4.06	4.27
55 a 59	3.25	3.56
60 y más	9.58	10.77
TOTAL	100.00	100.00

FUENTE: XVI Censo Nacional de Población y V de Vivienda. Resultados generales.

Por otra parte, para tener una apreciación global acerca de la magnitud que alcanza la población de grupos étnicos declarados en la información censal de 1992, y apreciar tanto los que representan los diversos grupos étnicos en comparación con la población total nacional y, a la vez, la representatividad de cada uno de estos grupos, se agrega el cuadro Nº 6.5-28 en que aparecen estas cifras.

Puede apreciarse que la población de grupos étnicos minoritarios no es especialmente representativa en la IV Región de Coquimbo.

Cuadro N° 6.5-28
Composición étnica de población de 14 años y más por sexo y grupo étnico declarado Nivel nacional y IV Región de Coquimbo

	población total 14 años y más	población mapuche	población aymará	población rapanuí
Nivel nacional				
ambos sexos	9.660.367	928.060	48.477	21.848
hombres		470.730	24.898	9.358
mujeres		457.330	23.579	12.490
IV Región de Coquimbo				
ambos sexos	358.101	18.110	2.102	849
hombres		9.376	1.115	355
mujeres		8.634	987	494

FUENTE: XVI Censo Nacional de Población y V de Vivienda. Resultados generales.

3.5.2 Indicadores educacionales

Se entregan a continuación algunas cifras sobre la realidad educacional de nivel nacional y de la IV Región de Coquimbo, con vistas a establecer comparativamente la realidad regional donde se sitúa el proyecto.

Se puede observar que los niveles de cobertura nacionales y de la región en que se sitúa el proyecto son relativamente parejos en lo que se refiere a la educación básica, tanto en las áreas urbanas como rurales.

En lo que se refiere a cobertura del nivel medio las áreas rurales, tanto de nivel nacional como de la IV Región en estudio, representan unos niveles sensiblemente inferiores. La cobertura de nivel medio no alcanza al 50% en las áreas rurales. La cobertura educacional de nivel medio en la región en que se sitúa el proyecto está casi 6 puntos por debajo de la media nacional, lo que se determina en gran parte por su mayor densidad de población rural en relación a la población urbana.

Por otra parte, las tasas de alfabetismo son similares en la IV Región con las de nivel nacional. Finalmente, el nivel de escolaridad promedio de la población en la IV Región está por debajo de la media nacional, debido entre otros factores a la mayor tasa de ruralidad de la región en relación al nivel nacional.

Cuadro N° 6.5-29
Cobertura educacional básica nacional
y IV Región de Coquimbo

Región	Urbano	Rural	Total
Total Nacional	97.8	92.5	96.7
IV Región de Coquimbo	98.1	92.7	96.0

Fuente: MIDEPLAN, Encuesta CASEN 1990.

Cuadro N° 6.5-30
Cobertura educacional media nacional
y IV Región de Coquimbo

Región	Urbano	Rural	Total
Total nacional	85.3	48.7	79.0
IV Región de Coquimbo	86.0	49.6	73.3

Fuente: MIDEPLAN, Encuesta CASEN 1990.

Cuadro N° 6.5-31
Tasa de alfabetismo en la población de 10 años y más según área urbana y rural
Nivel nacional y IV Región de Coquimbo

Nivel	tasa de alfabetismo
Nivel nacional	
área urbana y rural	94.60
área urbana	96.29
área rural	85.97
IV Región de Coquimbo	
área urbana y rural	93.10
área urbana	95.95
área rural	86.18

FUENTE: XVI Censo Nacional de Población y V de Vivienda. Resultados generales.

Cuadro N° 6.5-32
Nivel de escolaridad promedio de la población de 15 años y más
nivel nacional y IV Región De Coquimbo
Número de años de escolaridad

Región	Urbano	Rural	Total
Nivel nacional	9.6	6.2	9.0
IV Región de Coquimbo	9.4	6.5	8.4

Fuente: MIDEPLAN, Encuesta CASEN 1990.

Cuadro N° 6.5-33
Escolaridad promedio según área y edad
Nivel nacional

Edad	Urbano	Rural	Total
15 a 24	10.61	8.09	10.03
25 a 34	10.82	7.50	10.23
35 a 44	9.85	6.38	9.22
45 a 54	8.58	4.53	7.85
55 a 64	7.43	3.73	6.69
65 a 74	6.57	3.25	5.87
75 y más	6.03	2.59	5.27

Fuente: MIDEPLAN, Encuesta CASEN 1990.

3.5.3 Indicadores de vivienda

Se entrega a continuación un cuadro con las cifras de insatisfacción de necesidades básicas en vivienda y servicios de nivel nacional y para la IV Región, sólo para el sector urbano, ya que las cifras para el área rural aún no se encuentran disponibles.

Puede observarse que las cifras regionales están un poco bajo las de nivel nacional.

Cuadro Nº 6.5-34
Proporción de población urbana pobre e indigente con insatisfacción de necesidades básicas en vivienda y servicios (NBI), 1992. Nivel nacional y IV Región de Coquimbo

Nivel	población urbana indigente con NBI	población urbana pobre no indigente con NBI	población urbana pobre con NBI	población urbana no pobre con NBI
Nacional	2.34	3.89	6.23	3.20
IV Región de Coquimbo	2.93	3.93	6.88	2.34

Fuente: CEPAL, 1993. La pobreza en Chile en 1992.

3.5.4 Indicadores de Empleo

Se entrega a continuación un cuadro con las tasas de participación de la población en actividades económicas, de nivel nacional y para la IVª región de Coquimbo. Puede observarse que la tasa regional de participación urbana está un poco más de 3 puntos porcentuales bajo la media nacional.

Cuadro N° 6.5-35 Tasa de participación de la población de 15 años y más. Población económicamente activa. Nivel nacional y IV región de Coquimbo áreas urbana y rural

	tasa de participacion
Nivel nacional	
urbano y rural	49.07
urbana	49.54
rural	46.67
IV Región de Coquimbo	
urbana y rural	46.54
urbana	46.47
rural	46.72

FUENTE: XVI Censo Nacional de Población y V de Vivienda. Resultados generales.

Según las encuesta CASEN de 1987, 1990 y 1992, las tasas de desempleo en la IV Región han descendido significativamente a lo largo de los últimos años. Como total regional la tasa de desempleo baja del 13.6% en 1987 al 5.5% en 1992, en tanto la tasa de desocupación urbana baja desde 16.8% al 7.2% en el mismo período, mientras la misma tasa a nivel rural baja del 7.3% al 2.0% en el período. Esto tiene sus efectos positivos en los indicadores de pobreza, como se verá mas abajo.

A continuación se entrega la información referente a la población económicamente activa para el período Octubre-Diciembre 1993, tanto a nivel nacional como para la IV región de acuerdo a la información actualizada en el compendio estadístico INE, 1994.

Cuadro N° 6.5-36. Población económicamente activa. Octubre-Diciembre 1993. Total Nacional y IV Región de Coquimbo (en miles)

	Población total	Fuerza de trabajo	Ocupados	Desocupados	Tasa de desocupación
Nacional	13.509,62	5.219,30	4.985,73	233,57	4,5
IV Región	491,27	182,04	172,31	9,73	5,3

Fuente INE, Compendio estadístico 1994.

A continuación se indica la información sobre la fuerza de trabajo ocupada por rama de actividad económica, la distribución nacional y para la IV región, de acuerdo al compendio estadístico del INE 1994.

Cuadro 6.5-37. Fuerza de trabajo ocupada por rama de actividad económica. Octubre-Diciembre 1993. Distribución nacional y IV Región (en miles)

	Agricultura	Minería	Industria Manufacturera	Electricidad, Gas y Agua	Construcción	Comercio	Transporte	Financiero	Servicios Comunicación Social	Otros
Nacional	825,31	92,14	835,25	26,95	402,97	925,56	354,75	288,94	1233,34	0,53
IV Región	58,70	11,39	14,26	0,43	13,58	28,06	9,73	4,79	31,39	0,00

Fuente: INE, Compendio estadístico 1994.

3.5.5 Ingresos, Pobreza e Indigencia

Como aspecto esencial de la definición de la línea de base de la población regional en que se sitúa el proyecto, es de mucho interés determinar si y en qué medida ella está por sobre o bajo las líneas de pobreza e indigencia (extrema pobreza) definidas por MIDEPLAN. [9]

Este Ministerio define de la siguiente manera estos conceptos:

---

[9] Ver MIDEPLAN, 1992. Población, Educación, Vivienda, Salud, Empleo y Pobreza. Casen 1990. Asimismo ver CEPAL, 1993. La Pobreza en Chile en 1992. LC/R. 1351.

"Se denomina línea de indigencia al costo de la canasta alimentaria y se define como indigentes (o extremadamente pobres) a las personas que residen en hogares cuyos ingresos son tan bajos que aunque los destinaran integramente a comprar alimentos, no lograrían satisfacer adecuadamente las necesidades nutricionales de sus integrantes. El valor de la línea de pobreza en las zonas urbanas se obtuvo duplicando el valor de la línea de indigencia, en tanto que el de las zonas rurales se calculó incrementando en 75% el presupuesto básico de alimentación". [10]

Para tener términos de comparación se puede decir que en bienio 1991-1992 disminuyo en cerca de 1/3 la población en condiciones de indigencia en Chile, ya que bajó en cerca de 600.000 personas, esto es, del 13,8% al 9.0% de la población. Asimismo, superaron su condición de pobreza cerca de 833.000 personas, ya que los índices de pobreza bajaron del 40,1% al 32,7% a nivel nacional.

Entre las causas determinantes de este fenómeno puede citarse la disminución del desempleo, el incremento del número de ocupados por hogar, la oferta creciente de empleos y el descenso de las ocupaciones de baja productividad y la demanda de mano de obra de mejor calificación por incrementos en los niveles tecnológicos en las actividades productivas. Los mayores incrementos de ingreso en el bienio se perciben en los 4 deciles inferiores de la escala de distribución de ingreso y en el decil superior.

El cuadro de pobreza e indigencia a nivel nacional y en la IV Región de Coquimbo muestra el total de personas en cada categoría y sus porcentajes. Puede observarse que existen cerca de 200.000 personas que viven en situación de pobreza en la IV Región, lo que representa un 40% de su población total, en tanto la indigencia afecta a casi 50.000 personas, con un 9.8% de la población regional. Sin duda el proyecto puede contribuir a paliar en gran medida esta situación, al mejorar la dotación del recurso productivo más escaso de la región, el agua.

---

[10] Ver CEPAL, 1993. La Pobreza en Chile en 1992. LC/R. 1351.

Cuadro N° 6.5-38
Población pobre e indigente en Chile en 1992
Nivel nacional y IV Región de Coquimbo

	pobreza en miles	% de pobreza	indigencia en miles	% de indigencia
Total nacional	4.369,7	32.7	1.199,9	9.0
IV Región de Coquimbo	199,4	40.0	48,8	9.8

Fuente: CEPAL, 1993. La pobreza en Chile en 1992.

Al observar las cifras de la encuesta CASEN 1992 y compararlas con las de los años anteriores en que se ha hecho esta encuesta se puede verificar que entre 1987 y 1992 salieron de su condición de pobreza un total de 28.008 personas en la IV Región.

Al desglosar por áreas urbana y rural se observa que este avance es representativo solamente de las áreas rurales, ya que en las áreas urbanas la población pobre se ha incrementado en 2.000 personas entre 1987 y 1992, mientras en las áreas rurales de la región ha disminuido en 30.008 la población pobre en el mismo período.

Por su parte, la indigencia muestra avances positivos en las áreas urbanas, donde baja en 19.333 personas en el período considerado, y también en las rurales, donde se reduce en 9.897 personas.

3.5.6 Tenencia de la tierra tamaño y superficie actual de los predios

Es importante señalar los antecedentes de tenencia de la tierra como parte de la definición de la línea de base debido a que uno de los efectos probables del proyecto en el largo plazo, efecto beneficioso, en términos de una mayor introduccción de capital y tecnología al área del proyecto, pero eventualmente pernicioso en términos sociales, es la presencia de una futura tendencia a la concentración de tierras, lo cual significaría la operación más dinámica del mercado de tierras y la virtual "expropiación" de un porcentaje variable de pequeños propietarios debido a esta dinámica.

Los predios actuales pertenecen por lo general a pequeños propietarios, originados en el proceso de reforma agraria, por subdivisión y asignación de grandes predios privados o pertenecientes a algún organismo fiscal (Ministerio de Salud especialmente). Este factor está sin duda ligado a la condición de ingresos y pobreza antes señalado.

Para efectos del estudio de factibilidad del proyecto, el área de influencia del proyecto ha sido dividida en tres zonas o áreas de planificación: Interior, Intermedia y Costa. En ella se encuentran distribuidos el total de predios influidos por el proyecto (3.699). El cuadro a continuación señala la forma de la distribución de los predios en las tres zonas, sus porcentajes, y el área total ocupada por ellos con sus porcentajes respectivos.

Cuadro N° 6.5-39
Total de predios y superficie
por áreas de planificación del proyecto de riego Choapa

Areas de planificación	total de predios	porcentaje	total de superficie	porcentaje
Interior	1.767	47.8	11.472,6	25.8
Intermedia	1.124	30.4	17.003,6	38.2
Costa	808	21.8	16.051,7	36.0
TOTAL	3.699	100.0	44.527,9	100.0

Fuente: Volumen Nº 2 de esta Consultoría.

Puede observarse que el área de planificación interior acumula el mayor porcentaje de predios (47.8), aunque una superficie que no alcanza a 1/3, lo cual indica la mayor subdivisión de la tierra en esta área; el tamaño medio de los predios de esta área es de 6.39 ha. El área intermedia presenta un tamaño de predios mayor, esto es 15.13 ha, alcanzando al 38.2 % de la superficie total con sólo un 30.4% de los predios, en tanto el área de la costa representa un tamaño promedio de predios algo superior (10.41 ha) a la media de todos los predios que alcanza solamente a las 9.93 ha.

Dada la actual escasez de recursos de agua y a la calidad regular o mala de las tierras, una cantidad pequeña de tierras queda asociada a bajos niveles de generación de ingreso y

producto y por ello a condiciones socioeconómicas bajas, en muchos casos caracterizada por la condición de pobreza o de indigencia.

En cuanto a la tenencia de la tierra y el tamaño de los predios de toda la muestra se puede decir que en el estrato de 0 a 5 ha hay 2.723 predios, lo que constituye el 74% del total de predios, con el 30.8% de las tierras. Por otra parte, en el estrato sobre 5 ha, lo que constituye una agricultura comercial, existen 974 predios, esto es el 26% de ellos con una superficie de 69,2% del total. (11)

En el área de planificación Costa, en el estrato entre 0 y 5 ha se ubica el 97% de los predios, con el 63% de la superficie agrícola. En el área Interior, en el mismo estrato de cabida se encuentra el 75% de los predios con un 22% de la superficie agrícola, en tanto en el área Intermedia, en el mismo estrato se ubica el 56% de los predios con el 28% de la superficie agrícola.

En cuanto a la utilización de la mano de obra en la superficie agrícola perteneciente al área de influencia del proyecto, el Volumen N° 2 de esta Consultoría, en base a la extrapolación de los resultados de la encuesta agropecuaria, señala que el 99% está formada por mano de obra familiar (96% de hombres y 3% de mujeres). (12)

3.6 AREAS DE RIESGO

Se refiere a los riesgos del proyecto frente a fenómenos naturales o a actividades inducidas por el hombre, de carácter extremo, tradicionalmente considerados en estudios de riesgo.

Al respecto se puede afirmar que toda la cuarta región se encuentra libre de riesgos volcánicos para el proyecto. En la etapa actual de desarrollo del proyecto solo se pueden vislumbrar algunos riesgos frente a fenómenos naturales, principalmente relacionados con las crecidas del Choapa, las cuales de acuerdo a la estadística hidrológica pueden ser importantes. No se aprecian riesgos inducidos por actividades humanas. No obstante lo anterior en una etapa mas avanzada del

---

11 Vol.2, op. cit. Son resultados obtenidos de la extrapolación de los resultados de la encuesta agropecuaria realizada en el área de estudio y detallada en el informe citado.

12 Ver Volumen N° 2, op. cit.

proyecto deberán considerarse los siguientes tipos de riesgo derivados de los procesos naturales:

- Erosión (hídrica y eólica)
- Riesgos asociados a determinadas litologías (expansividad, riesgos asociados al carst).
- Riesgos asociados a procesos gravitacionales (movimientos en masa).
- Riesgos derivados de los procesos fluviales.
- Riesgos derivados de procesos nivales glaciares en la cuenca alta.
- Riesgo sísmico.

4. DESCRIPCION DE LOS CRITERIOS AMBIENTALES

Los criterios ambientales generales que se aplican en el presente estudio son los siguientes:

- Proporcionar antecedentes fundados para la predicción, identificación e interpretación del impacto ambiental producido y proponer acciones, enmarcadas en la legislación vigente destinadas a minimizar los impactos ambientales negativos relevantes y a potenciar los impactos positivos.

- Comparar ambientalmente y de manera objetiva entre las condiciones anteriores al proyecto y las posteriores etapas de construcción, operación y abandono. Para ello, la comparación se hace sobre la base de parámetros y metodologías de amplio uso y aceptación. En esta se incluyen tanto los efectos directos, que involucran pérdida parcial o total de un recurso o el deterioro de una variable ambiental, como también la inducción de riesgos potenciales.

- Para la determinación de los efectos ambientales se usan variables socioeconómicas, culturales, históricas, ecológicas, físicas, químicas y visuales (paisajísticas); en la medida que ellas representen adecuadamente al territorio afectado por el proyecto o actividad.

- El estudio se realiza sobre la base de la globalidad del proyecto en su fase de factibilidad y antes de la etapa de ejecución.

5. IDENTIFICACIÓN, ANALISIS Y VALORIZACION DE LOS IMPACTOS

A continuación se identifican y analizan los impactos más importantes del proyecto, separándolos en impactos negativos y positivos. Asimismo, en cada caso se señalará la valoración que se adscribe a cada impacto.

5.1 IMPACTOS NEGATIVOS

5.1.1 Impactos negativos sobre el medio físico

Los impactos negativos sobre el medio físico son principalmente de índole paisajística. En este aspecto se destaca la producción de obras civiles como las presas de los embalses de gran magnitud, ajenas al paisaje y que resaltan de su entorno, entre estos se incluye la franja árida de fluctuación de cota

de llenado. En menor grado impactan los canales matrices, alimentadores y túneles. Se trata de impactos de alta magnitud, irreversibles y permanentes.

De la construcción impactarán también negativamente los acopios de materiales, también los botaderos de marinas y otros. En el primer caso se trata de impactos de mediana magnitud, reversibles y transitorios. En el segundo caso se trata de impactos de magnitud más que media, irreversibles y permanentes.

Existirá impacto negativo sobre el medio físico en la medida que se depriman los embalses subterráneos del recurso agua existentes en la cuenca del río Choapa. Este tipo de impacto es de mediano a alto, reversible y transitorio.

La pérdida de suelo por inundación causará impacto negativo sobre el medio físico. Este impacto será de magnitud baja a media, irreversible y permanente.

Existe un impacto negativo potencial relacionado con el desarrollo de procesos de erosión en la línea de ribera de los futuros embalses, pero también en los nuevos canales sin revestir. Este tipo de impacto tendrá magnitud baja a media, es irreversible y transitorio en la medida de que el problema tenga un manejo adecuado.

La existencia de embalses impactará al medio físico en cuanto al cambio en el régimen de arrastre de sedimentos que existe actualmente. Este impacto tiene magnitud baja a media, es irreversible y permanente.

Se producirá una alteración de la calidad del aire y de la quietud y aumentará el nivel de ruidos. Impacto de magnitud media a alta, reversible y transitorio.

La falta de materiales finos en los cauces de los cursos de agua a regular hace necesaria la explotación de canteras en otros sitios de la cuenca o fuera de ella, con el consiguiente impacto negativo que ello acarrea. Se trata de impacto de magnitud media a alta, irreversible y permanente.

El impacto por falla de obra especialmente: represas y canales influenciará sobre el medio físico de manera negativa; principalmente por efectos erosivos y de arrastre de material aluvional. Este impacto es de magnitud media a alta, irreversible y permanente en el corto y mediano plazo.

5.1.2 Impactos negativos sobre el medio biológico

5.1.2.1 Impactos negativos sobre la flora terrestre

A continuación se definen los impactos negativos relevantes de acciones del proyecto sobre la vegetación y la flora.

a) A nivel de los embalses:

- Remoción de la cubierta vegetal en la zona de construcción de la presa. Impacto de magnitud media, irreversible y permanente.
- Aguas arriba de la presa, muerte de vegetación natural y cultivada, por inundación. Impacto de magnitud alta, irreversible y permanente.
- Pérdida de suelos agrícolas, por inundación. Impacto de magnitud media a alta, irreversible y permanente.
- Aguas arriba, reasentamientos humanos, intervención potencial de la vegetación en cotas por sobre la de llenado del embalse. Impacto de magnitud media, reversible y permanente.
- Aguas abajo de la presa, alteración de la flora y vegetación ribereña por modificación del nivel del agua y transformación del ambiente reófilo natural. Impacto de magnitud media, irreversible y permanente.

b) A nivel de los canales matrices:

- Remoción de cubierta vegetal. Impacto de baja magnitud, reversible y transitorio.
- Muerte de plantas por depósito sobre ellas del material excavado. Impacto de baja magnitud, reversible y transitorio
- Posible erosión derivada de las excavaciones y movimientos de tierra. Impacto de magnitud media, reversible y transitorio si es manejado adecuadamente.

c) A nivel de túneles y campamentos

- Muerte de vegetación por depósito sobre ella de los desechos de la construcción del túnel. Impacto de magnitud media, irreversible y permanente.

- Eliminación de vegetación en la zona de construcción de los caminos de acceso. Impacto de magnitud media, reversible y permanente.

5.1.2.2 Impactos negativos sobre la fauna terrestre

Se discute a continuación las implicancias que tendría la construcción de los embalses en relación a la inhabilitación de tierras que potencialmente ocupa la fauna de vertebrados. Es necesario señalar con anterioridad que todos los grupos de vertebrados serán impactados temporalmente en la fase de construcción de los embalses, sin embargo en la fase de operación de estas obras, sólo aquella parte de la fauna que haga uso de las áreas de los embalses será permanentemente perjudicada dada la inhabilitación permanente del área inundada.

a) Mamíferos

Los impactos negativos provocados por acciones del proyecto sobre este grupo de la fauna serán mayoritariamente temporales, directos y de magnitud baja a media.

La clase de los Mamíferos, corresponde a un grupo muy móvil, comparado con el grupo de los Reptiles o Anfibios. Frente a una eventual perturbación, estos animales son capaces de evadir la perturbación y desplazarse a zonas aledañas más estables. La construcción de un embalse inundaría el área y su perturbación sería permanente e irreversible.

De las 24 especies de Mamíferos existentes en la zona afectada por el proyecto, 18 corresponden a micromamíferos en donde los Roedores en su mayoría corresponden a especies fosoriales o especies que utilizan cuevas (ver Tabla 1). El grupo de los Roedores sería el más afectado dentro de los mamíferos frente a una eventual inundación de sus refugios. Dentro de este grupo la especie que se encuentra en la categoría de conservación "amenazada" (ver Tabla 7) es Abrocoma bennetti (Ratón chinchilla), sin embargo, según entrevistas a lugareños esta especie ya no se encuentra en las zonas de los futuros embalses, sino en zonas menos intervenidas por el hombre. En relación a Notiomys megalonyx (Ratón topo del matorral), que se encuentra en peligro de conservación, posee una distribución bastante amplia en nuestro país.

Respecto al Orden de los Quirópteros y los Carnívoros, son grupos altamente móviles, de modo que una inundación no los afectaría mayormente. Marmosa elegans (Yaca), es una especie de amplia distribución, de esta manera a pesar de su estado de conservación en peligro, esta especie no estaría amenazada dada la existencia de poblaciones sureñas que asegurarían una reserva genética.

b) Aves

Los impactos negativos provocados por acciones del proyecto sobre las aves serán mayoritariamente temporales, directos y de baja magnitud.

En cuanto a la movilidad se refiere, las aves están consideradas como el grupo de vertebrados más móvil. Esto les ha permitido explotar una gran variedad de hábitats, conduciendo a una gran variabilidad ecológica.

Los ambientes que serían dañados irreversiblemente con la consecuencia del desplazamiento de las poblaciones de aves, sería el de matorral y el de bosque. El número total de especies que prefieren estos ambientes son 58 (ver Tabla 3). Sin embargo la posibilidad de que estas especies se desplacen en busca de sitios favorables es muy elevada.

Según el estado de conservación de las aves en la zona, ninguna de las especies está amenazada y solamente 3 se encuentran en peligro (Tabla 7). Sin embargo, la Becasina pintada (Nycticryphes semicollaris) es de amplia distribución (de Coquimbo hasta la provincia de Osorno, ver Araya and Millie 1986), por lo tanto no estaría amenazada por la ejecución de las obras. Las poblaciones de Torcaza (Columba araucana) ha tenido un incremento considerable en el país y el loro Tricahue (Cyanoliseus patagonus) es sujeto de intensos estudios de conservación. Además en el área no se encuentran poblaciones que pudieran ser afectadas.

c) Reptiles

Los impactos negativos provocados por actividades del proyecto sobre el grupo de los reptiles son temporales, directos y de baja magnitud.

Los Reptiles son el grupo de vertebrados menos móvil de todos, por lo tanto sería el grupo de vertebrados mayormente afectado en términos comparativos. Por otro lado, sólo una especie de la Familia Iguanidae se encuentra amenazada: Liolaemus kuhlmani (ver Tabla 5 y 7). Esta especie se encuentra en las regiones administrativas de Coquimbo a Valparaíso y ocupa una región ecológica mediterránea semiárida, tipo de hábitat típico de la cuarta región. Si se supone la hipótesis de que esta especie esté distribuida homogéneamente en la zona, el impacto producido por las obras sería mínimo, ya que esta lagartija no se encuentra asociada estrechamente a los sistemas límnicos al igual que la mayoría de los reptiles.

Las otras especies de Reptiles se distribuyen ampliamente en nuestro país, de este modo el proyecto no afectaría la conservación de estas especies.

d) Anfibios

Los impactos negativos provocados por actividades del proyecto sobre el grupo de los anfibios son temporales, directos y de muy baja magnitud.

Si bien los Anfibios tampoco poseen una gran movilidad, desarrollan parte de su ciclo de vida en el agua, por lo tanto la construcción de los embalses no afectaría mayormente a las poblaciones de Anfibios, salvo en las fases de construcción, al contrario podría incluso beneficiarlas.

e) Impacto de canales matrices y rutas de acceso sobre la fauna terrestre

La ejecución de estas obras afectará a los cuatro grupos de vertebrados señalados para la zona. El análisis de movilidad de las distintas especies de la fauna presente conduce a la hipótesis de que las especies mayormente afectadas por estas perturbaciones, son en Orden decreciente, las especies de Reptiles, Anfibios y Mamíferos. Esto es por la destrucción de lugares propicios para refugio, para alimentación y reproducción de estos animales.

La superficie perturbada por los canales es menor que la superficie inundada por los embalses de modo que la perturbación por inundación es de importancia menor. Sin embargo, la fase de construcción sería la más perjudicial de estas obras al igual que la utilización de las rutas de acceso.

5.1.2.3 Impactos negativos sobre la flora y fauna acuática

Los impactos negativos de las obras principales del proyecto integral de riego Choapa sobre los recursos de la flora y fauna acuática se resumen a continuación:

a) Embalses

A nivel de los embalses, el principal impacto negativo se relaciona con el cambio abrupto desde un ecosistema lótico (fluvial) a un ecosistema léntico (de embalse). Se trata de un impacto de magnitud máxima, irreversible y permanente. Este cambio resultará en la extinción local de aquellas especies que no se puedan adaptar a las nuevas condiciones ambientales, y la

proliferación de aquellas especies oportunistas que soporten el cambio de su hábitat.

La construcción de las represas traerá consigo una fragmentación del hábitat para especies que migren a lo largo de los cursos de agua en distintas épocas del año. Se trata de un impacto de magnitud media, irreversible y permanente.

Durante la fase de construcción, serán impactadas las poblaciones de la flora y fauna acuática en las zonas de ubicación de las obras, ya sea por movimiento de tierras, instalación de campamentos y residuos sólidos y líquidos. Este será un impacto de magnitud media, reversible y transitorio.

La existencia de masas de agua embalsadas, en conjunción con altas temperaturas e irradiación solar, pueden derivar en condiciones de eutrofía a mediano plazo; acumulación de materia orgánica, anoxia y producción de ácido sulfhídrico. Este impacto sería de magnitud alta pero reversible con un buen manejo ambiental.

La disminución abrupta del caudal en los cursos de agua embalsados, aguas abajo de la presa y hasta el punto de afluencia del próximo curso de agua tributario, causará impacto negativo relacionado con el caudal ecológico. Este impacto (si no es manejado adecuadamente), causará un impacto de magnitud media a alta, reversible (en la medida de que el cauce no se seque) y permanente.

b) Canales matrices, alimentadores y sifones

La fase de construcción de canales matrices, alimentadores y sifones, impactará negativamente sobre la flora y fauna acuática sólo cuando estos se relacionen con cursos de agua naturales. La forma de impacto será del mismo tipo descrito para la fase de construcción de embalses. Es decir, se trata de impactos de magnitud baja a media, reversible y mayoritariamente transitorios.

Un caso especial puede ser la utilización de cauces naturales para el transporte de excedentes de agua. El aumento puntual del caudal natural puede impactar la fauna y flora acuática local por arrastre de ella. En este caso se trata de un impacto de magnitud media, reversible en el mediano plazo (por recolonización) y transitorio.

c) Túneles, campamentos, caminos y otras obras mayores

Durante la fase de construcción de túneles, campamentos y otras obras mayores se producirán impactos negativos sobre la flora

y fauna acuática en la medida de que las obras mismas se encuentren sobre, en la orilla, atraviesen o utilicen cursos de agua naturales. Los impactos pueden ser por mal manejo de residuos domésticos e industriales; construcción de captaciones temporales del recurso agua, necesario para la construcción, etc. Los mismos tipos de impacto se producirán ante una eventual fase de abandono y por el desmantelamiento de campamentos al final de la fase de construcción. Estos impactos son de magnitud baja a media, en su mayoría reversibles y transitorios.

La utilización del recurso agua en los embalses subterráneos, así como las operaciones de drenaje de predios puede resultar en la pérdida de hábitat de humedales, los cuales constituyen zonas de alta biodiversidad y de reproducción para aves migratorias. Este es un impacto de magnitud mediana, irreversible y permanente.

5.1.3 Impactos negativos sobre el medio socio-económico

a) Desplazamiento de población

Se estima que el desplazamiento de la población de sus lugares habituales de residencia y en algunos casos, del suelo agrícola en que producen sus medios de vida, como resultado de las obras proyectadas, es el más importante impacto negativo del proyecto.

Este impacto se produce como efecto de la inundación de áreas en que se encuentran actualmente situadas viviendas y galpones de residentes, por lo general pequeños o medianos propietarios o parceleros, y/o de terrenos agrícolas en varios de los embalses proyectados.

Según el Volumen Nº 4 de esta Consultoría, este fenómeno se produce en varios de los casos de los embalses proyectados. Sin embargo no se señala la cantidad de personas y familias afectadas, cuestión que habría sido de interés para cuantificar de mejor modo la magnitud del impacto. Se puede establecer la hipótesis de que en cada sitio señalado como "casa y galpón" mora una familia.

En los siguientes casos se observa el impacto del área de inundación del embalse sobre lugares de residencia, donde se observan viviendas y galpones:

- Embalse Cerrillos: casas y galpones bajo la cota de coronamiento de la presa.

- Embalse Canelillo: casas y galpones bajo la cota de coronamiento de la presa.

- Embalse Corrales: casas bajo la cota de coronamiento del embalse.

Los impactos señalados son de máxima importancia, de naturaleza permanente, no recuperables o irreversibles, aunque pueden y se deben administrar programas y medidas compensatorias que paliarían los efectos adversos de estos impactos.[13]

b) Pérdida de suelos agrícolas

Un segundo impacto negativo de las obras proyectadas, principalmente por parte de los embalses que se proyecta construir, pero también por la construcción de canales matrices o de riego, es la pérdida de tierras agrícolas en explotación o factibles de explotar. En algunos casos estas tierras son de riego, y presentan plantaciones de árboles frutales o praderas.

La pérdida de tierras de aptitud agrícola o ganadera implica la pérdida de capacidades productivas, lo que se acentúa cuando las tierras son de buena calidad, cuando disponen de riego o son susceptibles de ser regadas, y sobre todo cuando ya incluyen inversiones en plantaciones de árboles frutales o praderas artificiales.

En todos los casos las tierras afectadas tienen propietarios, los que dependen de ellas para su sustento y el desarrollo de su patrimonio y capacidad productiva.

No se ha realizado un catastro completo y preciso de las tierras de aptitud agrícola afectadas, por lo cual no se dispone de datos exactos acerca de la cantidad, características y valores afectados. El Volumen Nº 4 de esta Consultoría señala en trazos generales, para cada uno de los embalses proyectados, la cantidad de tierras afectadas. Estos datos son los siguientes:

- Embalse Cerrillos: tierras cultivadas o cultivables.

- Embalse Canelillo: no hay tierras cultivadas o cultivables inundadas.

- Embalse Corrales: terrenos cultivados o cultivables.

---

[13] Ver más adelante, numeral 6.4 Medidas compensatorias, restauradoras y otras.

No existen datos acerca de la pérdida de tierras agrícolas, cultivadas o cultivables, por la construcción de otras obras del proyecto, como canales matrices o de riego y sifones.

Este tipo de impactos negativos deben considerarse como de mucha importancia, dado que afectan valores patrimoniales y capacidades productivas de familias y habitantes en áreas donde la tierra es un recurso muy escaso y donde las propiedades agrícolas son por lo general medianas y pequeñas. A la vez, los impactos de este tipo que se señalan son permanentes, irrecuperables e irreversibles para el caso de las tierras inundadas y la construcción de canales. Como en el caso del numeral anterior, deben administrarse medidas y programas detallados y precisos de restitución, en otros lugares equivalentes, a las familias afectadas de las tierras perdidas por inundación u otras causas derivadas del proyecto.[14]

c) Pérdida de obras de infraestructura

Un tercer impacto negativo del proyecto es la pérdida de obras de infraestructura, en especial de caminos existentes por la inundación de estas obras en las áreas de embalse proyectadas.

El Volumen Nº 4 de la presente consultoría señala las siguientes pérdidas en este sentido:

- Embalse Cerrillos: en la zona inundada no hay obras de infraestructura.

- Embalse Canelillo: no se afectan obras de infraestructura.

- Embalse Corrales: afecta obras de infraestructura existentes, especialmente construcciones (Ej. Posta).

Los impactos de este tipo son de mediana importancia, permanentes e irreversibles. Sin embargo, en los dos casos en que se observa este tipo de impacto, se trata de caminos de tierra ripiados, por lo que su reposición y nuevo trazado, algunas cotas más altas, no representa valores demasiado elevados. Por ello, los impactos indicados sobre obras de infraestructura existentes son manejables mediante acciones de reparación y restauración, con un diseño de trazado alternativo de los caminos afectados. Los valores afectados o el costo de reposición de los caminos se deberá, por cierto, contabilizar dentro de los costos del proyecto.

---

[14] Ver más adelante, numeral 6.4 Medidas compensatorias, restauradoras y otras.

d) Interferencia con derechos de aprovechamiento de aguas

En el embalse proyectado Cerrillos se interferirían los derechos de aprovechamiento no consuntivos de aguas superficieles, de ejercicio eventual y continuo, por un caudal total de 2.0 m3/s del río Choapa, a favor de don Hugo Corona González (central Corona).[15]

Este tipo de impacto es de importancia mediana, permanente e irreversible, que puede ser reparado mediante una adecuada indemnización.

e) Paisaje

Las obras proyectadas intervienen de diversas formas y en distintos puntos de la geografía del Valle del Choapa, sus actuales valores paisajísticos. Esto es especialmente significativo con los embalses proyectados, los que romperían la continuidad y naturalidad, interviniendo los valores escénicos y el carácter agreste del valle en algunos puntos. Esto representa una pérdida o impacto negativo ambiental del proyecto. También la construcción de canales y sifones representa un impacto negativo paisajístico del mismo tipo, aunque de menor significación.

Este tipo de impactos sobre el paisaje son de importancia menor, en comparación con los evidentes beneficios sociales y económicos del proyecto y dado que no existen lugares de singularidad paisajística notables en ninguna de las áreas en que se construirán obras de importancia.

Los impactos señalados son de naturaleza permanente e irreversible. Al mismo tiempo se trata de impactos que pueden ser mitigados mediante acciones restauradoras que integren de mejor forma los nuevos valores escénicos aportados por las obras que se proyectan con su entorno natural. Esto es especialmente válido para el caso de los embalses proyectados.

5.2 IMPACTOS POSITIVOS

5.2.1 Impactos positivos sobre el medio físico

Desde el punto de vista del paisaje, la existencia de los cuerpos de agua correspondientes a los embalses causará un impacto positivo de gran magnitud, irreversible y permanente.

---

[15] Ver Volumen N° 4.

El paisaje se verá impactado positivamente por el aumento de territorio regado y por ende de la cubierta de vegetación.

El aumento del regadío disminuirá el potencial de erosión en aquellos predios regados o cuyo regadío quede asegurado por el desarrollo del proyecto. Esto se hace extensivo al entorno de los canales. Se trata de un impacto de magnitud alta, reversible y permanente.

5.2.2 Impactos positivos sobre el medio biológico

5.2.2.1 Impactos positivos sobre la flora terrestre

En cuanto a los impactos positivos sobre la flora y vegetación derivados de la ejecución del Proyecto Choapa, estos incluyen:

- Suministro regulado y asegurado de agua de riego para fines silvoagropecuarios. Impacto de alta magnitud, reversible y permanente.
- Control de inundaciones y regulación de avenidas. Impacto de mediana a alta magnitud, irreversible y permanente.

5.2.2.2 Impactos positivos sobre la fauna terrestre

Por otro lado, como se ha comentado más arriba, existen grupos de aves que serían eventualmente beneficiadas por la construcción de embalses, en especial los Podicipediformes (con 3 especies), la Familia Phalacrocoracidae (con 1 especie), los Ciconiformes (6 especies), los Anseriformes por ser especies exclusivamente acuáticas (12 especies), la Familia Accipitridae (1 especie) los Gruiformes (5 especies), algunos representantes de los Charadrriformes (5 especies), un representante de la Familia Strigidae y 9 especies de Passeriformes.

Desde el punto de vista de colonización, después de la construcción de los embalses, la zona que mayormente será beneficiada será la Intermedia (ver metodología), en donde se construirán 2 embalses: Cerrillos o Canelillo y Corrales; estos embalses aumentarán la abundancia y diversidad en esta zona para la mayoría de las especies señaladas anteriormente. 42 especies de aves, sean éstas acuáticas o ribereñas, se encuentran en la zona Intermedia. Sin embargo, la cantidad de especies beneficiadas en la zona Costa por la construcción del embalse Corrales es considerable: 41 especies. La zona alta es menos favorecida en términos de oferta de hábitat potencial a sólo 16 especies de aves.

5.2.2.3 Impactos positivos sobre la flora y fauna acuática

La existencia de los embalses favorecerá el desarrollo de vegetación acuática en las áreas más someras de la cola y en aquellas zonas del litoral con menor grado de fluctuación de línea de orilla. Esta vegetación servirá de base para la mantención de una trama trófica diversa en estos ecosistemas. Al mismo tiempo y dependiendo de las especies presentes servirán como bioacumuladores de compuestos nitrogenados y fosforados. Es un impacto de mediana a alta magnitud, reversible y permanente.

La fauna íctica de pejerreyes (Basilichthys microlepidotus) verá incrementado su territorio y oferta alimentaria ambiental por la existencia de los embalses. Se trata de un impacto con amplitud media, irreversible y permanente.

La fauna de anfibios y aves acuáticas verán incrementados los territorios de sus respectivos hábitats. Este es un impacto de magnitud media, reversible y permanente.

5.2.3 Impactos positivos sobre el medio socio-económico

a) Empleo e ingreso por construcción de las obras

Uno de los beneficios esperados del proyecto es el nivel de empleo generado por la construcción de las diversas obras civiles, que incluye embalses, canales, sifones y otras obras de arte, y que puede beneficiar a personas que viven en el área de influencia del proyecto. El empleo en esta etapa del proyecto será sin embargo de carácter esporádico y durará mientras se ejecuten las obras.

b) Empleo e ingreso permanente por ampliación de la superficie de riego del valle del Choapa

Mayor interés permanente o estratégico puede tener el hecho de la generación de mayor empleo e ingresos que se generará en el área de influencia del proyecto como producto de la mayor dotación de agua, del cambio de uso de los suelos y de las mayores exigencias productivas que se dinamizarán en el Valle del Choapa a partir de la mayor seguridad de riego y del acceso a riego de sus tierras debido a la ejecución del proyecto.

El incremento de plantaciones frutales y otros cultivos más productivos que los actuales y de mayor intensidad de mano de obra que inducirá el proyecto, imprimirá a los mercados de trabajo del valle de Choapa una dinámica que beneficiará a quienes forman parte de él de diversas formas, como mayor

seguridad de empleo y demandas de empleos más calificados y mejor remunerados.

La mayor inversión de capital y tecnología que inducirá el proyecto en el área, beneficiará a los recursos humanos con que estos factores se combinen en términos de una más alta capacitación y calificación y por ende mayores niveles de ingreso per cápita.

Un impacto positivo de este tipo tendría carácter permanente y sería de gran importancia para beneficiar en especial a los pequeños parceleros y agricultores de la zona.

c) Cambio del valor patrimonial de la tierra

El valor de las tierras del valle se verá valorizada con una mejor dotación de agua aportada por las obras del proyecto. Esto beneficia a los propietarios de estas tierras, los que en su gran mayoría son, como vimos, pequeños propietarios agricultores, al incrementar su patrimonio de recursos en explotación.

Sin embargo, este impacto positivo que proviene de la mejor dotación de recursos y capacidad productiva de estas tierras puede inducir una dinámica del mercado de tierras que determine tendencias a su concentración por aumento de la demanda en el largo plazo. Esto podría perjudicar a quienes se vieran forzados a vender, por falta de otros medios o recursos de producción como capital, tecnología, capacidad de gestión o acceso al crédito, lo cual los haría retroceder a una forma de trabajo asalariado, de baja calidad y de ocupación esporádica. Se estaría así produciendo una segmentación y separación de los recursos productivos de capital y fuerza de trabajo, funcional y modernizadora de las formas de producción agropecuaria, pero expropiadora de los medios de producción de una masa de parceleros que han recibido sus tierras en períodos relativamente recientes, esto es, en las décadas del 80' y 90'.

Debido a estos riesgos, las obras de riego del proyecto deben ir acompañadas de otras medidas de apoyo y capacitación a los pequeños agricultores de la zona con vistas a que hagan un buen uso de su nuevo patrimonio y sepan protegerlo en las nuevas condiciones del mercado de tierras que se generarán.[16]

---

[16] Ver más adelante, plan de mitigación de impactos.

d) Turismo y recreación

La construcción de los embalses proyectados puede dar origen a actividades de deporte y recreación con algún nivel de impacto en la demanda de servicios comerciales, de hospedería y restaurantes, comunicaciones y transportes. Sin embargo, la reducida dimensión de los embalses y la dicontinuidad de sus niveles de llenado, donde los niveles más bajos se situarán en las épocas habituales de recreación y vacaciones (verano), no permitirá una proyección significativa del efecto recreativo de las obras de embalse. Podrán tener un valor turístico y recreativo, como base de actividades deportivas, de vida al aire libre y de camping, pero este impacto será de poca relevancia.

5.3 MATRIZ DE IMPACTOS

Se adjuntan las matrices de impactos más significativos del proyecto, las que resumen y presentan de manera fácil de percibir los principales impactos del proyecto en sus diversas fases.

5.3.1 Matriz de impactos sobre el medio físico

A continuación se muestra la matriz de impactos sobre el medio físico, producidos por las actividades del proyecto.

CUADRO N° 6.5-40. MATRIZ DE IMPACTOS AMBIENTALES SOBRE EL MEDIO FÍSICO. PROYECTO INTEGRAL DE RIEGO CHOAPA IV REGION

FASES	Paisaje	Depresión Embalses Subterráneos	Pérdida de suelo por inundación	Erosión en riberas embalses canales	Cambios arrastre sedimentos
FASE DE CONSTRUCCION					
Embalses	XXX	--	XX	--	XX
Canales	XXX	--	X	--	X
Sifones	XXX	--	X	--	X
FASE DE OPERACION					
Embalses	XXX	+	XXX	XX	XX
Canales	XX	+	X	X	X
Sifones	XX	--	X	--	X
FASE DE ABANDONO					
Embalses	XX	+	X	X	X
Canales	X	--	X	X	X
Sifones	X	--	X	X--	X

La simbología utilizada para señalar los impactos es la siguiente:

XXX Impacto negativo de máxima importancia
XX Impacto negativo de importancia media
X Impacto negativo de importancia baja
+++ Impacto positico de importancia alta
++ Impacto positivo de importancia media
+ Impacto positivo de importancia baja
+X Impacto positivo de eventual proyección negativa
-- No existen impactos

5.3.2 Matriz de impactos sobre el medio biótico

5.3.2.1 Matriz de impactos sobre la vegetación y la flora terrestre

A continuación se entrega la matriz de impactos que las acciones mayores del proyecto producirán sobre la vegetación y flora terrestre.

CUADRO N° 6.5-41. MATRIZ DE IMPACTOS AMBIENTALES SOBRE LA VEGETACION Y LA FLORA TERRESTRE. PROYECTO INTEGRAL DE RIEGO CHOAPA IV REGION

FASES	pérdida cobertura vegetación	inundación de vegetación	pérdida de suelo agrícola	Cambio vegetacional aguas abajo embalses
FASE DE CONSTRUC-CION				
Embalses	XXX	XXX	XXX	X+
Canales	X	--	X	--
Sifones	X	--	X	--
FASE DE OPERACION				
Embalses	--	X	--	+++
Canales	--	--	--	--
Sifones	--	--	--	--
FASE DE ABANDONO				
Embalses	XX	--	--	X
Canales	XX	--	--	--
Sifones	X	--	L	--

La simbología utilizada para señalar los impactos es la siguiente:

XXX Impacto negativo de máxima importancia
XX Impacto negativo de importancia media
X Impacto negativo de importancia baja
+++ Impacto positico de importancia alta
++ Impacto positivo de importancia media
+ Impacto positivo de importancia baja
+X Impacto positivo de eventual proyección negativa
-- No existen impactos

5.3.2.2 Matriz de impactos sobre la fauna terrestre

En el cuadro N° 6.5-42 se entrega una matriz de impacto sobre los 4 grupos de vertebrados que serían en alguna medida afectados por el proyecto de riego Choapa. El análisis se basa en los Mamíferos, las Aves, los Reptiles y los Anfibios que fueron señalados en la línea de base. La intensidad del efecto se señala por el número de signos (+) o (-), según se trate de efectos positivos o negativos respectivamente.

Los efectos positivos y negativos van en relación con la oferta de hábitats y su potencial ocupación por parte de los distintos grupos de vertebrados, es decir, la significancia del ofrecimiento de las obras como tales, sirviendo como lugares de nidificación, alimentación o reproducción o en general permitir el desarrollo de cualquier conducta que signifique un aumento en la adecuación biológica de las especie.

CUADRO N° 6.5-42. MATRIZ DE IMPACTO SOBRE LOS DISTINTOS GRUPOS DE VERTEBRADOS PRESENTES EN EL ÁREA

	GRUPO DE VERTEBRADOS			
FASE DE CONSTRUCCIÓN	**Mamíferos**	**Aves**	**Reptiles**	**Anfibios**
Embalses	---[1]	0[2]	---[3]	---[4]
Canales	---[1]	0[2]	---[3]	---[4]
Sifones	-[1]	0[2]	--[3]	--[4]
FASE DE OPERACIÓN				
Embalses	++[5]	+++[6]	++[7]	+++[8]
Canales	++[5]	+++[6]	+[7]	+[8]
Sifones	0[5]	0[6]	0[7]	0[8]
FASE DE ABANDONO				
Embalses	++[5]	+++[6]	++[7]	+++[8]
Canales	++[5]	+++[6]	+[7]	+[8]
Sifones	0[5]	0[6]	0[7]	0[8]

Simbología empleada para este Cuadro:
(+ + +) y (—): efecto positivo o negativo significativamente importante, (+ +) y (–): efecto positivo o negativo de mediana intensidad, (+) y (-): efecto positivo o negativo mínimo, (0): sin efecto.
(1): especialmente dañino para los mamíferos fosoriales.
(2): no representa impacto por la movilidad de este grupo.
(3) y (4): impacto negativo, principalmente causado por la escasa movilidad de este grupo.
(5): efecto positivo debido a una eventual fuente de alimento.
(6): beneficio para las aves acuáticas y ribereñas, por la oferta de sitios de alimentación, refugio o alimentación.
(7) y (8): beneficio por el aumento de la productividad primaria, enriquecimiento comunitario, y por ende más fuentes de alimento.

5.3.2.3 Matriz de impactos sobre la flora y fauna acuática

A continuación de entrega una matriz preliminar del impacto ambiental sobre la flora y fauna acuática en el sector de Obras del proyecto integral de riego Choapa.

CUADRO N° 6.5-43. MATRIZ DE IMPACTOS AMBIENTALES SOBRE LA FLORA Y FAUNA ACUÁTICA. PROYECTO INTEGRAL DE RIEGO CHOAPA IV REGION

FASES	Fauna Bentónica	Fauna Ictica	Vegeta-ción acuática	Vegeta-ción ribereña
FASE DE CONSTRUC-CION				
Embalses	XX	XX	XX	XX
Canales	--	--	--	--
Sifones	XX	--	X	X
FASE DE OPERACION				
Embalses	--	XX	*X	*X
Canales	--	--	--	--
Sifones	--	--	X+	+
FASE DE ABANDONO				
Embalses	X	X	X	X
Canales	--	--	--	X
Sifones	--	--	--	--

La simbología utilizada para señalar los impactos es la siguiente:

XXX Impacto negativo de máxima importancia
XX Impacto negativo de importancia media
X Impacto negativo de importancia baja
+++ Impacto positico de importancia alta
++ Impacto positivo de importancia media
+ Impacto positivo de importancia baja
+X Impacto positivo de eventual proyección negativa
-- No existen impactos

5.3.3 Matriz de impactos sobre el medio socio-económico

A continuación se entrega la matriz de impactos de las actividades del proyecto sobre los factores socio-económicos.

CUADRO N° 6.5-44. MATRIZ DE IMPACTOS AMBIENTALES DE NATURALEZA SOCIOECONOMICA. PROYECTO DE RIEGO CHOAPA IV REGION

	Desplaza-miento de población	Pérdida de suelo agrícola	Pérdida infraes-tructura	Cruce de derechos de agua	Paisaje
FASE DE CONSTRUC-CION					
Embalses	XXX	XX	XX	--	XX
Canales	X	X	X	--	X
Sifones	--	--	X	--	X
FASE DE OPERACION					
Embalses	XXX	XX	XX	XX	XXX
Canales	X	X	X	XX	XX
Sifones	--	--	X	XX	X
FASE DE ABANDONO					
Embalses	--	--	--	--	--
Canales	--	--	--	--	--
Sifones	--	--	--	--	--

La simbología utilizada para señalar los impactos es la siguiente:

XXX Impacto negativo de máxima importancia
XX Impacto negativo de importancia media
X Impacto negativo de importancia baja
+++ Impacto positico de importancia alta
++ Impacto positivo de importancia media
+ Impacto positivo de importancia baja
+X Impacto positivo de eventual proyección negativa
-- No existen impactos

5.3.4 Calificación, ponderación ambiental y comparación de alternativas

5.3.4.1 Calificación

A continuación se presentan los resultados de la calificación ambiental basada en los impactos más relevantes y comparación de las alternativas de proyecto.

Para la calificación se han usado los siguientes criterios:

a) **Características del impacto.**

- Carácter del impacto: Define el sentido del cambio producido por una acción del proyecto sobre el ambiente, respecto al estado previo a la actuación. Puede ser benéfica o positiva (+), perjudicial o negativa (-), dependiendo de si mejora o degrada el ambiente.

- Reversibilidad: Tiene en cuenta la posibilidad, dificultad o imposibilidad de retornar a la situación anterior a la acción. Se habla así de dos grupos de impactos; los que vuelven en forma natural: los reversibles (Re), terminales o irreversibles (Ire) y compatibles (Co); y los que requieren de la acción del hombre : los recuperables (R) y los irrecuperables (Irec).

- Temporalidad: Se considera si el impacto es temporal (T) o continuo (C).

- Concentración: Se considera si el impacto se presenta en forma concentrada (Con) o difusa (Dif).

- Tipo de Acción del Impacto: Alude al modo de producirse el cambio en el medio. En este sentido el impacto puede ser directo (D), indirecto (In), sinérgico (Si), simple (S) y/o acumulativo (A).

b) **Presencia del impacto.**

- Presencia del impacto (Pr): Se define y califica la probabilidad de que un impacto se presente como consecuencia del desarrollo de un proyecto. Este parámetro se puede calificar en una escala entre 1 y 10 dentro de los siguientes 4 rangos:

- Cierto : 10
- Muy probable: 7 - 9
- Probable: 3 - 7
- Poco probable: 1 - 3

c) **Cualidades del impacto.**

- Desarrollo del impacto (Ds): Se define y califica el tiempo que el impacto tarda en desarrollarse completamente,califica la forma como evoluciona el impacto, desde que se inicia y manifiesta hasta que se hace presente plenamente con sus consecuencias. Puede calificarse entre 1 y 10 dentro de los siguientes rangos:

- Muy rápido (1 mes) : 8 - 10
- Rápido (1 mes - 6meses) : 6 - 8
- Medio (6 meses - 12 meses) : 4 - 6
- Lento (12 meses - 24 mesesl) : 2 - 4
- Muy lento (24 meses o mas) : 1 - 2

- Duración del impacto (Du): Se califica el período de presencia del impacto y todas sus consecuencias, incluyendo la etapa de desarrollo. Las calificaciones varían entre 1 y 10 de acuerdo al siguiente esquema:

- Permanente (10 años o mas) : 10
- Larga (7 años - 10 años) : 7 - 10
- Media (4 años - 7 años) : 4 - 7
- Corta (1 año - 4 años) : 1 - 4
- Muy corta (1 año o menos) : 1

- Magnitud del impacto (Mg): Califica la dimensión o tamaño del cambio ambiental producido sobre el ambiente aledaño, en el área de influencia del proyecto, o sobre un determinado recurso o elemento del ambiente. Se propone su cálculo comparando el valor impactado de cada recurso, con el valor total de dicho recurso expresado en porcentaje:

- Muy alta (80 - 100%) : 8 - 10
- Alta (60 - 80 %) : 6 - 8
- Media (40 - 60 %) : 4 - 6
- Baja (20 - 40 %) : 2 - 4
- Muy baja (0 - 20 %) : 0 - 2

d) **Sensibilidad local.**

- Sensibilidad local(Sl): Se define y califica el conocimiento por parte de la comunidad local, de la magnitud del impacto asociado al desarrollo de un proyecto y el nivel de rechazo que se provoca. Puede calificarse entre 1 y 10:

•	Alto conocimiento	: 8 - 10
•	Regular	: 8 - 4
•	Bajo	: 4 - 2
•	Desconocimiento	: 0 - 2
•	Alto rechazo	: 8 - 10
•	Rechazo	: 8 - 4
•	Poco rechazo	: 4 - 2
•	Neutro	: 0 - 2

Se expresa con dos calificaciones (ej. 8/4), indicando primero el conocimiento y luego el rechazo.

La parte a) clasifica el tipo de impacto, la b) define el grado de probabilidad de presencia, la c) considera sus cualidades y la d), la sensibilidad local. La d) constituye por si misma una calificación aparte ya que el conocimiento y reacción de la comunidad local frente a un problema no siempre dice relación con su verdadera magnitud. Es por lo tanto un dato referencial, necesario en el diseño de medidas de mitigación, compensación difusión, educación, información y seguimiento o monitoreo.

A continuación, en los cuadros N° 6.5-45 y N° 6.5-46 se realiza una calificación medioambiental (CMA) de los impactos ambientales más relevantes del proyecto, tanto positivos como negativos; transitorios como permanentes. Para la CMA se utilizaron los criterios anteriormente señalados.

Cuadro N° 6.5-45. Calificación Medio Ambiental de los impactos más relevantes del proyecto integral de riego Choapa.

Tipos/Impactos	Carácter y magnitud	Reversibilidad	Temporalidad	Concentración	Acción del Impacto	Presencia	Desarrollo	Duración y sensibilidad local
Positivos, transitorios								
Aumento del empleo	(+)/6	R	T	Con	Si	7	8	7,8/0
Positivos, permanentes								
Disminución riesgo de catástrofe	(+)/6	Ir	C	Con	D	7	10	10,6/0
Cambio valor del suelo	(+)/6	R	T	Con	D,Si	7	6	4,8/0
Fuentes de trabajo permanente	(+)/8	R	C	Con	D,Si	7	6	8,7/0
Turismo	(+)/4	R	T	Con	D,S	4	4	7,4/1
Mejores vías de comunicación	(+)/8	Co	C	Dif	D,Si,A	5	6	10,4/0
Mejores bienes y servicios	(+)/5	R	C	Con	D	7	6	10,4/0
Reemplazo ecosistema fluvial por lacustre	(+)/10	Ir	C	Con	D,Si	7	9	10,8/8
Creación nuevos hábitats	(+)/8	Ir	C	Con	D,A	5	3	10,3/0
Negativos, transitorios								
Aumento presión sobre infraestructura	(-)/6	R	T	Con	D,Si,A	6	8	5,4/4
Contracción oferta empleo fin fase construcción	(-)/7	Ir	T	Con	D,Si,A	6	4	1,4/4
Aumento contaminación local	(-)/4	R	T	Dif	D,Si,A	4	8	10,4/5

Pérdida hábitats por desviavión de ríos	(-)/8	R	T	Con	D	4	8	1,2/1
Pérdida de vegetación por construcciones	(-)/4	Re	T	Con	D,S	6	8	9,5/4
Aumento de sólidos suspendidos en el agua	(-)/5	Re	T	Con	D,Si	6	9	3,2/2
Déficit de Oxígeno	(-)/7	Re,R	T	Dif	D,Si,A	4	4	10,1/1
Pérdida fauna durante llenado embalses	.(-)/4	R	T	Con	D,S	3	10	1,2/0
Pérdida de caminos por inundación	(-)/5	R	T	Con	D,S	3	7	1,4/3
Negativos permanentes								
Relocalización desde áreas inundadas	(-)/8	R	C	Con	D,Si	7	7	10,5/9
Pérdidas de suelos cultivables	(-)/4	Ir	C	Con	D	7	10	10,8/5
Inundación vegetación nativa	(-)/5	Re, R	C	Con	D	5	9	8,2/2
Erosión	(-)/8	R	C	Con	D,Si,A	6	4	8,4/2
Presión por cambio en uso de suelo	(-)/6	R	C	Dif	D,S	4	4	9,6/0
Cambios en calidad de aguas bajo los embalses	(-)/9	Ir	C	Con	In,Si,A	5	7	10,2/2
Modificación del régimen escurrimiento natural	(-)/9	Ir	C	Dif	D,Si,A	6	4	10,3/2
Aparición franja de ribera estéril	(-)5,1/0	Ir	C	Con	D	6	5	7,2/2
Modificaciones al paisaje	(-)/9	Ir	C	Con	D	5	6	10,2/2

5.3.4.2 Ponderación

También, las cualidades del impacto (Ds, Mg, Du) pueden ser sujetas a ponderación entre sí. Los valores de ponderación se determinaron por el especialista de acuerdo a las características del caso en estudio, estableciendo los fundamentos y describiendo las condiciones. Los factores de ponderación de estos tres aspectos deben fluctuar entre 0,1 y 1,0 de tal manera que sumadas dé un total de 1. La CMA se calcula en base a la siguiente fórmula:

$$\text{CMA} = (+/-);\text{tipo de impacto};\text{Pr}\ \frac{(Ds*X) + (Du*Y) + (Mg*Z)}{10};\text{Sl}$$

Cuadro N° 6.5-46.Calificación Medio Ambiental (CMA) de los impactos más relevantes del proyecto integral de Riego Choapa, 4a Región, luego de su ponderación.

Tipos/Impacto	Cualidades del Impacto (Ponderación de la cualidad)			
	Desarrollo	Magnitud	Duración	CMA
Positivos transitorios				
Aumento del empleo (+) Pr = 7	8 (0,3)	6 (0,4)	7 (0,3)	4,83
Positivos permanentes				
Disminución riesgo de catástrofe (+) Pr = 7	10 (0,1)	6 (0,4)	10 (0,5)	5,88
Cambio valor del suelo(+) Pr = 7	6 (0,2)	6 (0,4)	10 (0,4)	5,32
Fuentes de trabajo permanente (+) Pr = 7	6 (0,2)	8 (0,4)	8 (0,4)	5,32
Turismo (+) Pr = 4	4 (0,3)	4 (0,3)	7 (0,4)	2,08
Mejores vías de comunicación (+) Pr = 5	6 (0,2)	8 (0,4)	10 (0,4)	4,20
Mejores bienes y servicios (+) Pr = 7	6 (0,3)	5 (0,3)	10 (0,4)	5,11
Reemplazo ecosistema fluvial por lacustre (+) Pr = 6	6 (0,3)	7 (0,4)	8 (0,3)	4,20
Creación nuevos hábitats (+) Pr = 5	3 (0,1)	8 (0,4)	10 (0,5)	4,25
Negativos transitorios				
Aumento presión sobre infraestructura local (-) Pr = 6	8 (0,4)	6 (0,3)	5 (0,3)	3,90
Contracción oferta empleo fin fase construcción (-) Pr = 6	4 (0,3)	7 (0,5)	1 (0,2)	2,94
Aumento contaminación local (-) Pr = 4	8 (0,4)	4 (0,2)	10 (0,4)	3,20
Pérdida hábitats por desviación de ríos (-) Pr = 4	8 (0,4)	8 (0,5)	1 (0,1)	2,92
Pérdida de vegetación por construcciones (-) Pr = 6	8 (0,4)	4 (0,2)	9 (0,4)	4,56
Aumento de sólidos suspendidos en el agua durante la construcción (-) Pr = 6	9 (0,5)	5 (0,3)	3 (0,2)	3,96

Pérdida fauna durante llenado embalses (-) Pr = 4	10 (0,6)	4 (0,3)	1 (0,1)	2,92
Déficit de Oxígeno en embalses (-) Pr = 3	4 (0,2)	7 (0,3)	10 (0,5)	2,37
Pérdida de caminos por inundación (-) Pr = 3	7 (0,5)	5 (0,3)	1 (0,2)	1,56
Negativos permanentes				
Relocalización gente desde áreas inundadas (-) Pr = 7	7 (0,3)	8 (0,3)	10 (0,4)	5,95
Pérdidas de suelos cultivables (-) Pr = 7	10 (0,4)	4 (0,2)	10 (0,4)	6,16
Inundación vegetación nativa (-) Pr = 5	9 (0,4)	5 (0,2)	8 (0,4)	3,90
Erosión (-) Pr = 6	4 (0,2)	8 (0,4)	8 (0,4)	4,32
Cambios en calidad de aguas bajo los embalses (-) Pr = 4	7 (0,2)	9 (0,4)	10 (0,4)	3,60
Modificación del régimen de escurrimiento natural (-) Pr = 5	4 (0,2)	9 (0,4)	10 (0,4)	4,00
Aparición franja de ribera estéril en embalses (-) Pr = 6	5 (0,3)	5 (0,4)	7 (0,3)	3,36
Presión por cambio en uso de suelo (-) Pr = 6	4 (0,2)	6 (0,3)	9 (0,5)	4,44
Modificaciones al paisaje (-) Pr = 5	6 (0,2)	9 (0,4)	10 (0,4)	4,44

- Justificación de la ponderación.

Dada la importancia de los impactos socioeconómicos del proyecto se justificará mayoritariamente la ponderación dada a estos impactos.

El aumento en la oferta de trabajo se ha ponderado de manera semejante en los tres componentes con un peso un poco mayor en la magnitud, la cual se infiere con una importancia levemente mayor.

La regulación sin lugar a dudas disminuirá riesgos de crecidas y por lo tanto es más relevante la magnitud y la duración que el desarrollo.

Lo mismo sucedería con el valor del suelo, fuentes de trabajo permanente, turismo, mejores vías de comunicación, mejores bienes y servicios.

Por otra parte, en lo que se refiere a los impactos negativos:

El aumento de la presión sobre la infraestructura de bienes y servicios, especialmente durante el período de construcción se ha ponderado con un valor levemente mayor para el tiempo de desarrollo del impacto, ya que este impacto tendrá un crecimiento paulatino hasta alcanzar el punto de mayor actividad en la construcción, para luego ir disminuyendo a medida que las obras se concluyen.

Lo mismo sucederá con los aspectos de contaminación y la contracción en la oferta de puestos de trabajo.

Entre los impactos negativos permanentes destaca por su importancia la relocalización de población humana desplazada desde áreas de inundación de embalses. En este impacto se ha ponderado levemente más la duración por razones obvias. Para los impactos sobre recursos del medio físico y biótico las ponderaciones siguen en general la valorización dada por los especialistas a cada tipo de impacto.

En el cuadro a continuación se presenta un resumen de impactos ambientales relevantes del proyecto, ordenados de acuerdo a su importancia, expresada por el valor de calificación medio-ambiental.

Cuadro N° 6.5-47. Resumen de impactos ambientales del proyecto integral de riego Choapa, ordenados por su importancia.

Impacto/Criterio	Carácter	Reversib.	Temporalidad	Acción	CMA	Sl
Pérdida suelo cultivo	(-)	Ir	C	D	6,16	8/5
Relocalización desplazados	(-)	R	C	D,Si	5,95	5/9
Disminución riesgo catástrofe	(+)	Ir	C	D	5,88	6/0
Cambios en el valor del suelo	(+)	R	T	D,Si	5,32	6/0
Fuentes de trabajo permanente	(+)	R	C	D,Si	5,32	7/0
Mejores bienes y servicios	(+)	R	C	D	5,11	4/0
Aumento del empleo	(+)	R	T	Si	4,83	8/0
Pérdida de vegetación por construcciónes	(-)	Re	T	D,S	4,56	5/4
Presión por cambio uso del suelo	(-)	R	C	D,S	4,44	6/0
Modificaciones al paisaje	(-)	Ir	C	D	4,44	2/2
Erosión	(-)	R	C	D,Si,A	4,32	4/2
Creación nuevos hábitats	(+)	Ir	C	D,Si	4,25	8/8
Mejores vías comunicación	(+)	Co	C	D,Si,A	4,20	4/0
Reemplazo ecosistema fluvial por lacustre	(+)	Ir	C	D,Si	4,20	8/8

Modificación del escurrimiento natural	(-)	Ir	C	D,Si,A	4,00	3/2
Aumento sólidos suspendidos	(-)	Re	T	D,Si	3,96	2/2
Aumento presión sobre infraestructura	(-)	R	T	D,Si,A	3,90	4/4
Inundación vegetación nativa	(-)	Re,R	C	D	3,90	2/2
Cambio calidad de aguas bajo embalse	(-)	Ir	C	In,Si, A	3,60	2/2
Franja estéril litoral	(-)	Ir	C	D	3,36	2/2
Aumento contaminación local	(-)	R	T	D,Si,A	3,20	4/5
Contracción oferta del empleo	(-)	Ir	T	D,Si,A	2,94	4/4
Pérdida fauna durante llenado embalses	(-)	R	T	D,S	2,92	2/0
Pérdida habitats por desvío ríos	(-)	R	T	D	2,92	2/1
Déficit de Oxígeno	(-)	Re,R	T	D,Si,A	2,37	1/1
Turismo	(+)	R	T	D,S	2,08	4/1
Pérdida de caminos por inundación	(-)	R	T	D,S	1,56	4/3

5.3.4.3 Comparación ambiental de alternativas

A continuación se entregan los resultados de la comparación ambiental de las dos alternativas de Sistemas de Riego (A y B) para el desarrollo del proyecto integral de regadío Choapa. Esta comparación se hace sólo en base a las diferencias existentes entre ambas alternativas de Sistemas de Riego.

Cuadro N° 6.5-48 Diferencias entre los dos Sistemas de Riego (A y B) del proyecto integrado de regadío Choapa

Sistema de Riego "A"	Sistema de Riego "B"
Embalse: Canelillo	Embalse: Cerrillos
Embalse: Corrales	Embalse: Corrales
Canal alimentador Corrales - Bocatoma - Sifón Quelén - Túnel Corrales	Canal alimentador Corrales - Bocatoma - Sifón Quelén - Túnel Corrales
Canal matriz Corrales - Sifón Salamanca	Canal matriz Corrales - Sifón Salamanca
Canal Choapa - Bocatoma - Sifón Peralillo - Sifón Choapa Illapel - Canal Choapa Illapel	Canal Choapa - Bocatoma - Sifón Choapa Illapel - Canal Choapa Illapel
Canal: Canelillo - Sifón: Canelillo-Illapel - Sifón: Canelillo-Atelcura	Canal: Mincha - Bocatoma - Sifón: Canelillo Atelcura
Canal: Costero Norte - Sifón: La Canela	Canal: Costero Norte - Sifón: La Canela
Canal: Costero Sur - Sifón: Mincha - Sifón: Millahue	Canal: Costero Sur - Sifón: Mincha - Sifón: Millahue

El Sistema de Riego A cubriría un área mayor en términos de obras, en comparación al B. Respecto del área de riego entregada por el Modelo de Simulación, el Sistema de Riego A regaría un área mayor que lo que regaría el Sistema de Riego B.

Los impactos ambientales más relevantes definidos y calificados en el cuadro N° 6.5-47 tendrán entonces una mayor incidencia sobre el Sistema de Riego A.

6. IDENTIFICACIÓN Y EVALUACION DE ACCIONES

En esta sección del informe se identifican las acciones posibles de realizar para evitar o mitigar los distintos impactos negativos de mayor relevancia.

6.1 PLAN DE MITIGACION DE IMPACTOS

A continuación y con el objeto de facilitar la comprensión de las medidas de mitigación se listan los impactos más relevantes clasificados de acuerdo a su carácter positivo o negativo y a su temporalidad; transitorios y permanentes.

- Impactos positivos

  ▸ Transitorios

Aumento temporal de la oferta de empleo durante la etapa de construcción y por lo tanto aumento de los ingresos y del poder adquisitivo a nivel local. Crecimiento de la demanda por bienes y servicios.

  ▸ Permanentes

Disminución del riesgo de catástrofe y daño a la propiedad, obras civiles de uso público, flora y fauna ribereñas por efectos de crecidas en aquellos cursos de agua regulados.

Cambio del valor patrimonial del suelo debido al incremento de la seguridad de regadío.

Creación de fuentes de trabajo permanentes por aumento de las áreas afectas a regadío.

Creación de fuentes de trabajo temporal asociadas a la explotación turística de los embalses y su entorno.

Mejoramiento de los accesos y las vías de comunicación en la cuenca del río Choapa.

Mejoramiento de bienes y servicios.

Reemplazo en los cursos de agua regulados del ecosistema lótico (fluvial) por uno léntico (lacustre) debido a la construcción

de los embalses. Se favorece el valor escénico, los aspectos turísticos y de recreación.

Creación de nuevos hábitats favoreciendo la flora y fauna acuática por la existencia de los embalses.

- Impactos negativos

  ▸ Transitorios

Aumento de la población inmigrante durante la etapa de construcción. Aumento de la presión por demanda sobre la infraestructura local de servicios (energía, agua, manejo de residuos domésticos) por parte de esta población flotante. Especialmente en localidades sin infraestructura adecuada.

Contracción y readecuación del mercado del trabajo por término de las obras.

Aumento de la contaminación local debido a un incremento en los desechos orgánicos e inorgánicos en las localidades de construcción de obras del proyecto, la existencia de campamentos y al aumento de la actividad humana en general en dichas áreas.

Durante el período de construcción de presas de embalses, será necesario intervenir un tramo de los ríos y/o esteros a regular, cuyas aguas serán desviadas, con la consecuente pérdida de este hábitat para la flora y fauna acuática local.

Pérdida de capa vegetal y deforestación asociada con la construcción de obras, especialmente presas, canales y readecuación de caminos.

Impactos asociados con los desechos de la construcción. Para ello se deberá, en una etapa más avanzada del proyecto, definir un reglamento de construcción. En éste deberá especificarse las condiciones mínimas que deberán cumplir los contratistas en estas materias. Por ejemplo:

- Características de sus campamentos.
- Disposición de desechos orgánicos e inorgánicos.
- Sistemas de eliminación de excretas.
- Botaderos de construcción y planes de reforestación e integración al paisaje.
- Sitios de acumulos de material de construcción y su manejo ambiental apropiado.
- Planes de recuperación para la etapa de abandono.

6.1.1.2 Medio biológico

a) Flora terrestre

La pérdida de la cobertura vegetacional debido a la construcción de las obras principales del proyecto se podrá compensar reponiendo la vegetación una vez terminada la fase de construcción, incluso el desmantelamiento de campamentos y zonas de acopio de materiales de la construcción. Una forma práctica será estableciendo un plan de forestación adecuado para las zonas más intervenidas, el cuál podría contar con el beneplácito y respaldo de Conaf.

b) Fauna terrestre

A continuación se señalan una serie de recomendaciones generales para la mitigación de los impactos negativos temporales sobre la fauna:

- Debiera ser responsabilidad de la empresa constructora para que no se tale ejemplares del bosque nativo. Esto proporcionaría refugios para los mamíferos y aves que pudieran ser afectadas.

- Las fechas de puesta en servicio de las obras debieran ser efectuadas en épocas no reproductivas de las especies señaladas en este estudio. Las camadas de los mamíferos, los nidos de las aves, los sitios de postura de huevos de los reptiles y anfibios, deben ser protegidos para minimizar el impacto sobre las poblaciones naturales. Dada la inamovilidad de los sitios empleados para la reproducción, en especial los nidos, se recomienda inundar los vasos de los embalses entre los meses de Mayo y Agosto.

- Se deberá prohibir la caza de fauna silvestre mientras dure la construcción de la obra.

- Se deben respetar las vías de acceso existentes al área y en lo posible no construir nuevas rutas, es decir, minimizar la perturbación directa.

- Los residuos domésticos e industriales de campamentos deberán ser objeto de un plan de recolección y enviados a botaderos autorizados. Debe colocarse especial cuidado en desechos no degradables, como: plásticos, vidrios, etc.

- Una vez concluida la obra, (o abandonada) todos los objetos extraños deberán ser recolectados y removidos con el fin de evitar daños y proteger el paisaje natural.

Por medio del análisis hecho en este estudio en base a una revisión bibliográfica y a una exhaustiva recopilación de datos en terreno, se han podido generar las siguientes conclusiones:

- La construcción de embalses en esta zona será muy positivo para la fauna, especialmente para las aves con preferencia acuáticas. Debemos enfatizar nuevamente que deben protegerse bastante los pequeños manchones de bosque nativo existentes en esta zona.

- Este análisis faunístico se realizó en una época muy particular, por lo cual se agregaron a la lista especies que no fueron observadas en terreno, sin embargo por antecedentes anteriores debieran estar presentes en el área.

- En relación a las recomendaciones generales de este trabajo ninguna de las especies es endémica del lugar y todas tienen un rango distribucional bastante amplio en nuestro país.

- Según antecedentes de conservación, la elaboración del proyecto Choapa no afectará significativamente a la fauna existente en las zonas de valle y costa. Puede afectar a la fauna en la zona Interior, en la precordillera, por ser una zona menos intervenida y por lo tanto más frágil a cualquier perturbación humana.

- El mayor deterioro ambiental por la elaboración de cualquier proyecto de esta naturaleza, es producido por el impacto durante la construcción de las obras (embalses) y los campamentos de los trabajadores.

c) Flora y fauna acuática

Para mitigar los impactos negativos temporales sobre la Flora y Fauna Acuática se debiera tener en cuenta minimizar la intervención sobre los cauces. Especialmente si existen obras de desviación. Minimizar el aporte de sólidos suspendidos a los cursos de agua y el daño a la vegetación acuática de macrófitas. Deberán también minimizarse las afluencias voluntarias o involuntarias de residuos sólidos y líquidos, domésticos e industriales a los cursos de agua en las áreas de construcción de obras, cruces de quebradas o puntos de captación de agua para usos de la construcción.

d) Caudales Ecológicos

Corresponde a un concepto que se asocia a los volúmenes de agua que hay que desaguar desde las presas para minimizar el impacto

de la construcción de dichas presas sobre los cauces situados aguas abajo. Es frecuente asignar a estos volúmenes un valor uniforme calculado como un porcentaje de la aportación media. En todo caso se trata de valorar el mantenimiento de los ecosistemas que se pueden llamar **deseables** en los tramos de cauce aguas abajo de las presas, evitando su fragmentación y manteniendo su integridad.

Para la determinación de los caudales mínimos aconsejables, además de los agentes externos al cauce se considera recomendables como criterios principales (Cubillo et al, 1990):

- La morfología del cauce
- Las características del agua circulante tanto en cantidad como en calidad físico-química,
- El tipo de hábitat existente en lecho y orillas fluviales y,
- Los recursos tróficos.

La determinación de los caudales mínimos para cada tramo de cauce considerado debiera calcularse básicamente en función de las comunidades piscícolas y de macroinvertebrados que puedan sustentar. Para ello se parte del criterio de las comunidades ya existentes en la actualidad para determinar las que podrían existir en un régimen de caudales distinto del actual.

Existen dos líneas metodológicas para su determinación, las que fijan los caudales mínimos a través de fórmulas o relaciones percentuales y los métodos basados en el estudio de las características del cauce.

Dentro de los primeros se puede citar el método de Bovee (1978), el cual se fundamenta en la caracterización del hábitat a través de unas curvas que representan el comportamiento de la fauna acuática (Aguiló et al 1993).

Dentro de los segundos se puede mencionar aquellos basados en función del valor **Q347** que es el caudal medio que anualmente es alcanzado o superado 347 días. Esta metodología es aplicada entre otros por: la Legislación de la Comunidad Autónoma del Principado de Asturias en España y por la Legislación Suiza.

La aplicación del concepto y el cálculo de un caudal ecológico mínimo no corresponde hacerla en el presente estudio y deberá considerarse en una etapa más avanzada del proyecto, una vez que se haya decidido cual o cuales de las tres presas preseleccionadas se construirá.

No obstante lo anterior cabe señalar que el modelo hidrológico utilizado contempla dentro de sus componentes la consideración de un caudal de pasada mínimo para las tres presas.

Por otra parte es necesario tomar en cuenta dos factores relevantes en el caso de los embalses Canelillo y Corrales. En el primer caso se contempla mantener un caudal de riego para predios ubicados en terrazas inmediatas al cauce del río Choapa. Estos regadíos se ubican aguas abajo de la presa Canelillo, por lo cual resulta mas cómodo utilizar el mismo cauce del río Choapa para enviar estos caudales hasta la zona de riego en que serán utilizados.

En el caso del embalse Corrales cabe hacer notar que en el período de verano la sección del río Camisas que va desde el sifón Buzeta hasta la junta Camisas-Choapa, se seca. Al respecto será necesario conocer el régimen hidrológico de esta sección, a fin de obtener información del período de tiempo que dura la sequedad total del cauce. De esta manera se podría regular el caudal que sea necesario aportar en la época y cantidad en que el cauce vuelve a recibir agua superficial en forma natural.

6.1.1.3 Medio Socio-económico

El número de personas que trabajará en la etapa de construcción de las obras no se ha determinado hasta esta etapa de factibilidad del proyecto; pero sin lugar a dudas será relevante en cuanto a incrementar e impactar las poblaciones locales. Sin embargo, el mejoramiento de los caminos de acceso a las zonas de construcción de las obras, asociado a una red de caminos existentes de relativa buena calidad y mantención, incentive el desplazamiento de los trabajadores a las ciudades de Salamanca e Illapel y Los Vilos, las cuales tienen mayores capacidades de infraestructura de servicios. Por otra parte, la implantación de turnos de trabajo mayores a 5 días y días libres favorecerá la mitigación de este impacto temporal.

6.1.2 Acciones para mitigar los impactos negativos permanentes

6.1.2.1 Acciones relativas a el medio físico

La erosión debido a las actividades de deforestación se podrán manejar con un estudio de identificación de las zonas con mayor riesgo y la aplicación de un plan de reforestación. Tales áreas deberán incluir las riberas de embalses y canales, obras que serán afectadas por fluctuaciones estacionales de niveles.

Se deberá a través de estudios específicos, geológicos y de mecánica de suelos detectar zonas de eventuales deslizamientos, detectando su magnitud y proponiendo posibles tratamientos para su estabilización.

Con el incremento de la seguridad de riego se puede producir cambios en el uso del suelo, cambios en la propiedad y cambios en el uso del suelo en el entorno de los embalses. Todos estos cambios pueden incidir en pérdida de suelo por distintos motivos. La conservación y minimización de pérdida del suelo deberá hacerse a través de un plan que contemple tanto la escala de Cuenca como la de predio. De ésta manera se podrá sectorizar el uso, especialmente el entorno de embalses y canales, protegiendo de esta manera las zonas de mayor importancia ecológica y aquellas con más alto riesgo.

6.1.2.2 Acciones relativas al medio biológico.

La conservación de la biodiversidad tanto vegetal como animal es fundamental para el equilibrio de los ecosistemas naturales que serán intervenidos. La inclusión de las características de la cubierta vegetal en la cuenca del río Choapa en estudios de etapas posteriores del proyecto es por lo tanto fundamental. Deberá estudiarse en detalle la riqueza en especies, biomasa, su estado de conservación y su abundancia. De esta manera, se podrá definir planes de limpieza de vegetación y salvataje en áreas de inundación de embalses y su entorno, así como de conservación de flora y fauna nativa.

6.1.2.3 Acciones relativas al medio socio-económico.

La principal acción de mitigación en esta temática se relaciona con la relocalización involuntaria de personas actualmente localizadas en áreas de inundación de embalses o construcción de presas. El desarrollo de un plan de mitigación para este aspecto deberá hacerse en una etapa temprana de la fase de proyecto y tomar en cuenta:

- La observancia y protección de las áreas afectadas, sus recursos y potencial económico.
- Provisión de servicios sociales adecuados, que tomen en consideración normas específicas para el grupo que se relocalizará.
- Asegurar el mantenimiento de sus valores culturales.

- Incluir un seguimiento de la situación de las familias afectadas en su nuevo ambiente.

6.2 PLAN DE PREVENCION DE RIESGOS

El objeto de este plan es analizar los eventuales accidentes que se pudieran producir a lo largo de todo el desarrollo del proyecto. A continuación se nombran los tipos de accidente más importantes que potencialmente puedan ocurrir.

Fase	Tipo de Accidente
Construcción	-diversos de trabajo
	-crecida del río que pueda provocar daños , aguas abajo de las obras o en las obras mismas
Operación	- Colapso de la presa
	- Falla de las obras de evacuación
	-crecidas
	-Derrumbes en túneles
	-Fallas en canales
	-Viales
Abandono	-Abandono de acumulos y materiales
	-Diversos por falla de obras

El análisis de los eventuales accidentes deberá hacerse a través de estudios específicos y de la experiencia acumulada en una fase más avanzada del proyecto. El análisis y recomendaciones escapa a los alcances de este estudio.

6.3 PLAN DE CONTINGENCIAS

Este plan se desarrolla a partir de la identificación de los posibles riesgos del proyecto y deberá confeccionarse en una etapa más avanzada del proyecto a partir de estudios

específicos y de la legislación existente en el tema. En este estudio se propone la opción de confeccionar en esta etapa posterior un plan de medidas específicas para cada tipo de riesgo que se haya identificado. Este plan deberá ser difundido a todos los sectores involucrados en acciones del proyecto, de manera transparente y de tal modo que se aprecie una preocupación por los efectos indirectos del proyecto.

6.4 PLAN DE MEDIDAS COMPENSATORIAS, RESTAURADORAS U OTRAS

El plan de medidas compensatorias se relaciona íntimamente con el proceso de reasentamiento de población, indemnizaciones por expropiación, compra y derechos de servidumbre. Dado el estado de avance de los estudios de ingeniería, la información resulta insuficiente para desarrollar un plan de medidas compensatorias. Este plan deberá desarrollarse en una etapa más avanzada del proyecto. Sin embargo, se puede realizar algunas consideraciones al respecto:

- La población a relocalizar es eminentemente rural.
- El pago de compensaciones monetarias adecuadas por la pérdida de propiedades es importante.
- Es crucial también la provisión de oportunidades económicas para el restablecimiento de la población desplazada como productores agropecuarios.
- Establecer la cantidad de tierra necesaria para el restablecimiento de los desplazados sobre bases productivas.

Respecto de medidas restauradoras, éstas se relacionan principalmente con la infraestructura local y el acceso de la población local a los beneficios del proyecto. Esto se puede lograr a través de:

- Apoyo a programas de implementación tecnológica a la comunidad que ayuden a optimizar sus actuales labores.

- Reparación de infraestructura como puentes, pasarelas, postas, etc.

Las medidas compensatorias y/o restauradoras respecto de la flora y fauna terrestre y acuática estarán enfocadas hacia la reposición y conservación de las especies de flora y fauna nativa así como de sus respectivos hábitats.

7. PROGRAMA DE SEGUIMIENTO, VIGILANCIA Y CONTROL

Este plan deberá ser desarrollado en una etapa más avanzada del proyecto. Las tareas de este plan se relacionan con :

- Ejecutar o supervisar la ejecución de los programas de seguimiento que se inicien antes del comienzo de las obras.

- Ejecutar o supervisar la ejecución de los planes de manejo ambiental que se establezcan.

- Definición de los estudios ambientales adicionales que deban llevarse a cabo en la etapa previa al inicio de la construcción de grandes obras del proyecto.

- Diseño de una política ambiental y de reglamentos de construcción de las grandes obras del proyecto integral de regadío.

- Evaluación de los proyectos de zonas de campamentos e instalaciones en sus aspectos paisajísticos.

- Evaluación ambiental de los proyectos específicos de obras: caminos, tendidos eléctricos, subestaciones, etc.

8. PLAN DE CUMPLIMIENTO DE LA LEGISLACION AMBIENTAL APLICABLE

Ese plan deberá desarrollarse en una etapa más avanzada del proyecto. Su objeto es definir las actividades necesarias para que el desarrollo del proyecto dé cabal cumplimiento a la legislación ambiental vigente en el momento de negociar sus términos de referencia ante las autoridades ambientales competentes.

9. BIBLIOGRAFIA

9.1 REFERENCIAS MEDIO FISICO

Golterman, H.L., Clymo, R. S., Ohnstad, M. A. M. 1978. Methods for Physical and Chemical Analysis of Freshwaters. Blackwell Scientific Publications. Oxford, 2 Ed. pp 172.

INGENDESA. 1993. Central Ralco. Evaluación Preliminar del Impacto Ambiental. Informe General. Fases A a F. pp A-48 a A-56.

Muhlhauser, H. Soto, L. & Zahradnik, P. 1987. Improvement of the Kjeldahl Method for total Nitrogen including Acid-Hydrolyzable Phosphorus determinations in Freshwater Ecosystems. Intern. J. Environ. Anal. Chem. 28: 215-226.

9.2 REFERENCIAS RECURSOS BIOLOGICOS

Aguiló, M. et al. 1993. Guía para la elaboración de estudios del medio físico. MOPT, España. pp. 363-364.

Araya B. & G. Millie. 1986. Guía de campo de las aves de Chile. Ed. Universitaria. Santiago. 389 p.

Bovee, K. D. 1978. The incremental method of assessing habitat potential for coolwater species, with management implications. Special Publication N° 11. American Fisheries Society, Bethesda MD. pp 340-346.

Cei, J.M. 1962. Batracios de Chile. Ed. Universitaria, Santiago. 128 p., XXXI Lam.

CONAF. 1993. Libro Roo de los Vertebrados Terrestres de Chile. 2da Edición. Ed. A. Glade. 68 páginas.

Cubillo, F. Casado, C. & Castillo, V. 1990. Caudales Ecológicos. Agencia de Medio Ambiente de la Comunidad de Madrid, España. 305 pp.

Dice, L.R. 1952. En Biogeography de Brown J.H. y Gibson A.C. 1983. The C.V. Mosby Co. Toronto. 643 páginas.

Donoso-Barros R. 1966. Reptiles de Chile. Ed. Universitaria. Santiago. 457 p.

Rottman, J. y M.V. López Callejas. 1992. Estrategia Nacional Conservación de Aves. Ser. Tecn. Diproren, SAG. 1(1)16p.

Veloso, A. y J. Navarro. 1988. Lista sitemática y distribución geográfica de anfibios y reptiles de Chile. Boll. Museo Regionale di Scienze Naturali Vol.6 N 2: 481-539.

9.3 REFERENCIAS RECURSOS HISTORICOS

AMPUERO, G. 1978. La Cultura Diaguita. Serie El Patrimono cultural Chileno. Depto. de Extensión Cultural. Ministerio de Educación de Chile.

AMPUERO, G. Y J. HIDALGO. 1975. Estructura y proceso en la prehistoria y protohistoria del Norte Chico de Chile. Chungará, Arica 5:87-158.

CAÑAS PINOCHET, A. 1902. La religión de los pueblos primitivos. el culto de la piedra en Chile. Sociedad Científica Chilena. Imprenta Cervantes.

CASTILLO, G. Y P. KUSMANIC. 1979-81. Registro de colecciones inéditas del Complejo cultural El Molle (trabajo descriptivo). Museo Arqueológico La Serena. Boletín 17:122-221.

CASTILLO, G. 1985. Revisión del Arte Rupestre Molle. Estudios en Arte Rupestre. Museo Chileno de Arte Precolombino, Santiago 173-194.

CASTILLO, G. 1986. Sociedades agropecuarias tempranas y control de recursos en el ambiente semiárido de Chile. Chungará, Arica 16-17:173-180.

CASTILLO, G. 1988. Investigaciones en la hoya hidrográfica del río Choapa. Boletín de la Sociedad Chilena de Arqueología 8:4-5.

CORNELY, F. 1949. Viaje arqueológico a Huentelauquén. Publicación de la Sociedad Arqueológica de La Serena 4:17-19.

CORNELY, F. 1954. Los petroglifos de las Estancias Zorrilla y Las Peñas, en el Departamento de Ovalle y una teoría de vinculación cronológica. Revista Universitaria, Chile 39(1):193-197.

CORNELY, F. 1956. Cultura Diaguita Chilena y Cultura de El Molle. Editorial del Pacífico, Santiago, 223 pgs.

GAJARDO, R. 1962-3. Investigaciones arqueológicas en la desembocadura del Río Choapa: La cultura de Huentelauquén. Anales de Arqueologia y Etnología, XVII-XVIII:7-70, Mendoza.

GAJARDO. R. 1972-3a. Noticias sobre miniaturas encontradas en la zona del rio Choapa. Anales de Arqueología y Etnología, Mendoza 17-18.

GAJARDO, R. 1964. Miniaturas de clavas. Arqueología de chile Central y Areas vecinas. Public. de los trabajos presentados al Tercer Congreso Internacional de Arqueología Chilena, Viña del Mar :171-176

GAJARDO, R. 1964a. Investigaciones arqueológicas en la desembocadura del rio Choapa. La cultura de Huentelauquén. Anales de Arqueología y Etnología, Mendoza 17-18.

HORNKOHL, h. 1951 Los petroglifos de la Finca de Chañaral. Provincia de Atacama. Boletín del Museo Nacional de Historia Natural , Chile 25:97-114.

IRARRAZABAL, R. 1939. Petroglifos de Illapel. Revista Universitaria, santiago 1:127-135

IRIBARREN, J. 1958. Arqueologia en el valle de Copiapó. Revista Universitaria 43:167-195.

IRIBARREN, J. 1952. Minas de explotación por los Incas y otros yacimientos arqueológicos en la zona de Almirante Latorre, Depto. de La Serena. Publicaciones del Museo y Sociedad Arqueológica de La Serena. Boletín 12:61-72.

IRIBARREN, J. 1964. Decoración con pintura negativa y la cultura de El Molle. Arqueología de Chile Central y Areas Vecina. Publicación de los trabajos presentados al III Congreso Internacional de Arqueología Chilena, Viña del mar:29-51.

IRIBARREN, J. 1969a. Vasos-figuras en la cultura El Molle. Publicaciones del Museo Arqueológico de La Serena 13:58-62.

IRIBARREN, J. 1969b. Culturas precolombinas en el Norte Medio, Precerámico y Formativo. Boletín del Museo Nacional de Historia Natural, Chile 30:147-208.

IRIBARREN, J. 1969c. Hachas de piedras de formas extrañas en la provincia de Coquimbo. Publicaciones del Museo Arqueológico de La Serena 13:41-44.

IRIBARREN, J. 1969d. Informe sobre investigaciones arquueológicas realizadas por el Museo de La Serena en el área Coquimbo-Atacama entre 1967-1969. Actas del V Congreso Nacional de Arqueología, La Serena: 467-470.

IRIBARREN, J. 1970. Valle del río Hurtado. Arqueología y antecedentes históricos. Ediciones del Museo Arqueológico de La Serena, 229 pgs.

IRIBARREN, J. 1971. Instrumentos musicales del Norte Chico Chileno. (Provincia de Atacama y Coquimbo). Publicaciones del Museo Arqueológico de La Serena 14:7-43, La Serena.

IRIBARREN, J. 1973a. Geoglifos, Pictografías y Petroglifos de Chile. Publicaciones del Museo Arqueológico de La Serena 15:133-159, La Serena.

IRIBARREN, J. 1973b. Pictografías en las provincias de Atacama y Coquimbo, Chile. Publicaciones del Museo Arqueológico de La Serena 15:115-132.

IRIBARREN, J. 1973c. Actividades del Museo Arqueológico de La Serena. Publicaciones del Museo Arqueológico de La Serena 15:223-230.

IRIBARREN, J. 1973d. La arqueología en el Departamento de Combarbalá. Publicaciones del Museo Arqueológico de la Serena 15:7-113.

IRIBARREN, J. 1975. Arqueología en la Hoya Hidrográfica del Río Limarí. IV Región Coquimbo. Museo Arqueología de La Serena, Chile.

IRIBARREN, J Y M. VICENCIO. 1969. Dos nuevas clavas de la Región Meridional de Coquimbo. Publicaciones del Museo Arqueológico de La Serena 13:63-65.

JACKSON, D. 1990. Deterioros en sitios arqueológicos de Los Vilos. Museos, Chile 7:21.

JACKSON, D. 1992. Arqueología en Los Vilos. Museos, Chile 12:20-21.

KLEIN, O. 1973. Cultura Ovalle, petroglifos y pictografías del valle del Encanto, provincia de Coquimbo, Chile. Scientia, Valparaíso 37(143):5-123.

KUZMANIC, I., Y G. COBO. 1977-8. Excavaciones en Las Pircas. Boletín del Museo Arqueológico de La Serena 16:145-188.

LATCHAM, R. 1908. ¿Hásta donde alcanzó el dominio efectivo de los incas en Chile? Revista Chilena de Historia Natural 12:178-199.

LATCHAM, R. 1928. La alfarería indígena chilena. Sociead Imprenta y Litografía Universo, Santiago 8º, 233 páginas.

LATCHAM, R. 1929. Las piedras tacitas de Chile y Argentina. Revista Universitaria, Chile 16.

LATCHAM, R. 1938. Algunos tipos de alfarería Diaguita. Revista Chilena de Historia Natural 42:33-38.

LATCHAM, R. 1929. Las piedras tacitas en Chile y Argentina. Revista Universitaria, Chile 16.

LOOSER, G. 1933. Petroglifos del río Choapa. Revista Chilena de Historia Natural 37:111-116.

LLAGOSTERA, A. 1971. Ocupación humana en la costa Norte de Chile asociada a peces local-extintos y a litos geométricos: 9860+-160 A.P. Actas del VII Congreso de Arqueología Chilena. Talca I:93-114. Editorial Kultrún, Santiago.

LLAGOSTERA, A. 1989. Caza y pesca marítima (9000-1000 a.C.) Culturas de Chile. Prehistoria. Editorial A. Bello 57-79.

MONTANE, J. 1964. Fechamiento tentativo de las ocupaciones humanas en dos terrazas a lo largo del litoral chileno. En Arqueología de Chile Central y Areas Vecinas. Publicación de los Trabajos presentados al Tercer Congreso Internacional de Arqueología Chilena, Viña del Mar 109-122.

MEDINA, J. T. 1952 (1882). Los aborígenes de Chile. Editorial Fondo Histórico y Bibliográfico J. T. Medina, Santiago.

MONTT, L. 1880. Antiguedades chilenas. Revista de la Sociedad Arqueológica de Santiago. 1:5-6.

MOSTNY, G. Y H. NIEMEYER. 1983. Arte rupestre chileno. Serie El Patrimonio Cultural Chileno. Colección Historia del Arte Chileno. Ministerio de Educación.

NIEMEYER, H. 1955. Investigaciones arqueológicas en el Valle de Huasco. Notas del Museo de La Serena 4:1-12.

NIEMEYER, H. 1964. Petroglifos en el curso superior del río Aconcagua. Arqueología de Chile Central y áreas vecinas. Actas del Tercer Congreso Internacional de Arqueología Chilena, Viña del Mar : 133-152.

NIEMEYER, H. 1979. Cultura El Molle de Río Huasco. Revisión y Síntesis. Actas VIII Congreso Arqueología Chilena, Valdivia. 10-13 Octubre 1979. Ed. Kultrún.

NIEMEYER, H., G. CASTILLO Y M. CERVELLINO. 1989. Los primeros ceramistas del Norte Chico: Complejo El Molle (0-800 d.C.). Culturas de Chile. Prehistoria. Editorial A. Bello: 227-263.

PEÑA VILLALON, E. 1919. Piedras escritas en la provincia de Coquimbo. Revista Chilena de Historia y Geografía 34:354-361.

RISOPATRON, L. 1924. Diccionario Jeográfico de Chile. Imprenta Universitaria, 958 pgs.

SILVA, J. Y R. WEISNER. 1972-3. La forma de subsistencia de un grupo cazador-recolector del postglacial en los valles transversales del áreaa meridional andina. Boletín de Prehistoria , Nº Especial: 353-370.

STEHBERG, R. 1991. Instalaciones incaicas del Norte y Centro Semiárido de Chile. Tesis doctoral. Universidad Nacionald de La Plata, Argentina. (Inédito).

STRUBE, L. 1926. Arte Rupestre en Sudamérica, con especial descripción de los petroglifos de la provincia de Coquimbo, Chile. Concepción.

VICENCIO, M. 1968. Tumba mollina encontrada en la Hacienda San Agustín. Anales del Museo de Historia Natural de Valparaíso 1:285-286.

ZUÑIGA, J. 1973. Los petroglifos de El Buitrón (Cuncumén, departamento de Illapel). Revista en Viaje, Santiago 468:15-17.

10. ANEXOS

10.1 LISTA DE FOTOGRAFÍAS

Foto 1. Cerros y terrazas costeras de la Com. Agrícola Huentelauquén, en que el matorral que las cubría fue eliminado por la agricultura de secano y la pradera remanente está degradada por sobrepastoreo caprino; sector canal costero sur. Foto E. Caviedes.

Foto 2. Matorral costero típico con B. concava, A. celastrina, B. ambrossioides,P. tumida y Erodium cicutarium, utlizado por ovejas merino australiano, en el área del canal costero sur, Hacienda. Agua Amarilla. Foto E. Caviedes.

Foto 3.Caprinos talajeando una reforestación con arbustos forrajeros (Atriplex numularia), en terrenos que habían sido degradados en la C. Agrícola Huentelauquén. Sector canal costero norte. Foto E. Caviedes

Foto 4. Vista panorámica del sector canal costero norte tomada desde el extremo norte de la C. A. Huentelauquén, mostrando un matorral de B. ambrossioides y H. foliosus; en el centro la carretera panamericana; al fondo los terrenos planos sobretalajeados Foto E. Caviedes.

Foto 5. Vista panorámica del Estero Canela en su tramo próximo a unirse con el río Choapa, donde se construirá el Sifón Canela. Foto E. Caviedes.

Foto 6. En primer plano la base de la ladera de exposición sur, con arbustos de E. salvia. Al frente, una ladera con quisco, maravilla y palo negro. Ambas laderas servirán de empotramineto del Sifón Canela. Foto E. Caviedes.

Foto 7. Vista de la angostura del río Choapa, al poniente de la localidad de Mincha donde se instalará el Sifón Mincha. Foto E. Caviedes.

Foto 8. Cultivo de chícharo y espinal bajo y ralo en una terraza de la quebarada atelcura, potrero en el cual se instalará un extremo del Sifón Choapa-Atelcura. En la ladera del frentedomina el arbusto pega pega. Foto E. Caviedes.

Foto 9. Panorámica del sector donde se instalará el Sifón Canelillo-Atelcura. En primer plano un matorral ralo de usillo. Al frente, una ladera otrora destinada a cultivos de riego. En el lecho de la quebrada Atelcura sauces y quilas. Foto E. Caviedes.

Foto 10. Vista del río Illapel, próximo a la quebrada de Cárcamo, apreciándose cultivos de cítricos, nogales, viña, trigo y habas, sobre un suelo de terraza y profundo. Foto E. Caviedes.

Foto 11. Panorámica aguas arriba del río Illapel a 3 km pasado la quebrada Cárcamo en dirección a Carén. Los suelos aquí son más delgados y pedregosos, predominando la vegetación natural dominada por sauces, chilcas y espinos. El resto, praderas naturales y trigo. Foto E. Caviedes.

Foto 12. Panorámica del río Illapel, pasado el estero Carén, donde el valle ya se encajona. Se aprecian praderas naturales regadas en ambas laderas, algo de trigo y vegetación natural con espinos, sauces y alamos. Foto E. Caviedes.

Fotos 13 y 14 . Panorámicas aguas arriba y aguas abajo del estero Quelén, tomadas pasado Quelén Alto. Domina la vegetación natural en el lecho, con chilca, cola de ratón y espino. Los sectores regados corresponden a trigo y pradera natural. Foto E. Caviedes.

Foto 15. En primer plano el lecho del Quelén, con espinos y chilcas. Al fondo, tras los alamos, la colina en que se empotrará un extremo del Sifón Quelén; su vegetación es un matorral ralo de espino asociado con pradra natural regada. Foto E. Caviedes.

Foto 16. Panorámica mostrando el lecho del Quelén y al fondo una ladera de exposición norte en la que se empotrará el otro extermo del Sifón Quelén y se abrirá el túnel del canal alimentador del Embalse Corrales. Foto E. Caviedes.

Foto 17. Vista del río Choapa, tomada desde el puente Coirón, mostrando el pueblito del mismo nombre en la ladera de exposición norte, por la cual pasará el canal alimentador del embalse Corrales. La vegetación de la ladera: quisco, maravilla y palo negro. Foto E. Caviedes.

Foto 18. Panorámica tomada aguas arriba de Colliguay, mostrando el estero Camisas con su amplia terraza con vegetación natural y escasos cultivos. Foto E. Caviedes.

Foto 19. Vista panorámica tomada desde el poniente de la localidad de Corrales, mostrando una vista general del sector donde se construirá el muro del Embalse Corrales. A la derecha un cerrito con vegetación rala y a la izquierda una ladera empinada, representando los dos extremos en que se apoyará la presa Corrales. Foto E. Caviedes.

Foto 20. Vista de la ladera de exposición sur en que se empotrará un extremo del muro Corrales.Domina un matorral ralo de Colliguay con Paihuén, asociados a litres (redondos verde oscuro) y algunos guayacanes. En el lecho, chilca, romero, maitén, huingán. Foto E. Caviedes.

Foto 21. Ladera de exposición norte que servirá de apoyo al muro del Embalse Corrales. La vegetación es un matorral de colliguay y paihuén asociados a puya y quisco, con algunos litres achaparrados (redondos verde oscuro). Foto E. Caviedes.

Foto 22. El lecho del estero Camisas en el lugar donde se construirá la presa Corrales, tomado desde la ladera de exposición norte. Se observa las rocas de granito pobladas por chagual y a los limnólogos H. Mhulhausser y M. Aguilera muestreando el zooplancton. Foto E. Caviedes.

Foto 23. Panorámica tomada desde el sector del muro Corrales, aguas arriba, mostrando una terraza antiguamente cultivada y ahora con pradera natural; en el centro-derecha el lecho del Camisas con abundantes espinos, sauces, huingán. Extrema derecha una porción del camino que conduce a Corrales. Foto E. Caviedes.

Foto 24. Vista panorámica de la posta y de los corrales que dan el nombre a la localidad, la cual será inundada una vez construído el embalse Corrales, cuya cota será de 739.5 m. Foto E. Caviedes.

Fotos 25, 26 y 27. Panorámicas de la zona de la cola del embalse Corrales, mostrando algunos cultivos de alfalfa y trigo, con un entorno de espinos y chilcas. En primer plano, renovales de litre y una capilla evangélica. Foto E. Caviedes.

Foto 28. Vista panorámica del sector donde se construirá el muro del Embalse Cerrillos. A la derecha un cerrillo con vegetación arbustiva natural regada, el que será uno de los apoyos del muro. A la izquierda, la base del Cerro Punta del Viento, el otro punto de emporamiento. Foto E. Caviedes.

Foto 29. En primer plano, el lecho del río Choapa en el lugar de construcción del muro, con abundante arena y bloques redondeados (estaca Nº 6 al centro-derecha). Al fondo el cerrillo de exposición norte, con un espinal ralo, en el que se empotrará el muro. Foto E. Caviedes.

Foto 30. En primer plano el lecho del río Choapa, con la estaca 6, y al fondo la ladera de exposición sur que servirá de apoyo al otro extreno del muro del Embalse Cerrillos, el cual vertirá

las aguas de riego a través del canal Choapa, que se aprecia en la cota 340 m. Foto E. Caviedes.

Foto 31. Lecho del río Choapa en el sector de construcción del muro, con una vista aguas arriba. Observa doña Marta Celes, lugareña que conoció al personal de la CNR que estuvo estacando el sector. Foto E. Caviedes.

Foto 32. Panorámica mostrando la vegetación aguas abajo del muro Cerrillos, en un tramo del Choapa que quedaría con sumnistro de agua disminuido (caudal mínimo) si se construye el Embalse. La vegetación afectada sería sauces, álamos y chilcas. Foto E. Caviedes.

Foto 33. Vista de la zona de la cola del Embalse Cerrilos, con la caja de río, abundante vegetación natural y un cultivo de papa. Foto E. Caviedes.

Foto 34.Panorámica tomada desde la cola del embalse Cerrillos en dirección aguas abajo.
Se aprecia un parronal, una pradera natural regada, tierras barbechadas, trigo y vegetación natural. En primer plano la base de la ladera de exposición Norte, con Eulichnia acida y maravilla. Foto E. Caviedes.

Fotos 35, 36 y 37. Panorámicas de la zona de mayor importancia agrícola en el área que sería inundada por el embalse Cerillos. Incluye palntaciones frutales y forestales, cultivos, praderas, casas y bodegas, además de vegetación natural. Foto E. Caviedes.

Foto 38. Panorámica tomada desde la confluencia de los ríos Illapel y Choapa (1er plano), hacia la angostura donde se construirá el muro del embalse Canelillo. Foto E. Caviedes.

Foto 39. Vista de la ribera derecha del Choapa que muestra el masiso rocoso donde se empotrará uno de los extremos del muro del embalse Canelillo. Foto E. Caviedes.

Foto 40. Vista que muestra, a la derecha de la foto, la ladera en que se empotrará el otro extremo del muro del embalse Canelillo, bajo el camino Los Vilos-Illapel, en una zona rocosa y de rodados con vegetación rala de palo negro y chagual. Foto E. Caviedes.

Foto 41. Panorámica aguas arriba del muro Canelillo, mostrando en la ribera derecha una pradera natural regada, con una estrata de alfilerillo y pasto largo, de 10 cm de alto, y una de cardo penquero, de 25 cm. Foto E. Caviedes.

Foto 42. Vista del río Choapa, aguas abajo de la presa Canelillo, mostrando márgenes desprovistos de vegetación terrestre, con lo cual el daño sobre la vegetación, por la modificación del caudal en ese sector, será mínimo. Foto E. Caviedes.

Foto 43. Panorámica de la zona de la cola del embalse Canelillo, en la que predomina la vegetación natural. La ribera izquierda corresponde a la terraza antigua del Choapa, con una fuerte pendiente y escasa vegetación de exposición norte. Foto E. Caviedes.

Foto 44. Vista del puente ferroviario en la antigua Estación Choapa, mostrando la zona de la cola del embalse Canelillo. Foto E. Caviedes.

Foto 45. Piedra horadada. Foto M. Sallaberry.

Foto 46. Piedra de Moler , posible orígen indígena. Foto M. Sallaberry.

Foto 47. Geoglifo. Foto M. Sallaberry.

10.2 LISTA DE CUADROS

Cuadro N° 6.5-1. Lista de posibles embalses en la cuenca del río Choapa, IV Región.

Cuadro N° 6.5-2. Preselección de embalses según la relación Ve/Vp.

Cuadro N° 6.5-3. Insumos para la fase de construcción de las principales obras del proyecto integral de riego Choapa, IV Región. (Adaptado de Ingendesa, 1993).

Cuadro N° 6.5-4. Especies vegetales presentes en la IV y que están catalogadas en algún estado de protección.

Cuadro N° 6.5-5. Lista Sistemática de Especies de Mamíferos presentes en la zona de Choapa.

Cuadro N° 6.5-6. Lista Sistemática de las Especies de Aves presentes en la zona de estudio.

Cuadro N° 6.5-7. Número de Especies de cada familia de Aves representadas en cada uno de los ambientes[a]

Cuadro N° 6.5-8. Número de Especies Paseriformes y no Paseriformes encontradas en las distintas zonas elegidas para el área de estudio.

Cuadro N° 6.5-9. Lista sistematica de reptiles presentes en la zona de estudio.

Cuadro N° 6.5-10. Lista Sistemática de las especies de Anfibios presentes en la zona de Choapa.

Cuadro N° 6.5-11. Estado de conservación de la fauna de vertebrados en la zona del proyecto integral de riego Choapa.

Cuadro N° 6.5-12. Número de especies de cada clase de vertebrados consideradas en peligro, vulnerables, raras, amenazadas o inadecuadamente conocidas (Libro Rojo de los Vertebrados Terrestres de Chile. CONAF, 1993)

Cuadro N° 6.5-13. Número de especies de las Familias de aves que habitan los ambientes Acuáticos o Ribereños y su distribución relativa a las zonas: Costera, Intermedia o Interior.

Cuadro N° 6.5-14. Variables de calidad físico-quimica del agua en la cuenca del río Choapa y su metodología de medición.

Cuadro N° 6.5-15. Resultados de las mediciones de variables de calidad físico-química del agua en distintas localidades de la cuenca del río Choapa.

Cuadro N° 6.5-16. Registro cualitativo de las principales especies de vegetación acúatica y algas de la cuenca del río Choapa.

Cuadro N° 6.5-17. Registro cualitativo de las principales especies de vegetación acúatica y algas de la cuenca del río Choapa.

Cuadro N° 6.5-18. Evaluación de la Fauna acuática bentónica en el área del proyecto integral de regadío Choapa.

Cuadro N° 6.5-19. Individuos promedio por especie en las áreas proyectadas como Embalses en la cuenca del Choapa.

Cuadro N° 6.5-20. Porcentaje relativo de los grandes grupos taxonómicos de fauna bentónica del río Choapa, desembocadura. Balance registrado durante Septiembre Octubre 1994. Clasificación por importancia relativa decreciente, basada sobre más de 330 organismos.

Cuadro N° 6.5-21. Porcentaje relativo de los grandes grupos taxonómicos de fauna bentónica del Estero Millahue Choapa. Balance registrado durante Septiembre Octubre 1994. Clasificación por importancia relativa decreciente, basada en 72 organismos.

Cuadro N° 6.5-22. Porcentaje relativo de los grandes grupos taxonómicos de fauna bentónica del Estero Atelcura. Balance registrado durante Septiembre Octubre 1994. Clasificación por importancia relativa decreciente, basada sobre más de 750 organismos.

Cuadro N° 6.5-23. Estimación de la diversidad de especies bentónicas del área ribereña (Bits).

Cuadro N° 6.5-24. Indice de diversidad de especies de las zonas proyectadas como áreas de Embalses.

Cuadro N°6.5-25. Superficie, población, densidad e índice de masculinidad según división político-administrativa en la Provincia de Choapa y comunas de Illapel, Salamanca, Los Vilos y Mincha.

Cuadro N° 6.5-26. Población total del país y IV Región de Coquimbo por área urbana y rural total y porcentajes.

Cuadro N° 6.5-27. Población nacional según grupos de edad, por área urbana y rural. Porcentajes

Cuadro N° 6.5-28. Composición étnica de población de 14 años y más por sexo y grupo étnico declarado. Nivel nacional y IV Región de Coquimbo.

Cuadro N° 6.5-29. Cobertura educacional básica nacional y IV Región de Coquimbo.

Cuadro N° 6.5-30. Cobertura educacional media nacional y IV Región de Coquimbo.

Cuadro N° 6.5-31. Tasa de alfabetismo en la población de 10 años y más según área urbana y rural Nivel nacional y IV Región de Coquimbo.

Cuadro N° 6.5-32. Nivel de escolaridad promedio de la población de 15 años y más nivel nacional y IV Región De Coquimbo. Número de años de escolaridad.

Cuadro N° 6.5-33. Escolaridad promedio según área y edad Nivel nacional.

Cuadro Nº 6.5-34. Proporción de población urbana pobre e indigente con insatisfacción de necesidades básicas en vivienda y servicios (NBI), 1992. Nivel nacional y IV Región de Coquimbo.

Cuadro N° 6.5-35. Tasa de participación de la población de 15 años y más población económicamente activa. Nivel nacional y IV región de Coquimbo, áreas urbana y rural

Cuadro N° 6.5-36. Población económicamente activa. Octubre-Diciembre 1993. Total Nacional y IV Región de Coquimbo (en miles).

Cuadro N° 6.5-37. Fuerza de trabajo ocupada por rama de actividad económica. Octubre-Diciembre 1993. Distribución nacional y IV Región (en miles).

Cuadro N° 6.5-38. Población pobre e indigente en Chile en 1992 Nivel nacional y IV Región de Coquimbo.

Cuadro N° 6.5-39. Total de predios y superficie por áreas de planificación del proyecto de riego Choapa.

Cuadro N° 6.5-40. Matríz de Impactos Ambientales sobre el Medio Físico proyecto integral de riego Choapa IV Región.

Cuadro N° 6.5-41. Matríz de Impacto sobre la flora y vegetación terrestre.

Cuadro N° 6.5-42. Matríz de Impacto sobre los distintos grupos de Vertebrados presentes en el área.

Cuadro N° 6.5-43. Matríz de Impactos Ambientales sobre la Flora y Fauna acuática proyecto integral de riego Choapa IV Región.

Cuadro N° 6.5-44. Matríz de Impactos Ambientales de Naturaleza Socioeconómica Proyecto de riego Choapa IV Región.

Cuadro N° 6.5-45. Calificación Medio Ambiental de los impactos mas relevantes del proyecto integral de riego Choapa.

Cuadro N° 6.5-46.Calificación Medio Ambiental (CMA) de los impactos más relevantes del proyecto integral de Riego Choapa, 8a Región, luego de su ponderación.

Cuadro N° 6.5-47. Resumen de impactos ambientales del proyecto integral de riego Choapa, ordenados por su importancia.

Cuadro N° 6.5-48. Diferencias entre los dos sistemas de regadío (A y B) del proyecto integrado de regadío Choapa.

10.3 LISTA DE FIGURAS

Figura N° 6.5-1. Area de desarrollo del proyecto integral de regadío Choapa y vías de acceso al área del proyecto.

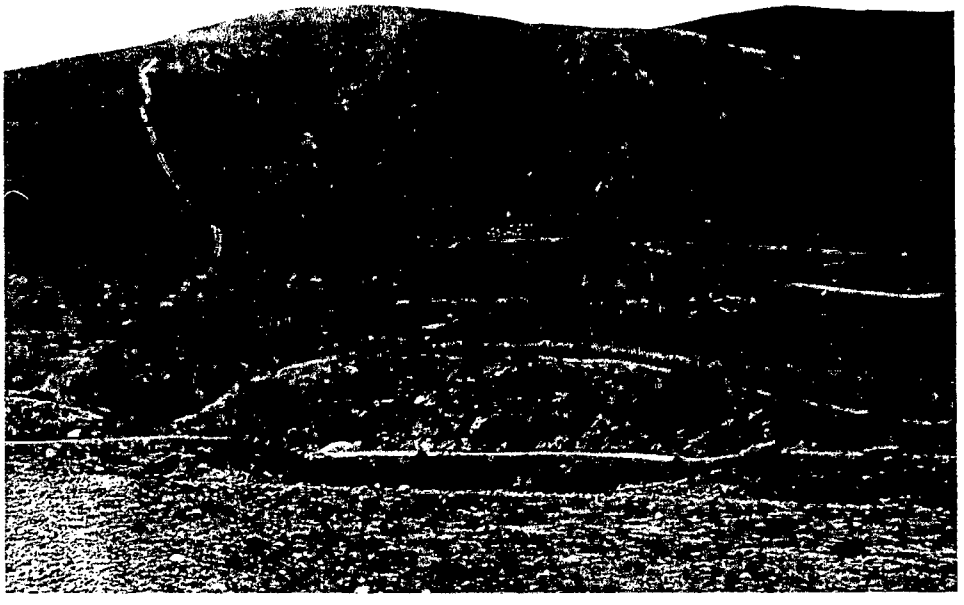
Figura N° 6.5-2. Cuenca del río Choapa y Areas de Planificación.

Figura N° 6.5-3. Area del desarrollo del embalse Cerrillos.

Figura N° 6.5-4. Area del desarrollo del embalse Canelillo.

Figura N° 6.5-5. Area del desarrollo del embalse Corrales.

ARCHIVO DE FOTOGRAFIAS



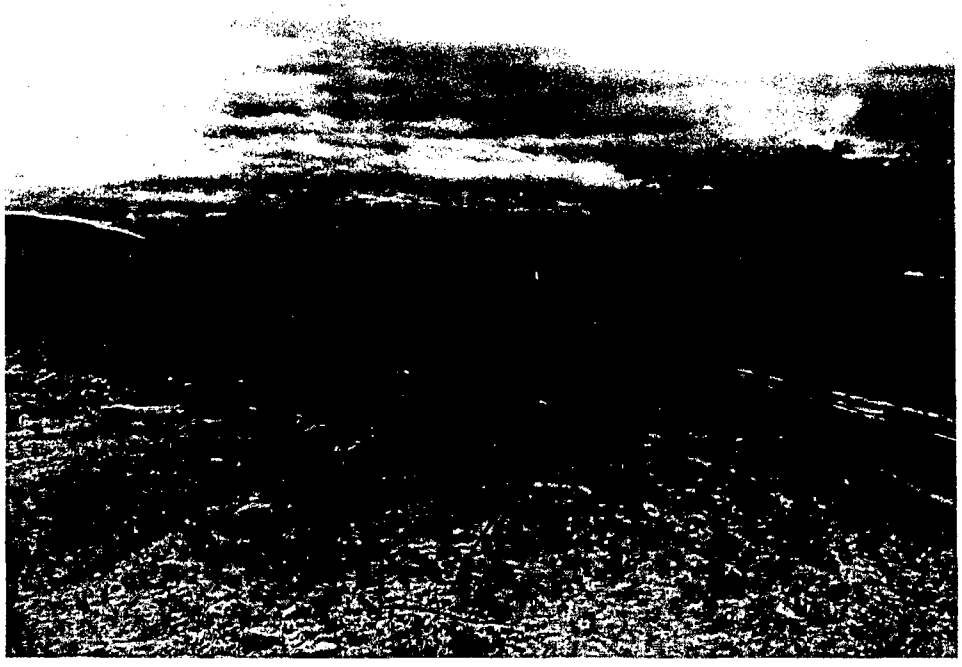
Fotografía N°1



Fotografía N°2



Fotografía N° 3



Fotografía N° 4



Fotografía N° 5



Fotografía N° 6



Fotografía N° 7



Fotografía N° 8



Fotografía N° 9



Fotografía N° 10



Fotografía N° 11



Fotografía N° 12



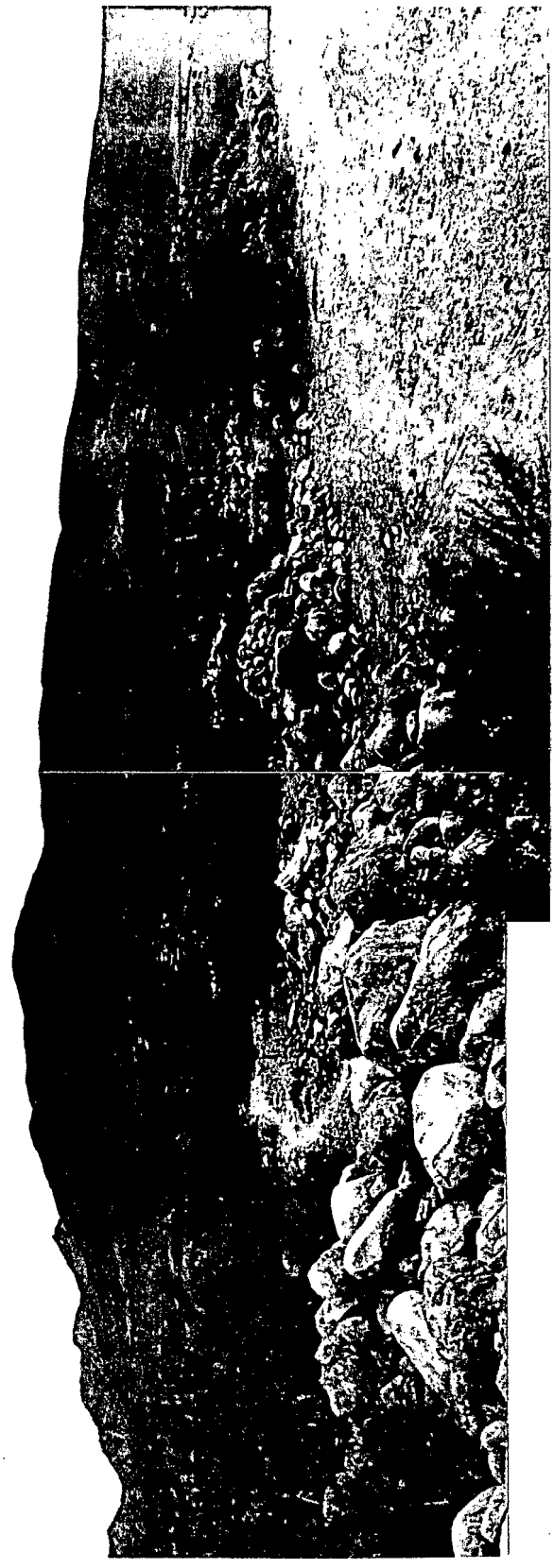
Fotografía N° 13



Fotografía N° 14



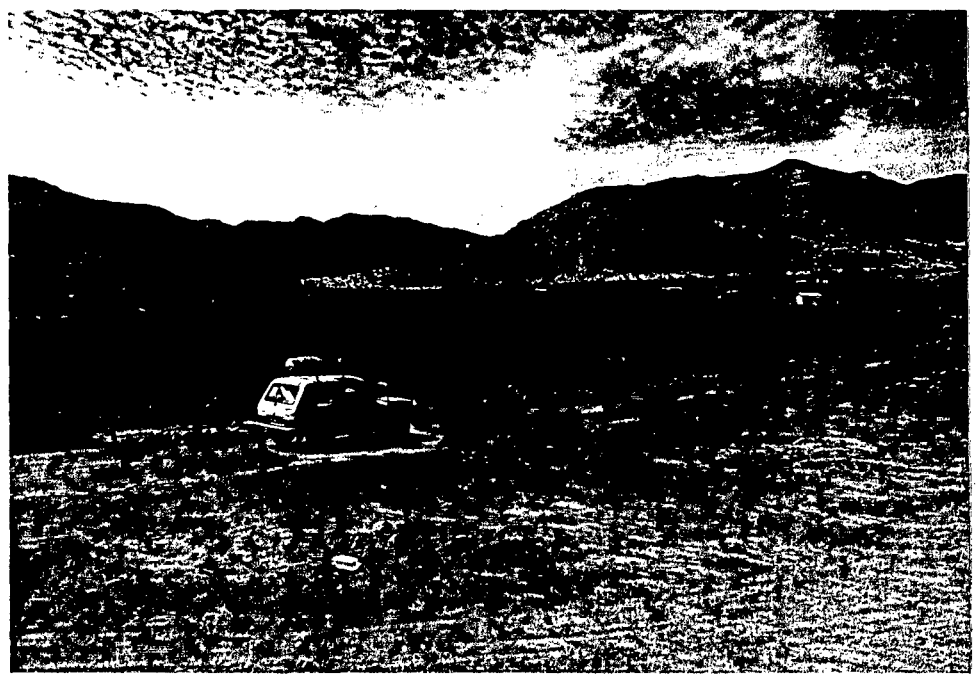
Fotografía N° 15



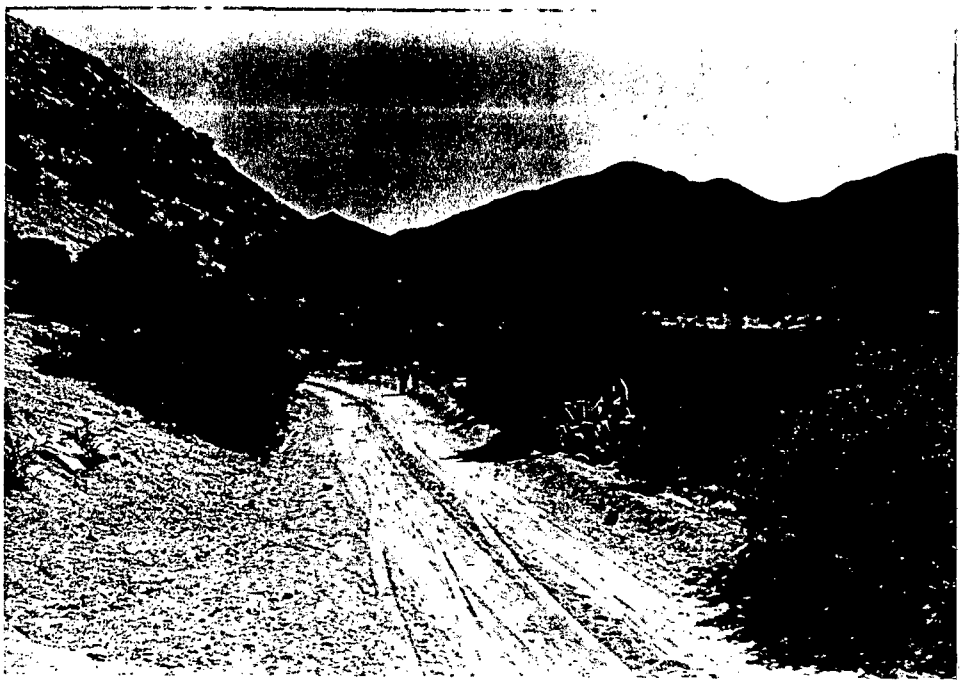
Fotografía N° 16



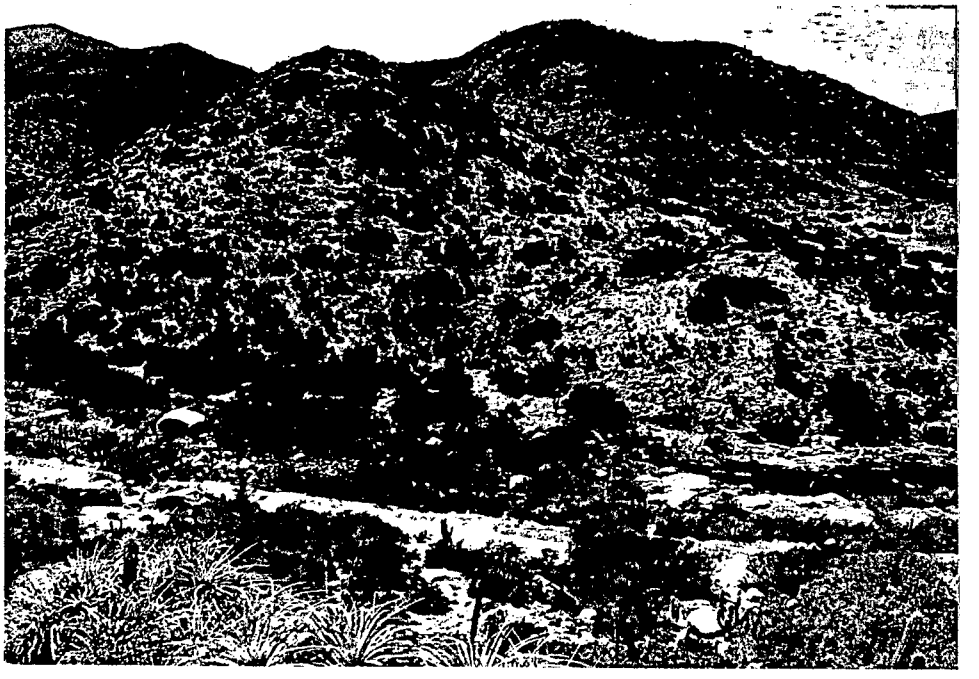
Fotografía N° 17



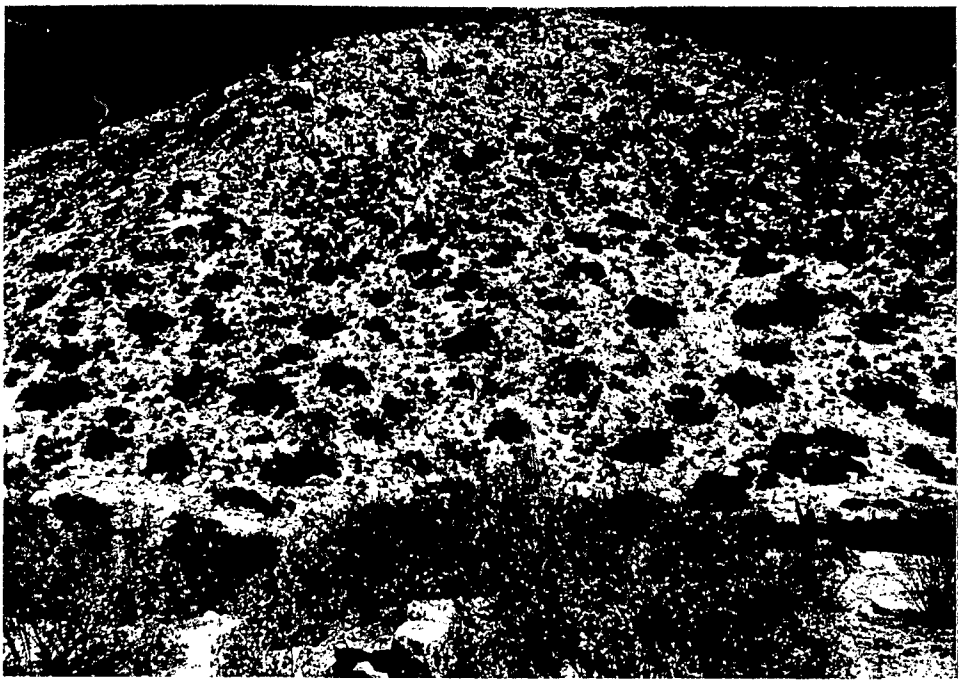
Fotografía N° 18



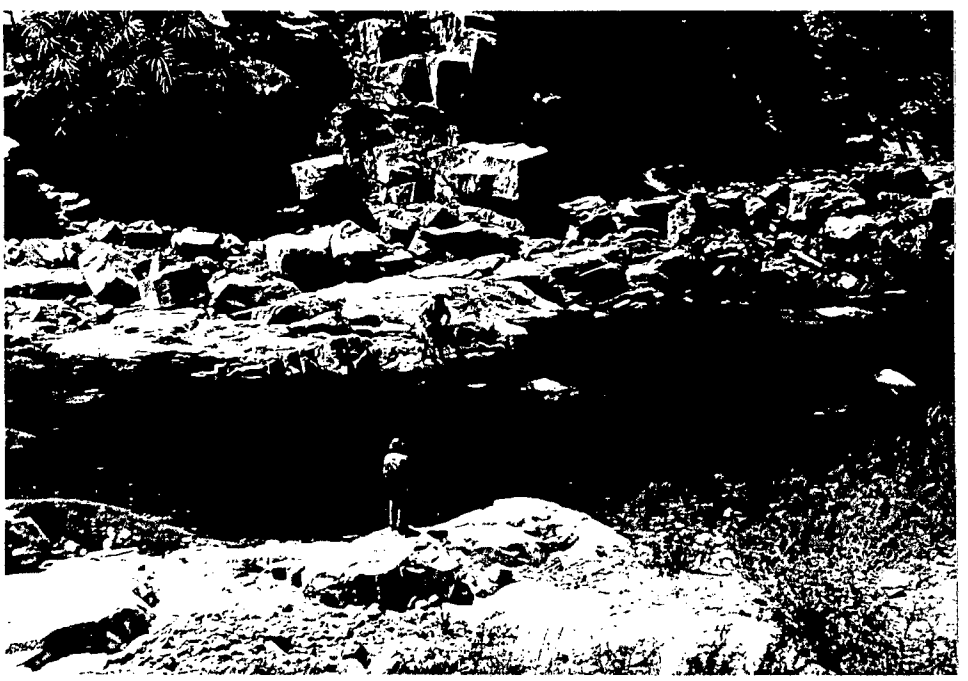
Fotografía N° 19



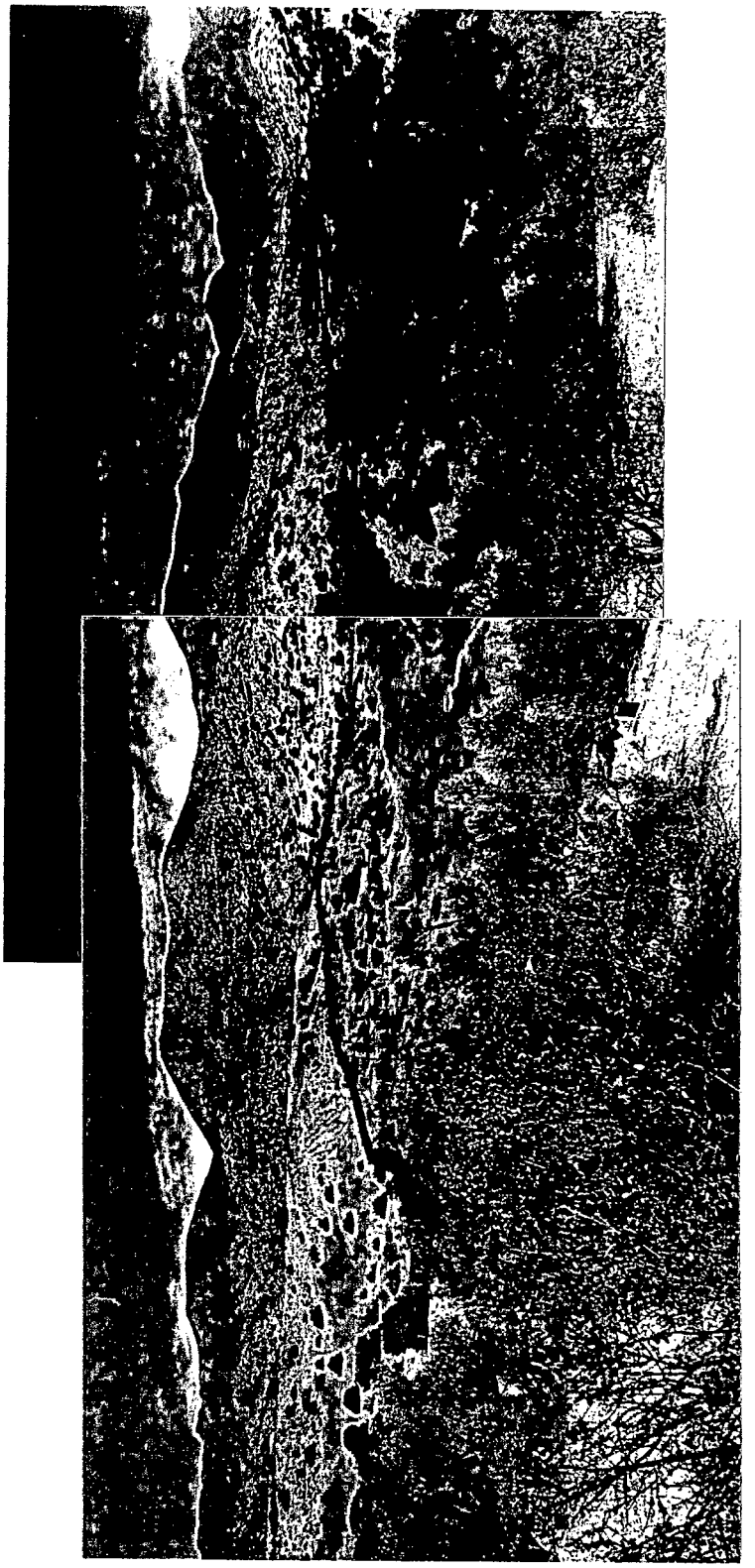
Fotografía N° 20



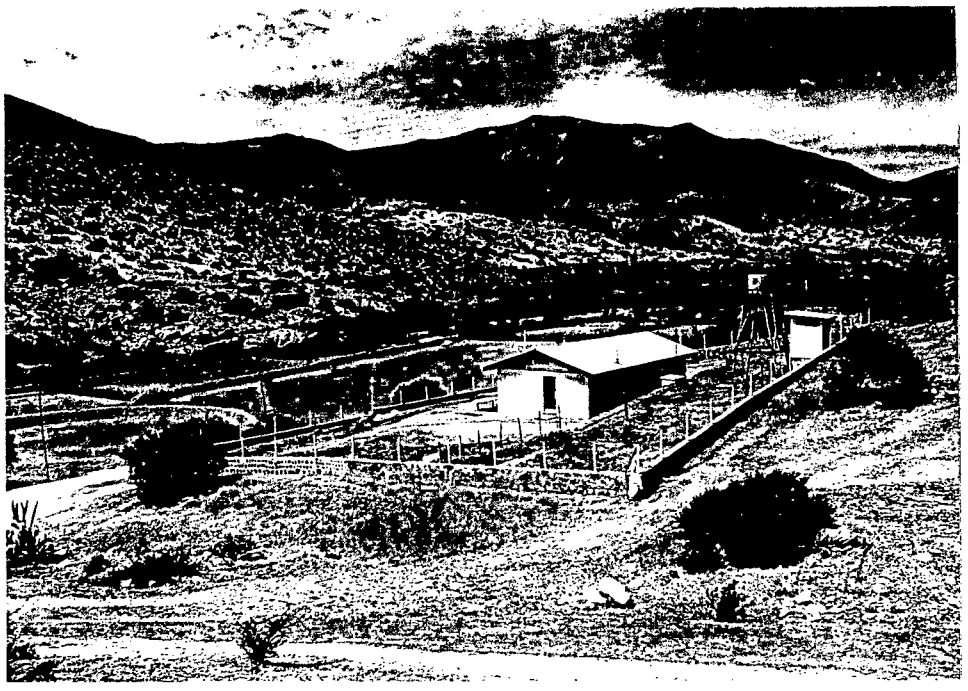
Fotografía N° 21



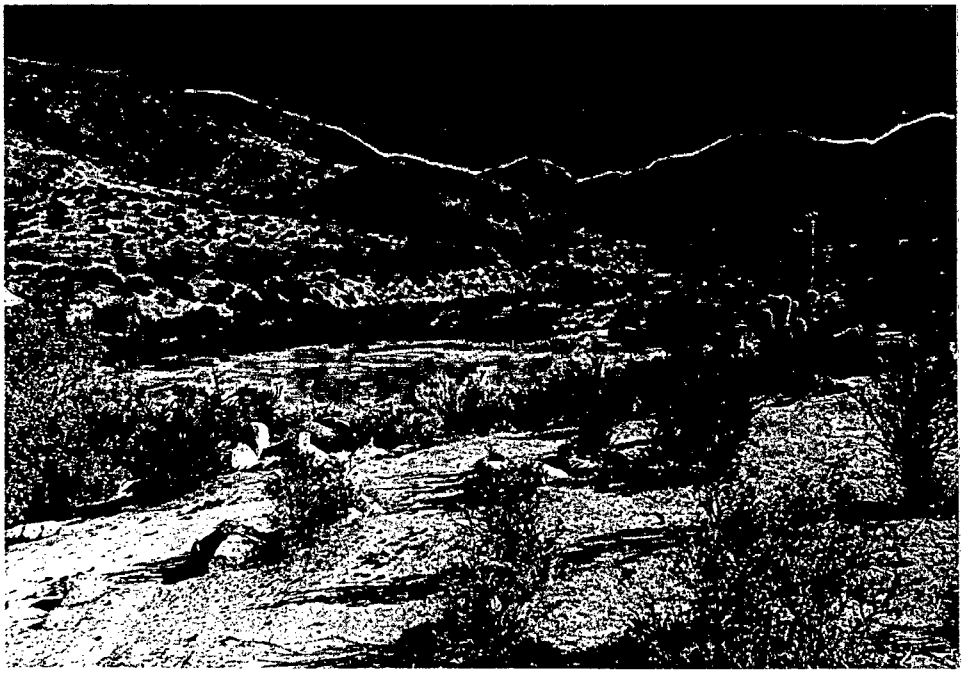
Fotografía N° 22



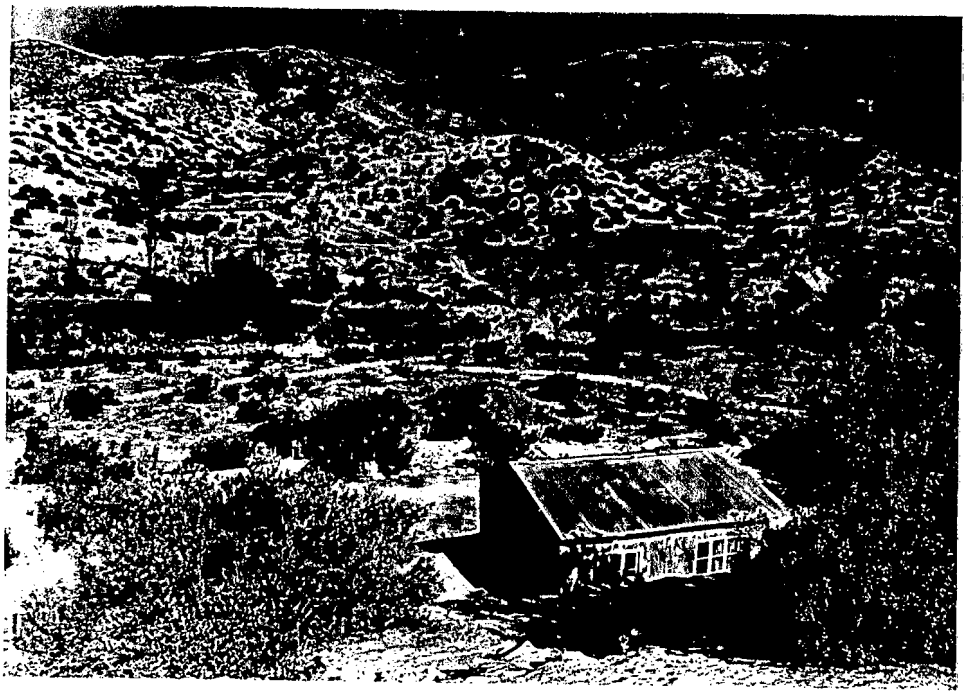
Fotografía N° 23



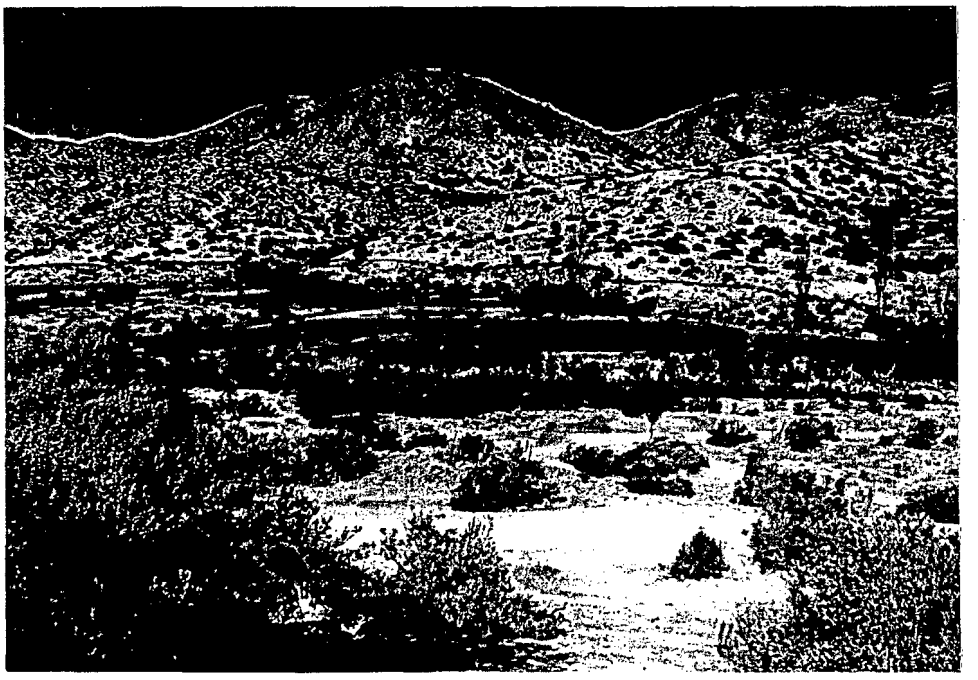
Fotografía N° 24



Fotografía N° 25



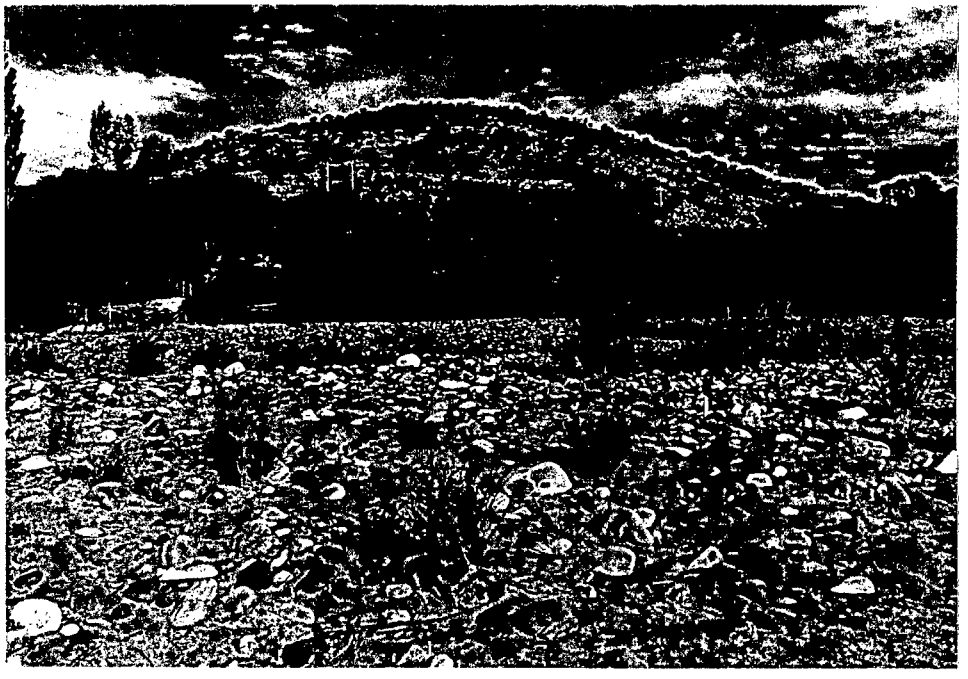
Fotografía N° 26



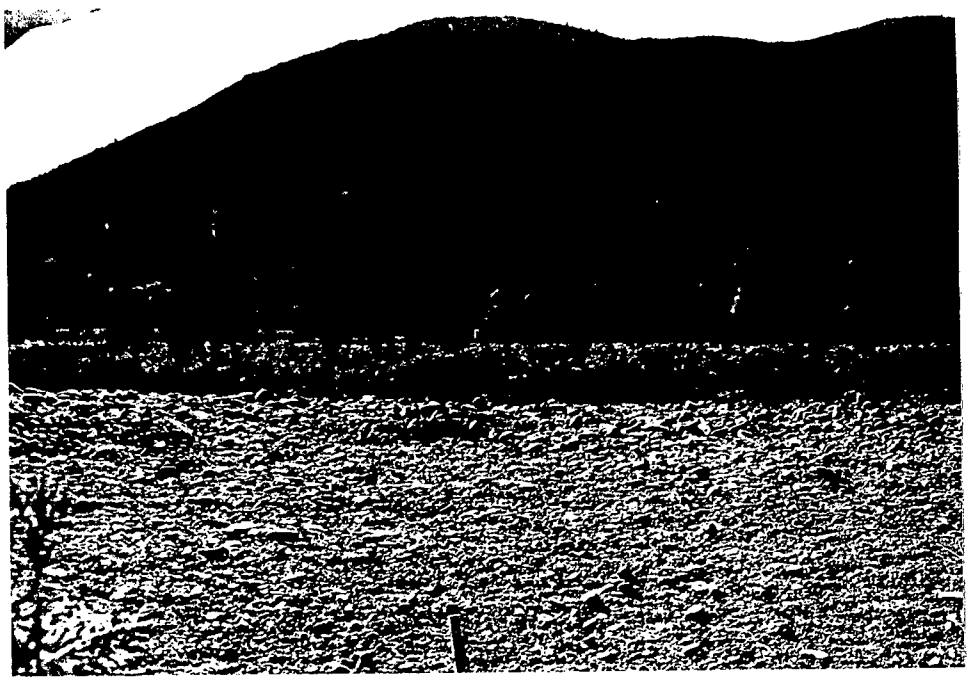
Fotografía N° 27



Fotografía N° 28



Fotografía N° 29



Fotografía N° 30



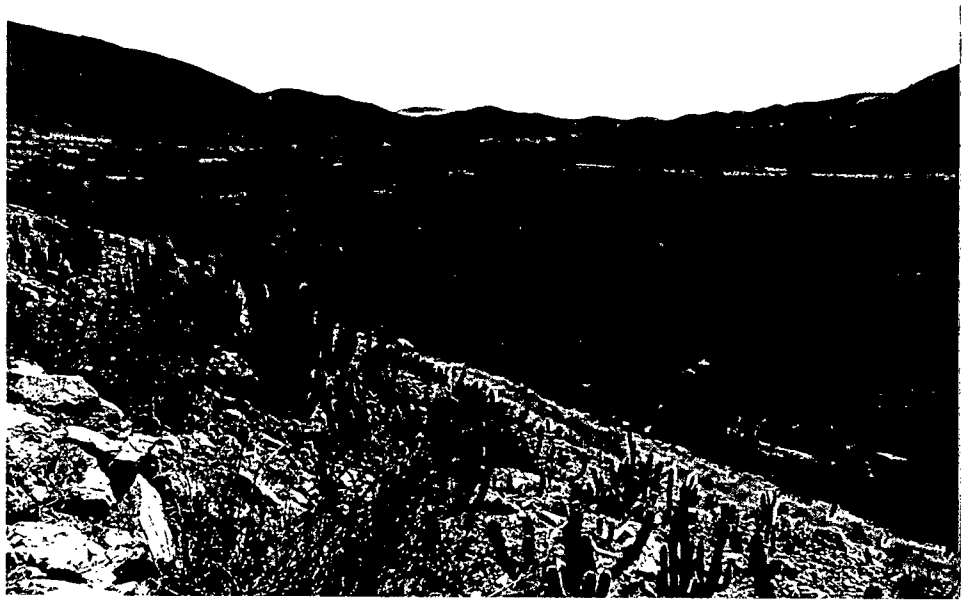
Fotografía N° 31



Fotografía N° 32



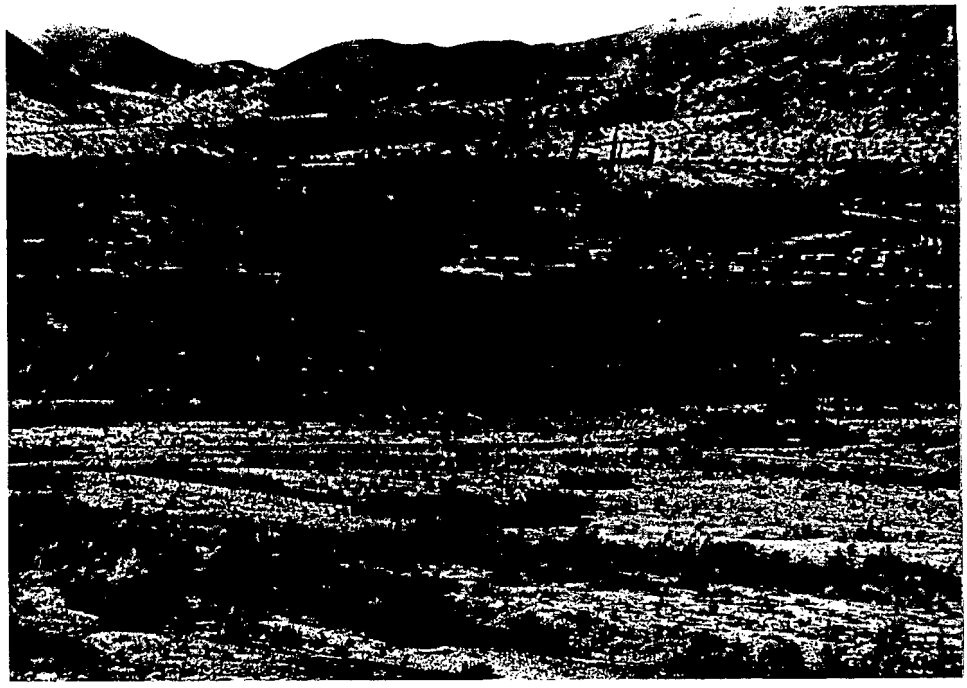
Fotografía N° 33



Fotografía N° 34



Fotografía N° 35



Fotografía N° 36



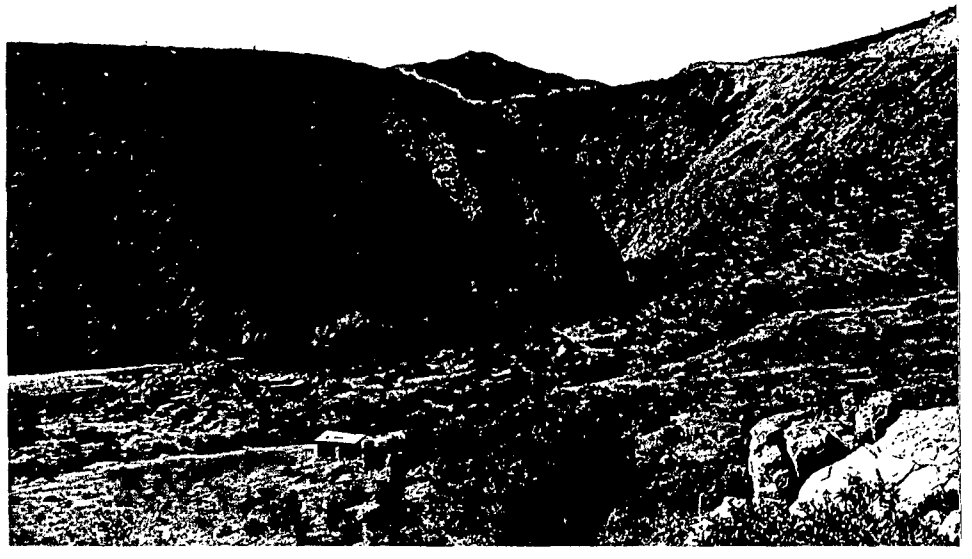
Fotografía N° 37



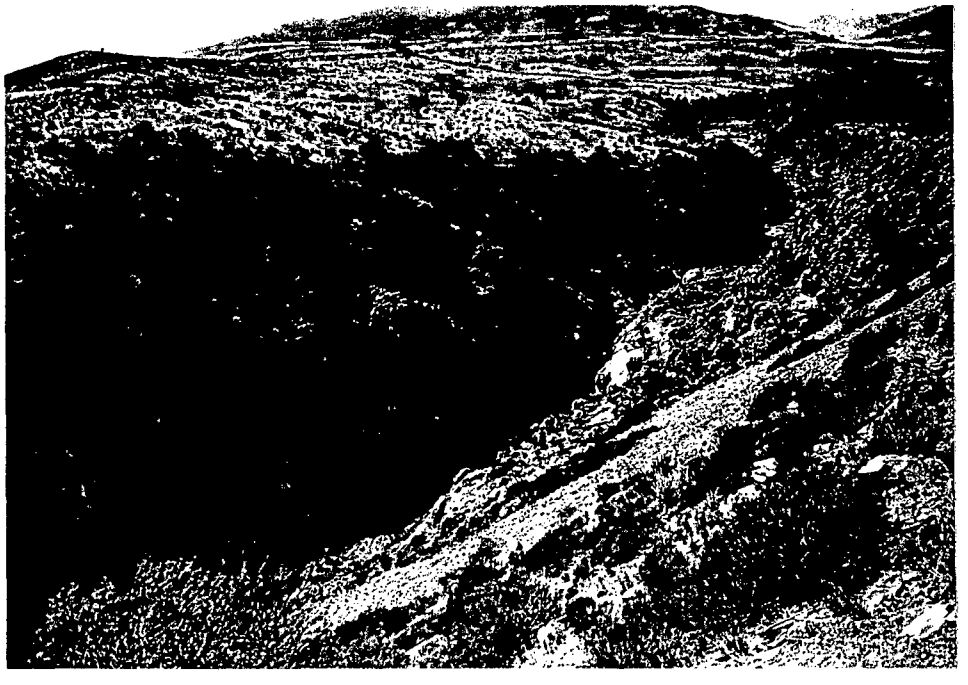
Fotografía N° 38



Fotografía N° 39



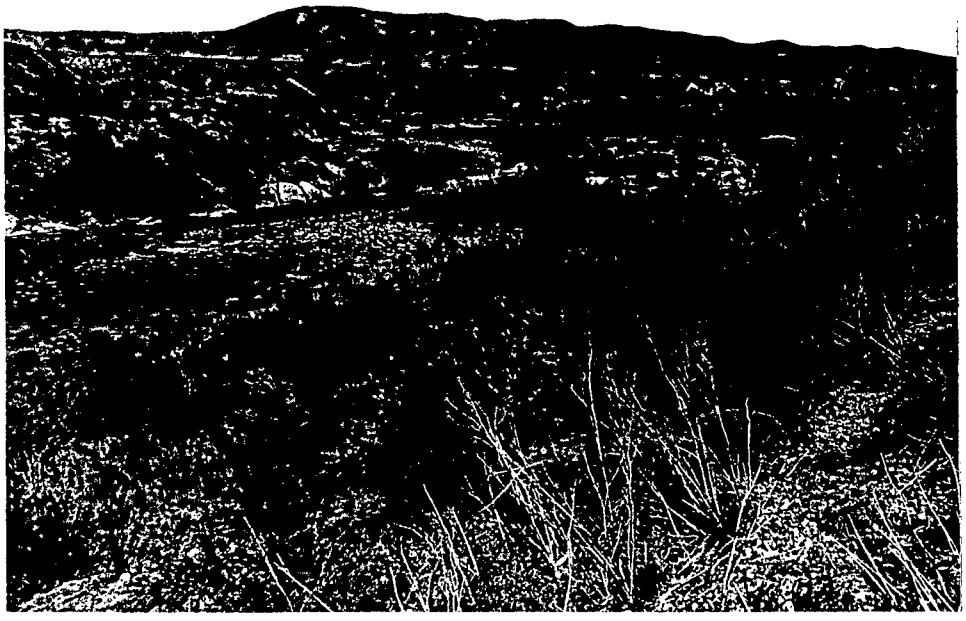
Fotografía N° 40



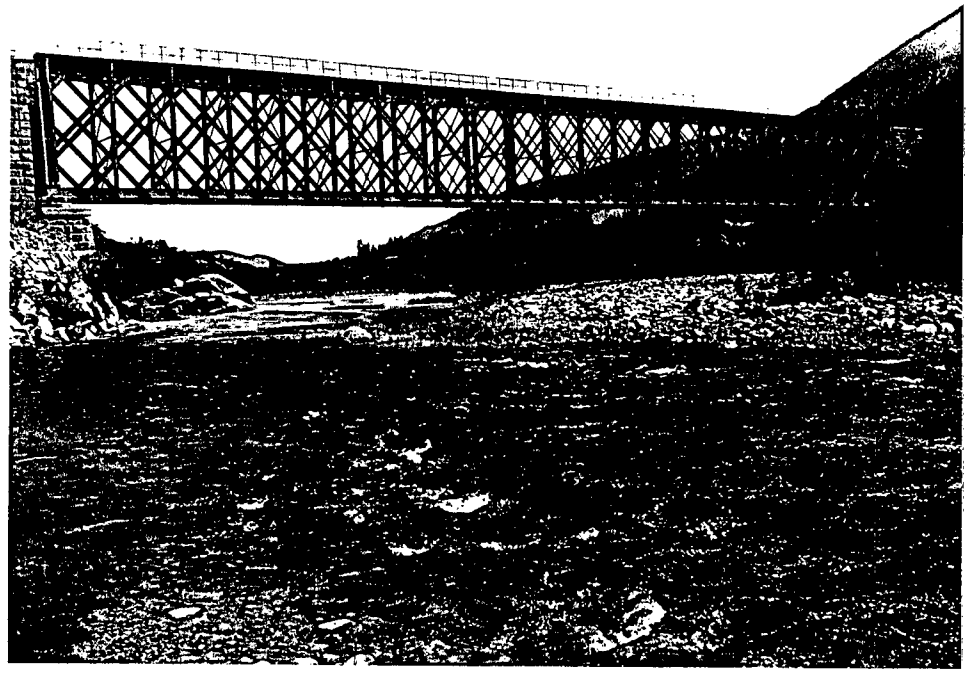
Fotografía N° 41



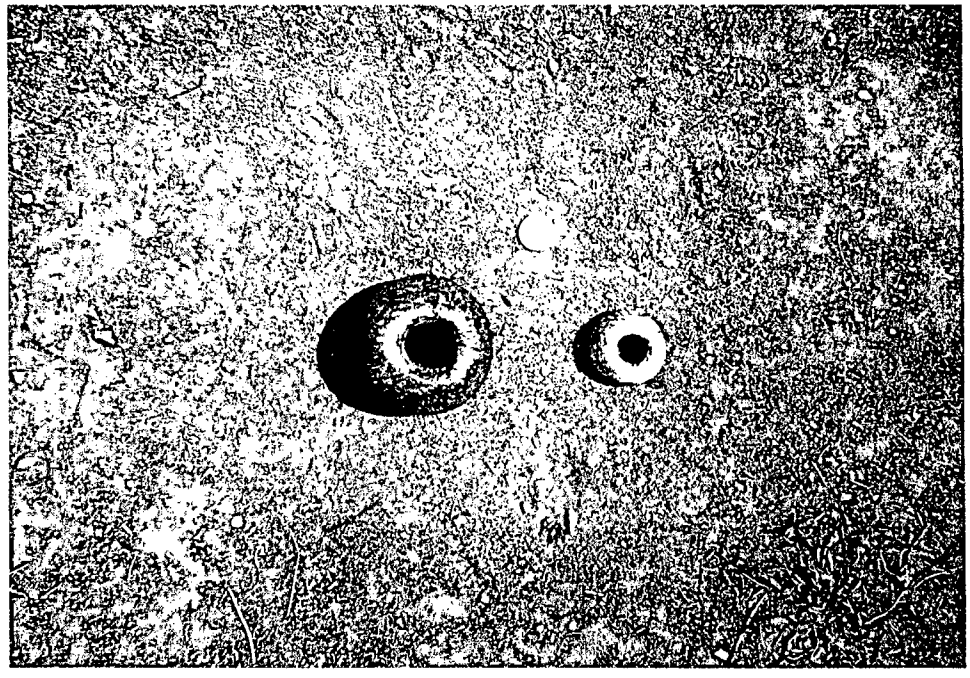
Fotografía N° 42



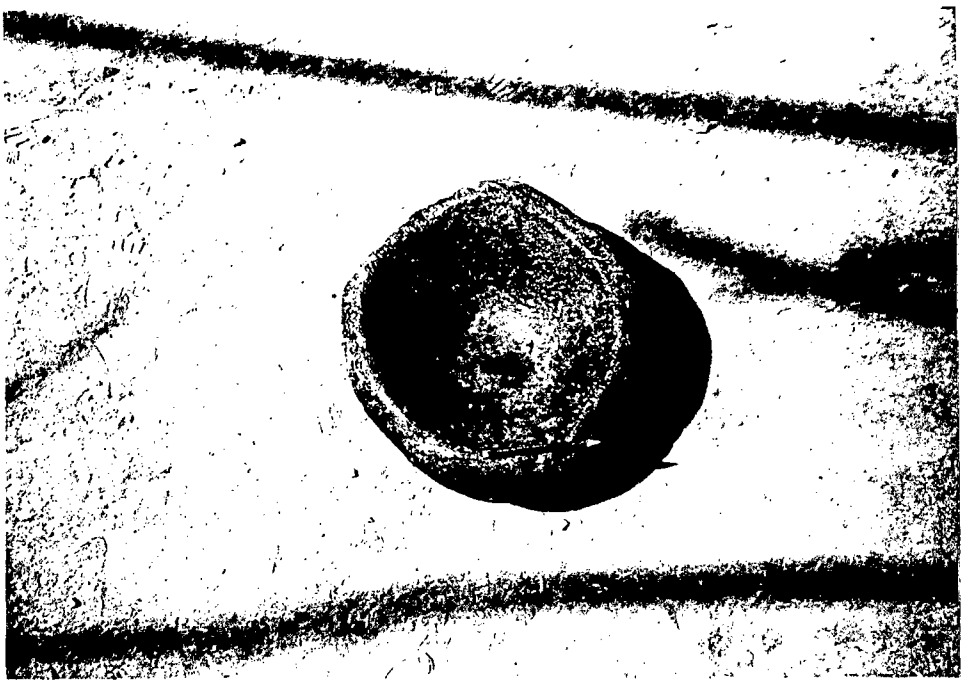
Fotografía N° 43



Fotografía N° 44



Fotografía N° 45



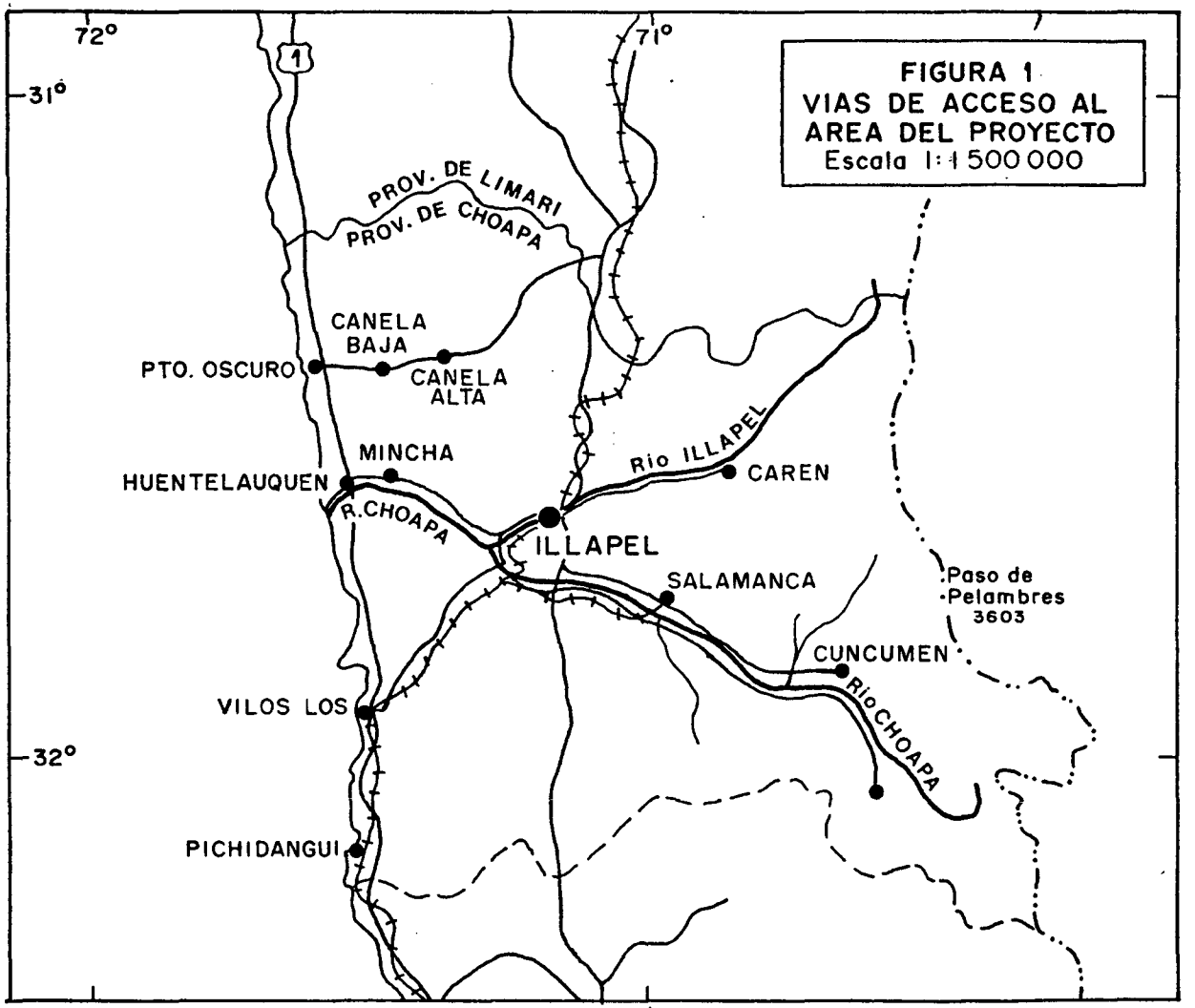
Fotografía N° 46



Fotografía N° 47

F I G U R A S

Figura 6.5.1


72°
71°
31°
32°
1
FIGURA 1
VIAS DE ACCESO AL
AREA DEL PROYECTO
Escala 1:1 500 000
PROV. DE LIMARI
PROV. DE CHOAPA
CANELA
BAJA
PTO. OSCURO
CANELA
ALTA
MINCHA
HUENTELAUQUEN
R.CHOAPA
Rio ILLAPEL
CAREN
ILLAPEL
SALAMANCA
Paso de
Pelambres
3603
CUNCUMEN
Rio CHOAPA
VILOS LOS
PICHIDANGUI

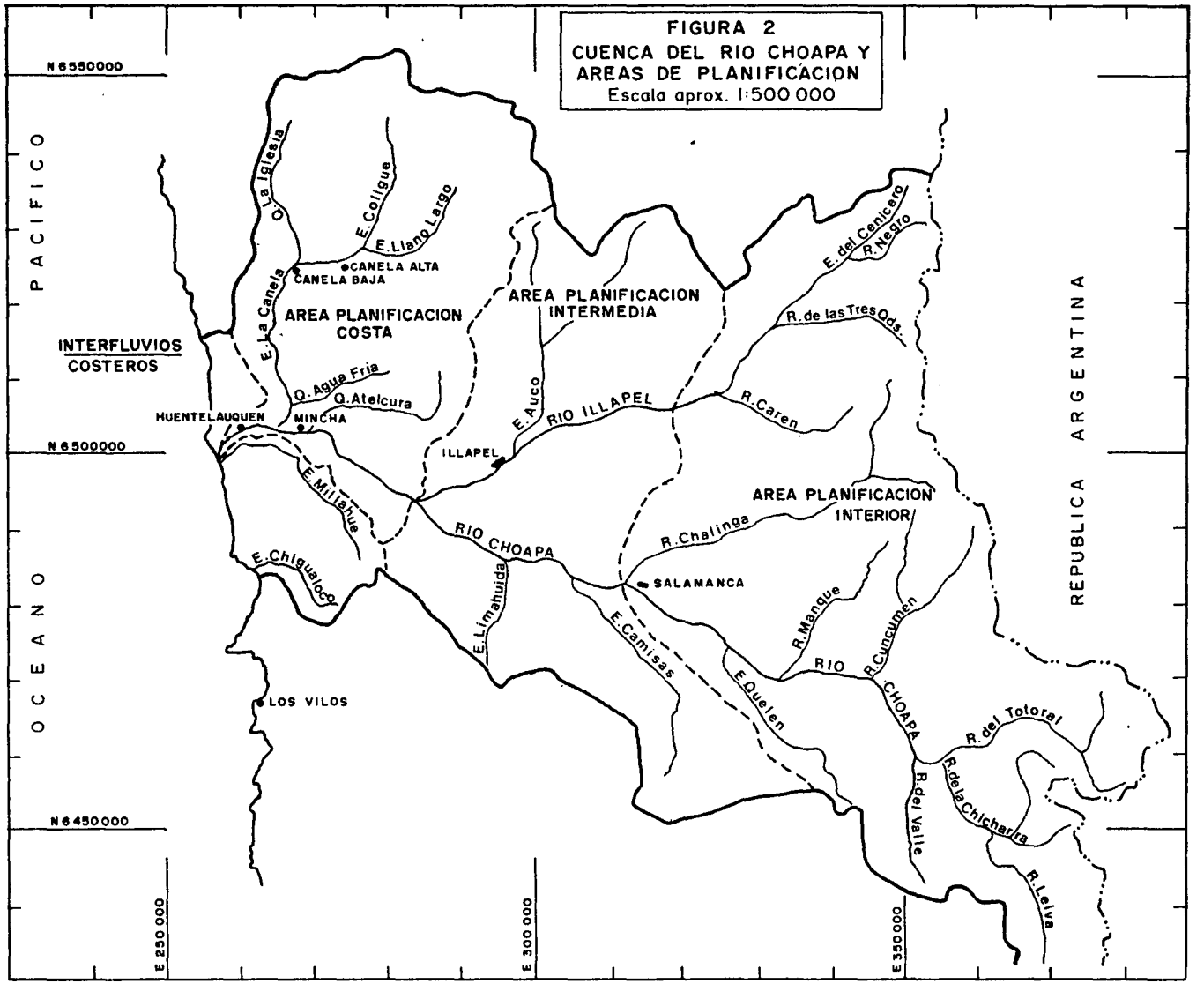

FIGURA 2
CUENCA DEL RIO CHOAPA Y
AREAS DE PLANIFICACION
Escala aprox. 1:500 000
N 6550000
N 6500000
N 6450000
E 250 000
E 300 000
E 350000
PACIFICO
OCEANO
REPUBLICA ARGENTINA
INTERFLUVIOS
COSTEROS
AREA PLANIFICACION
COSTA
AREA PLANIFICACION
INTERMEDIA
AREA PLANIFICACION
INTERIOR
Q. La Iglesia
E. Coligue
E. Llano Largo
CANELA ALTA
CANELA BAJA
E. La Canela
Q. Agua Fria
Q. Atelcura
HUENTELAUQUEN
MINCHA
E. Auco
RIO ILLAPEL
ILLAPEL
R. Caren
E. del Cenicero
R. Negro
R. de las Tres Ods.
E. Milahue
E. Chigualoco
RIO CHOAPA
E. Limahuida
R. Chalinga
SALAMANCA
E. Camisas
R. Manque
RIO CHOAPA
R. Cuncumen
E. Quelen
R. del Totoral
R. del Valle
R. de la Chicharra
R. Leiva
LOS VILOS

Figura 6.5.2

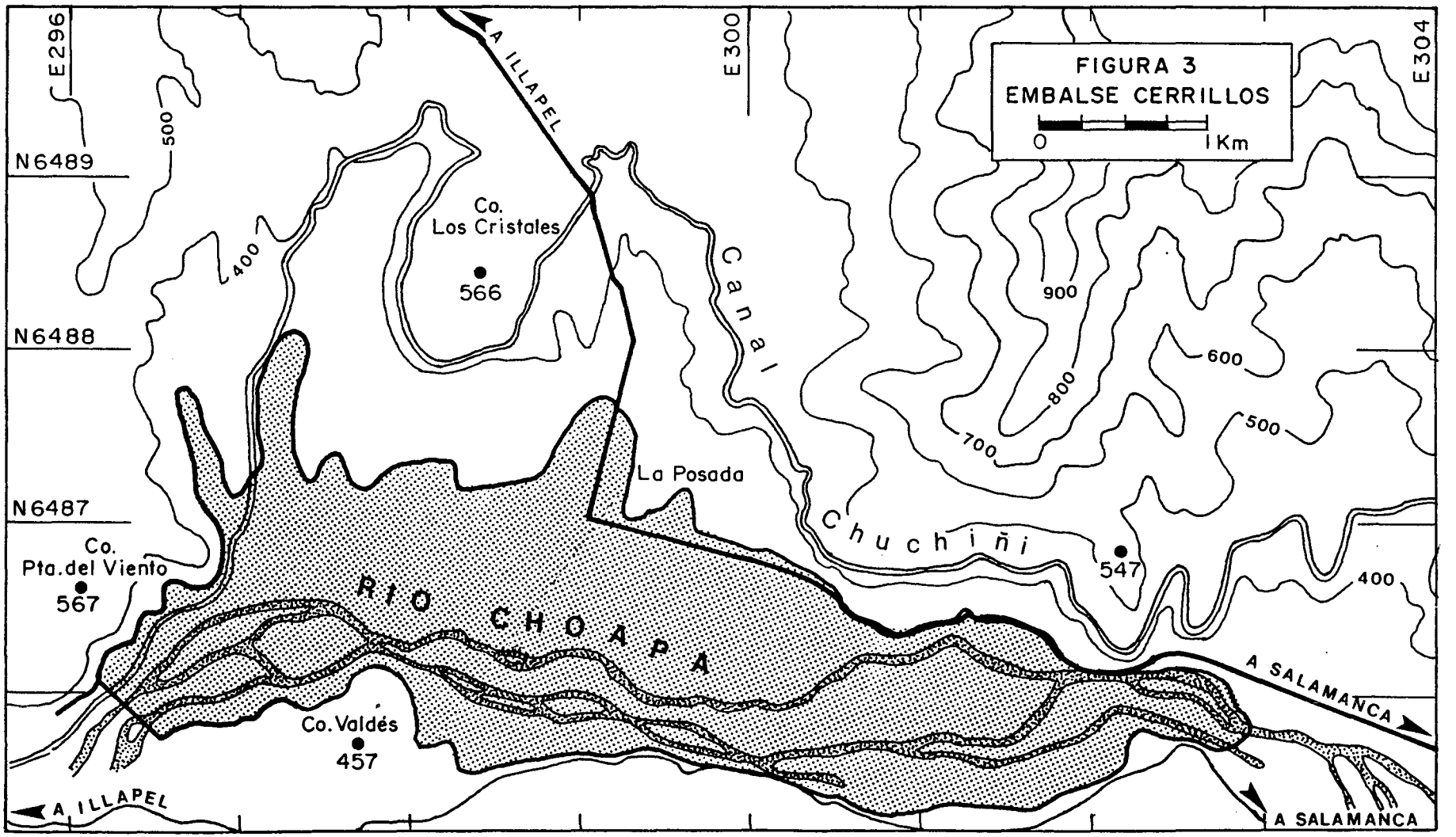

FIGURA 3
EMBALSE CERRILLOS
0
1 Km
E296
E300
E304
N6489
N6488
N6487
500
400
900
800
700
600
500
400
A ILLAPEL
Co.
Los Cristales
566
Canal
Chuchiñi
La Posada
547
Co.
Pta. del Viento
567
RIO CHOAPA
Co. Valdés
457
A SALAMANCA
A ILLAPEL
A SALAMANCA

Figura 6.5.3

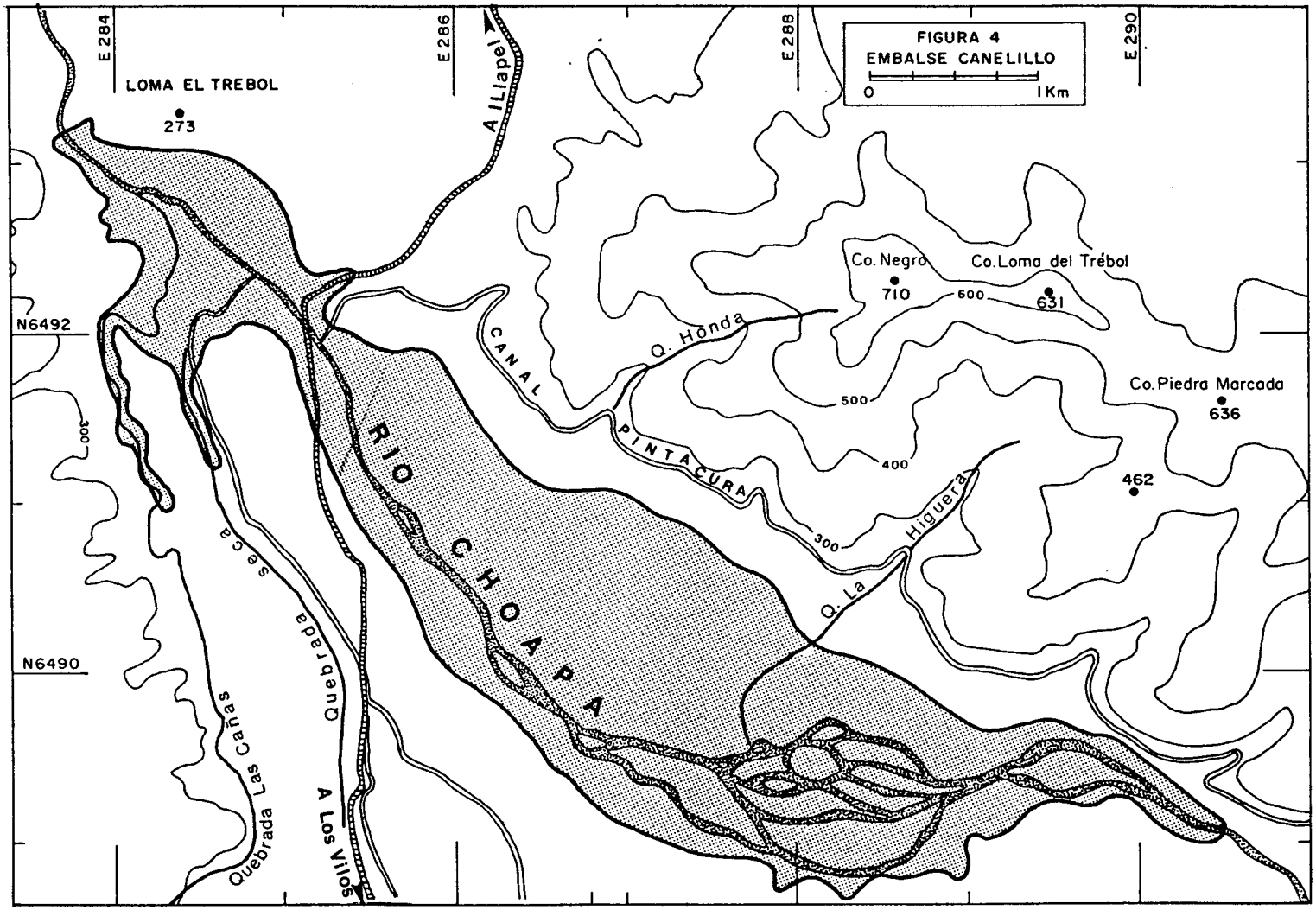
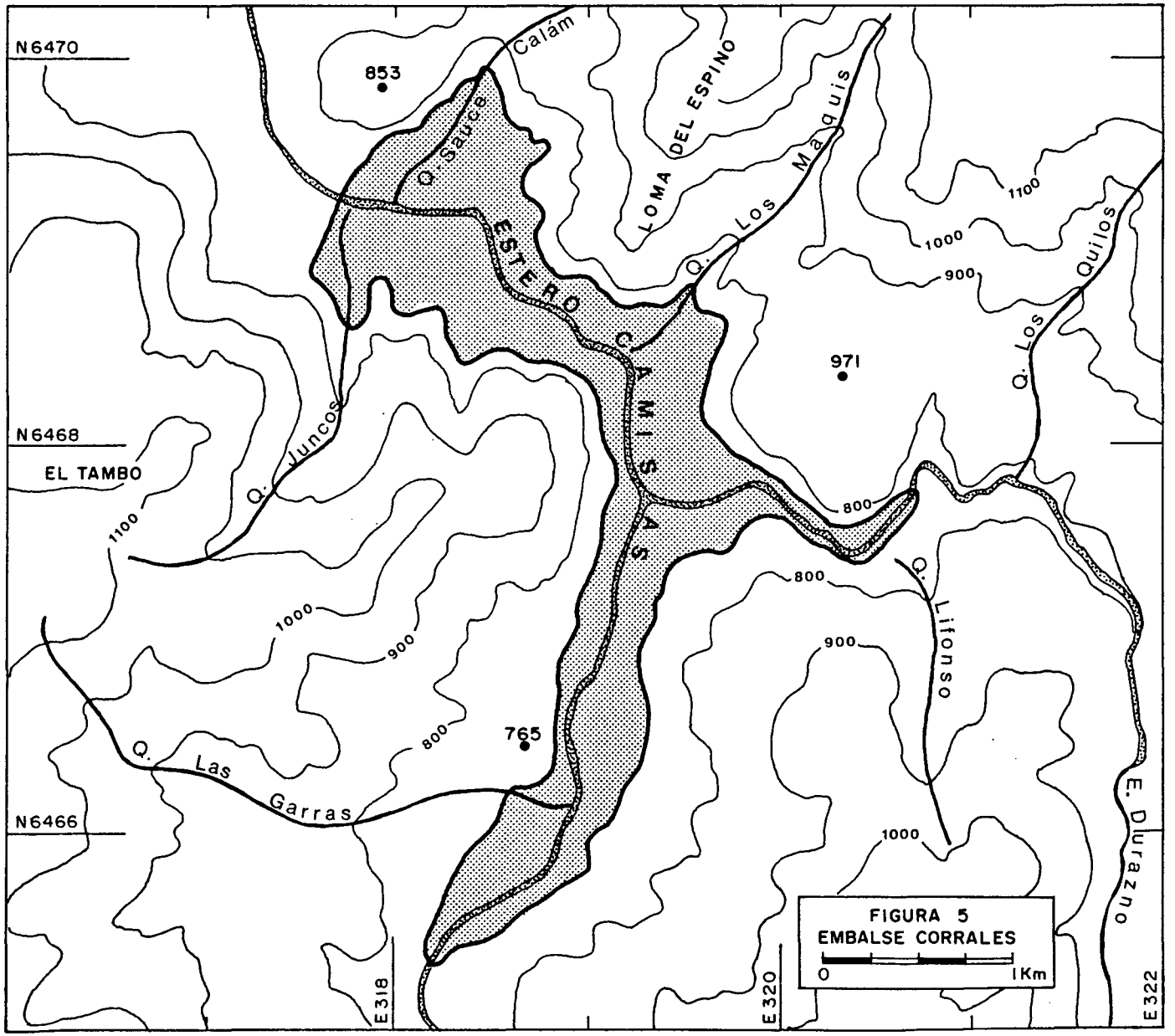

FIGURA 4
EMBALSE CANELILLO
0
1Km
E 284
E 286
E 288
E 290
LOMA EL TREBOL
273
A Llapel
N6492
N6490
Co. Negro
710
Co. Loma del Trébol
631
600
500
400
300
200
Q. Honda
CANAL
PINTACURA
Co. Piedra Marcada
636
462
Higuera
Q. La
RIO CHOAPA
Quebrada Las Cañas
A Los Vilos

Figura 6.5.4

Figura 6.5.5


N6470
853
Calám
Q. Sauce
ESTERO
LOMA DEL ESPINO
Q. Los Maquis
1100
1000
900
Q. Los Quilos
971
N6468
EL TAMBO
Q. Juncos
CAMISAS
800
Q. Lifonso
765
Q. Las Garras
N6466
E. Durazno
E318
E320
E322
FIGURA 5
EMBALSE CORRALES
0
1Km

7. BALANCE HIDRICO

7.1 MODELO OPERACIONAL DE AGUAS SUPERFICIALES

1. DESARROLLO DEL MODELO DE SIMULACION

1.1 OBJETIVOS

La preparación del Modelo de Simulación Operacional del Sistema Choapa tiene por objeto determinar: superficies regadas, seguridades de riego y parámetros de diseño de las obras, lo cual permite su definición y evaluar económicamente los beneficios agrícolas derivados directamente de la construcción de ellas.

Para el cumplimiento del objetivo enunciado, el modelo representa la realidad física de la zona de estudio mediante la simulación de ríos, canales, sectores de riego, afluentes, recuperaciones y obras, tanto las existentes como las futuras.

1.2 RECOPILACION DE ANTECEDENTES

Para el desarrollo del modelo de simulación del riego del valle del Río Choapa, se cuenta con los antecedentes entregados en los capítulos anteriores de este estudio y con los resultados de la consultoria OME-30 "Mejoramiento del Canal Buzeta". Por otra parte, se dispone de los planos 1:10.000 de la Comisión Nacional de Riego, del Atlas de Estudio de Suelos del Valle del Río Choapa y sus Tributarios, de las planchetas 1:50.000 del IGM y de los planos 1:10.000 de la DGA del Rol de Regantes.

En capítulos anteriores de este estudio se ha realizado un análisis de la zona, en donde se mencionan los siguientes aspectos que se deben tener presentes en la preparación del modelo de simulación del Sistema de Riego del proyecto Choapa.

- En el Capítulo 3.4 "Riego Predial y Tasas de Riego", se han descrito las necesidades actuales de agua y en el Capítulo 3.6 "Situación Agropecuaria Actual" se han definido las áreas de planificación y las superficies actuales de riego de las distintas zonas en estudio.

- En el Capítulo 3.8 "Infraestructura de Riego Existente", se describen los canales que operan en la actualidad, señalando para cada uno de ellos la capacidad, los derechos y la superficie bajo canal que posee cada uno.

- En el Capítulo 3.9 "Antecedentes Hidrogeológicos", se han definido los embalses subterráneos existentes en el área de estudio.

- En el Capítulo 6.1.1 "Obras de Regulación", se ha identificado una serie de obras posibles, con el objeto de mejorar y aumentar el riego en la zona del estudio en el futuro. En el Capítulo 6.1.4 "Análisis de Mejoramiento de la Infraestructura de Riego Existente", se ha definido el mejoramiento y la nueva infraestructura de sistema de conducción.

- En el Capítulo 6.2.3.4 "Estudio de Recursos no Controlados", se han definido todos los recursos hidrológicos superficiales aportantes al área del estudio. En el Capítulo 6.2.3.2 "Estudio de Canales", se describen las estadísticas con control fluviométrico existente en la cuenca del Río Choapa.

Tomando en cuenta los antecedentes antes descritos se planteó el modelo del sistema de riego a través del cual es posible representar tanto la situación actual como la futura.

1.3 SIMULACIONES A REALIZAR

Se han realizado dos tipos de simulaciones. Un tipo de simulación se hizo para representar la situación actual y validar el modelo a base de las estadísticas hidrológicas disponibles en los puntos de control elegidos. El segundo tipo de simulación se realizó sobre los esquemas de los proyectos específicos que se evaluaron económicamente y que fueron analizados en el Capítulo 6.1 del presente estudio.

2. DESCRIPCION DEL MODELO

El área en estudio se encuentra dividida agronómicamente en 3 zonas: Interior, Medio y Costa, a su vez cada zona se encuentra dividida según el tramo del río donde se ubique, así se pueden diferenciar 8 subdivisiones: Choapa Interior, Choapa Medio, Choapa Costa, Chalinga, Illapel Interior, Illapel Medio, Canela e Interfluvios Costeros. Cada zona tiene su propia tasa de evapotranspiración y a su vez cada subdivisión tiene su propia estructura de cultivos. Por tal motivo, cada subdivisión tiene una necesidad de agua distinta.

Los aportes más importantes que recibe esta cuenca son entre otros: ríos Choapa, Chalinga e Illapel y los esteros Camisas y Limáhuida. Estos cauces deben ser representados en el Modelo de

Simulación. Por otra parte existen 8 acuíferos en la zona en estudio, de los cuales 4 se encuentran ubicados en el río Choapa, 1 en el río Illapel, 1 en el río Chalinga, 1 en el estero Canela y 1 en el estero Camisas.

Para representar las divisiones y los distintos ríos, el modelo se encuentra separado en 4 zonas diferentes las que se mencionan a continuación:

Zona A : comprende la zona denominada Choapa Interior, la que se extiende desde el río Choapa en junta con el río del Valle hasta Salamanca. En esta zona se encuentra ubicado el acuífero denominado Cuncumén-Salamanca.

Zona B : comprende las subdivisiones de Chalinga y Choapa Medio. Esta zona se extiende por el Choapa desde Salamanca hasta la junta con el río Illapel, además comprende el río Chalinga desde Cerro Gavino hasta la desembocadura en el río Choapa. En esta zona se encuentran ubicados los acuíferos denominados Chalinga en el mismo río y Salamanca-Las Juntas en el río Choapa.

Zona C : comprende las subdivisiones de Illapel Interior y Medio. Esta zona se extiende a lo largo del río Illapel desde la junta con el estero Carrizo hasta la desembocadura en el río Choapa. En esta zona se encuentra ubicado el acuífero denominado Illapel.

Zona D : comprende las subdivisiones de Choapa Costa y Canela. Esta zona se extiende desde la junta del río Choapa con el río Illapel hasta la desembocadura del río Choapa en el mar. En esta zona se encuentran ubicados dos acuíferos denominados Coyuntagua-Tunga Norte y Mincha-Desembocadura.

Las zonas así definidas tienen la ventaja de presentar estadísticas de salida, exceptuando la zona D, las cuales sirven para cerrar y validar las zonas del modelo.

Para representar el riego en cada zona se emplearon distintos elementos conectados entre sí. Los componentes fundamentales que se tienen que representar en el modelo mediante dichos elementos son: sectores de riego, embalses de regulación superficial con sus respectivas plantas de bombeo, acuíferos y canales de riego y de trasvase.

Los elementos identificados en el modelo de simulación son los siguientes: sectores de riego, nodos, tramos y embalses. Cada elemento queda regido por la ecuación de continuidad que

establece que el caudal de entrada menos el caudal de salida debe ser igual al consumo, pérdida o almacenamiento ocurrido en el intervalo de tiempo considerado.

A continuación se hace una descripción de cada elemento y las propiedades que ellos tienen.

2.1 SECTORES DE RIEGO

Estos elementos son los más importantes en el modelo de simulación y representan un área de cultivo. Tienen la función de simular todos los procesos que ocurren en forma intrapredial, es decir, la conducción, el bombeo desde el acuífero y el riego. Los procesos en el interior de los sectores se determinan básicamente mediante ecuaciones, donde se realiza un balance de las entradas y salidas. A través de estas ecuaciones se determinan las variables de interés como son, el reuso interno de derrames y percolaciones, la demanda predial, el excedente en los canales y el déficit predial.

La definición de los sectores de riego en cada zona se realizó respetando los siguientes antecedentes: las subdivisiones agrícolas, la disponibilidad de recursos, la infraestructura de canales, los embalses y conducciones futuros. La delimitación de los sectores se realizó empleando los planos 1:10.000 de la Comisión Nacional de Riego y los planos a escala 1:10000 de la DGA del Rol de Regantes.

Como se ha desarrollado un solo modelo para la situación actual y futura existen varios sectores que modifican sus superficies de riego dependiendo de la situación que se analice.

2.2 EMBALSES

Los embalses considerados en el modelo son los determinados como posibles en el Capítulo 6 de este estudio. Su ubicación se realizó de acuerdo con los planos 1:10.000 de la Comisión Nacional de Riego y considerando los recursos hidrológicos disponibles para ellos. Cada embalse está caracterizado por: las curvas de volumen y superficie, los volúmenes mínimos y máximos de embalse y las tasas mensuales de evaporación.

En el caso de la situación actual, donde no existen embalses, se anula la operación de éstos.

2.3 TRAMOS Y NODOS

Los nodos tienen por objetivo los siguientes aspectos: recibir los aportes de las estadísticas de entrada consideradas, dividir el río para obtener la disponibilidad de recursos para los distintos canales y embalses, distribuir los recursos según los derechos que le correspondan a cada canal o conjunto de canales que nazcan de él, recibir las recuperaciones de los sectores y recibir los posibles aportes de los acuíferos (afloramientos). También los nodos sirven para comparar los caudales modelados con caudales observados.

Para lo anterior se pueden definir tres tipos de nodos:

-Nodos de Entrada : son aquellos que se caracterizan por recibir recursos superficiales afluentes a la zona, como son los ríos y esteros, además de los provenientes de zonas de aguas arriba. Las estadísticas afluentes de ríos y esteros se encuentran en el Capítulo 6.2.3 " Estudios Hidrológicos ".

-Nodos Intermedios : estos nodos son los que se encuentran al medio de las zonas y tienen las funciones de distribuir los aportes que reciben desde aguas arriba.

-Nodos de Salida : son aquellos por los que la zona entrega recursos hacia otra zona o bien hacia el mar.

Los tramos comienzan y terminan con un nodo y tienen por objeto conducir los recursos a través de ellos. Cada tramo tiene asociado una capacidad máxima de conducción y una pérdida por infiltración. Los tramos representan los cauces de los ríos y los trazados de los canales. Para el caso de ríos, los tramos poseen una capacidad máxima de conducción muy grande.

Al igual que los elementos anteriores, se han determinado nodos y tramos para representar las situaciones actual y futura, por lo cual existen nodos y tramos que pueden cambiar de estado según sea la situación que se analice.

3. BASES CONCEPTUALES

El Modelo de Simulación Operacional del Sistema Choapa ha sido desarrollado con el fin de optimizar el aprovechamiento conjunto de los recursos hídricos del valle Choapa y sus afluentes, tanto en la situación actual como en la futura.

Este modelo se fundamenta íntegramente sobre balances hídricos parciales obtenidos a través de ecuaciones de continuidad en sus distintos elementos.

Con el fin de representar fielmente la realidad actual de las subcuencas en estudio, se ha puesto cuidado en respetar la legalidad de las secciones del río y los derechos de aprovechamiento concedidos. No obstante lo anterior, el modelo permite evaluar posibles cambios en los derechos futuros de agua entre los distintos sectores del estudio, con el fin de obtener un mejor aprovechamiento de los recursos existentes.

La topología del modelo se desarrolla teniendo como objetivo representar de la mejor manera posible las demandas, ofertas y excesos de agua, para cada uno de los elementos del sistema. Una descripción detallada de la topología se entrega en el punto siguiente.

Los algoritmos considerados para calcular los balances hídricos de cada elemento son explicados en detalle en el punto 3.2.

Por último, el modelo computacional ha sido capacitado para calcular sus balances hídricos a nivel mensual, puesto que este modelo persigue realizar un estudio de carácter estacional de los volúmenes necesarios para el riego y/o la regulación.

3.1 TOPOLOGÍA DEL SISTEMA DE RIEGO

Como se ha mencionado anteriormente, el modelo se ha dividido en 4 zonas, las cuales son representadas en la topología. Cada zona está compuesta por la serie de elementos descritos con anterioridad. A continuación se describe la topología por zonas con todos sus elementos y sus vínculos. La sectorización efectuada en el área de riego al igual que los demás elementos considerados se presenta en la Figura 7.1-1, que permite una visión general y de conjunto de todo el sistema en estudio. En las Figuras 7.1-2 a 7.1-5 se presenta el sistema en su versión esquemática, para las zonas A, B, C y D respectivamente, mostrando todos los elementos incluidos y sus vínculos.

PROYECTO CHOAPA

ESQUEMA BASICO DEL MODELO
UBICACION DE ELEMENTOS

FIGURA 7.1-1

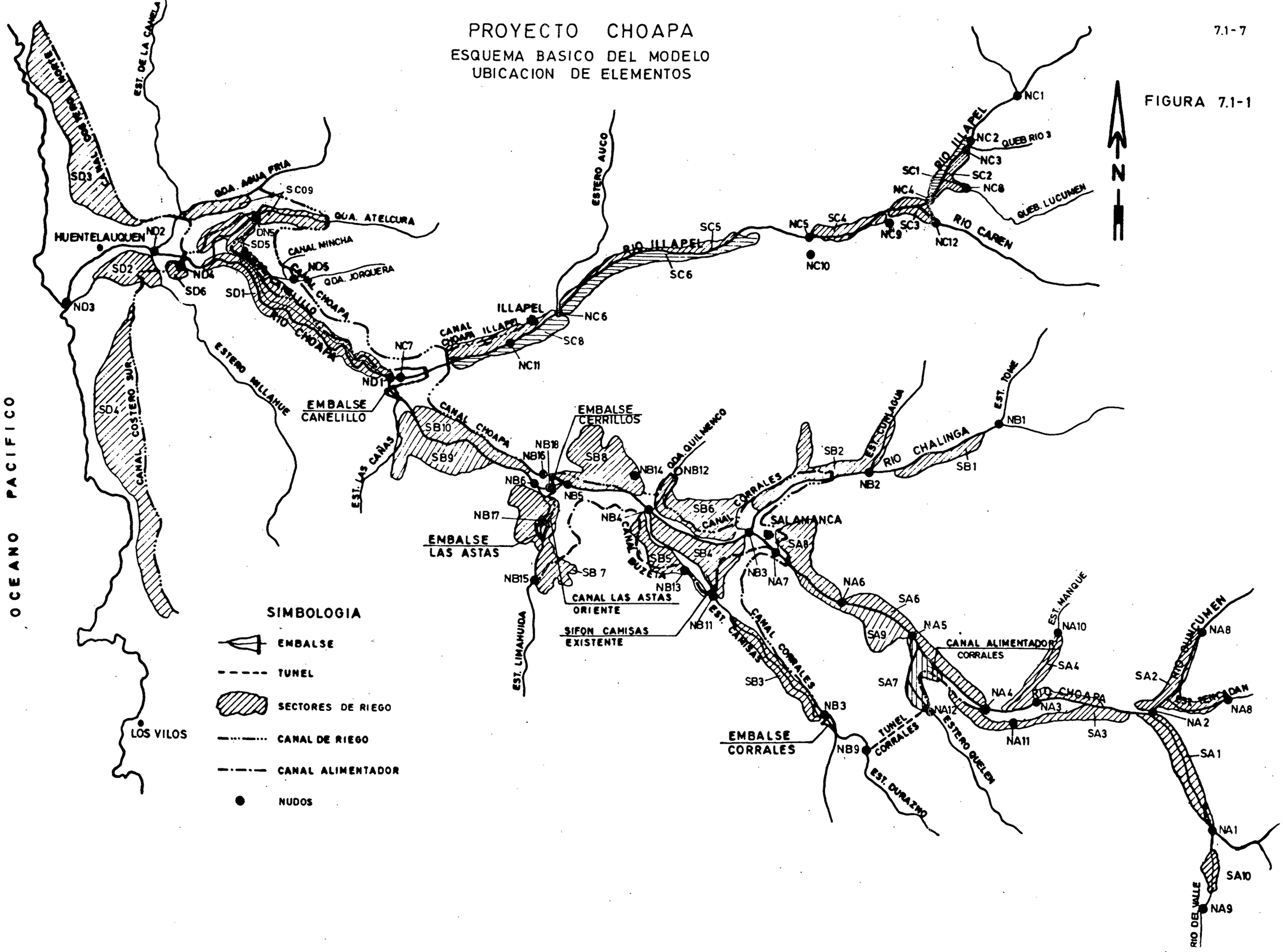


FIGURA 7.1-2
ESQUEMA DE LA TOPOLOGIA DE LA ZONA A

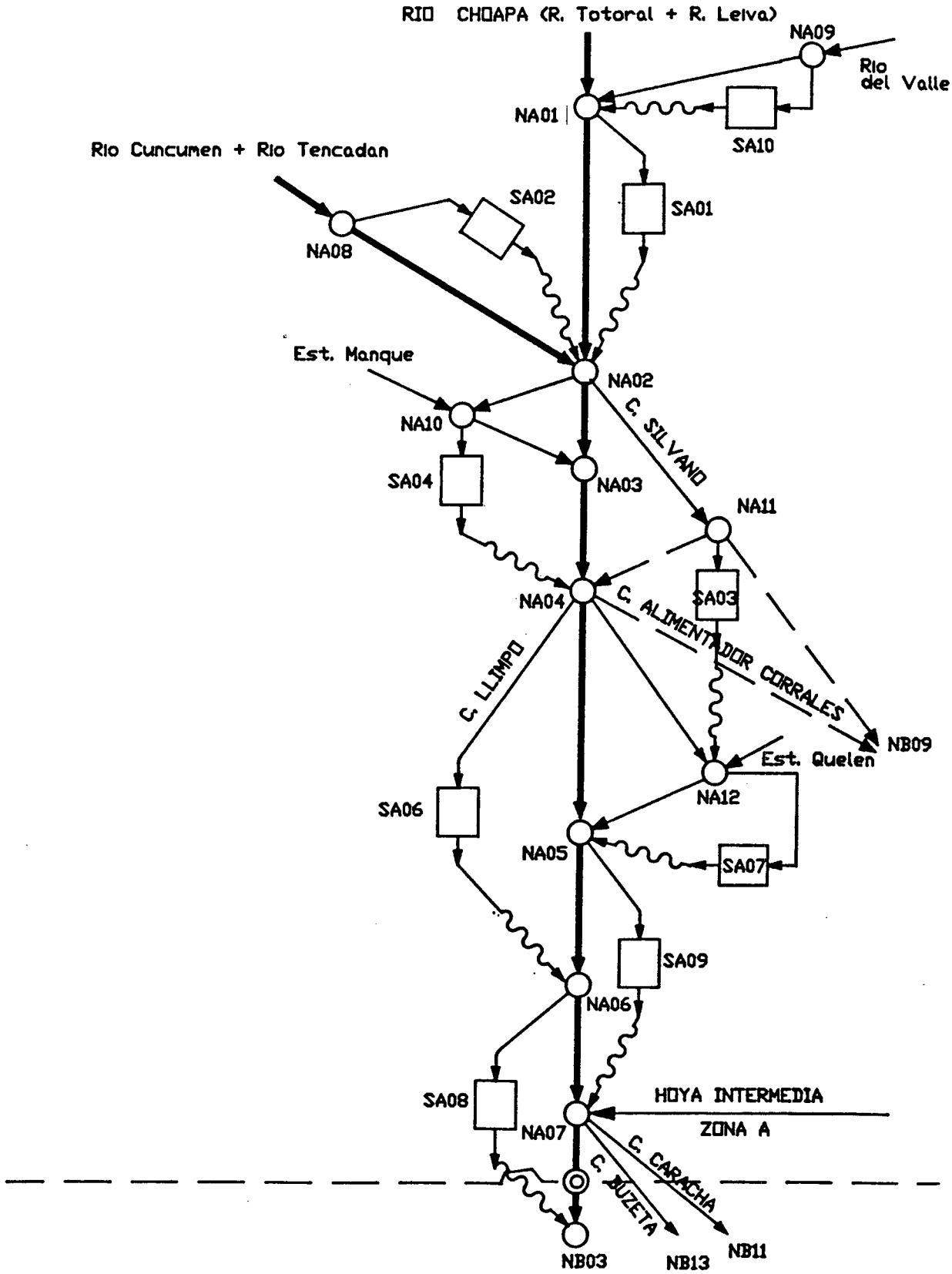


FIGURA 7.1-3
ESQUEMA DE LA TOPOLOGIA DE LA ZONA B

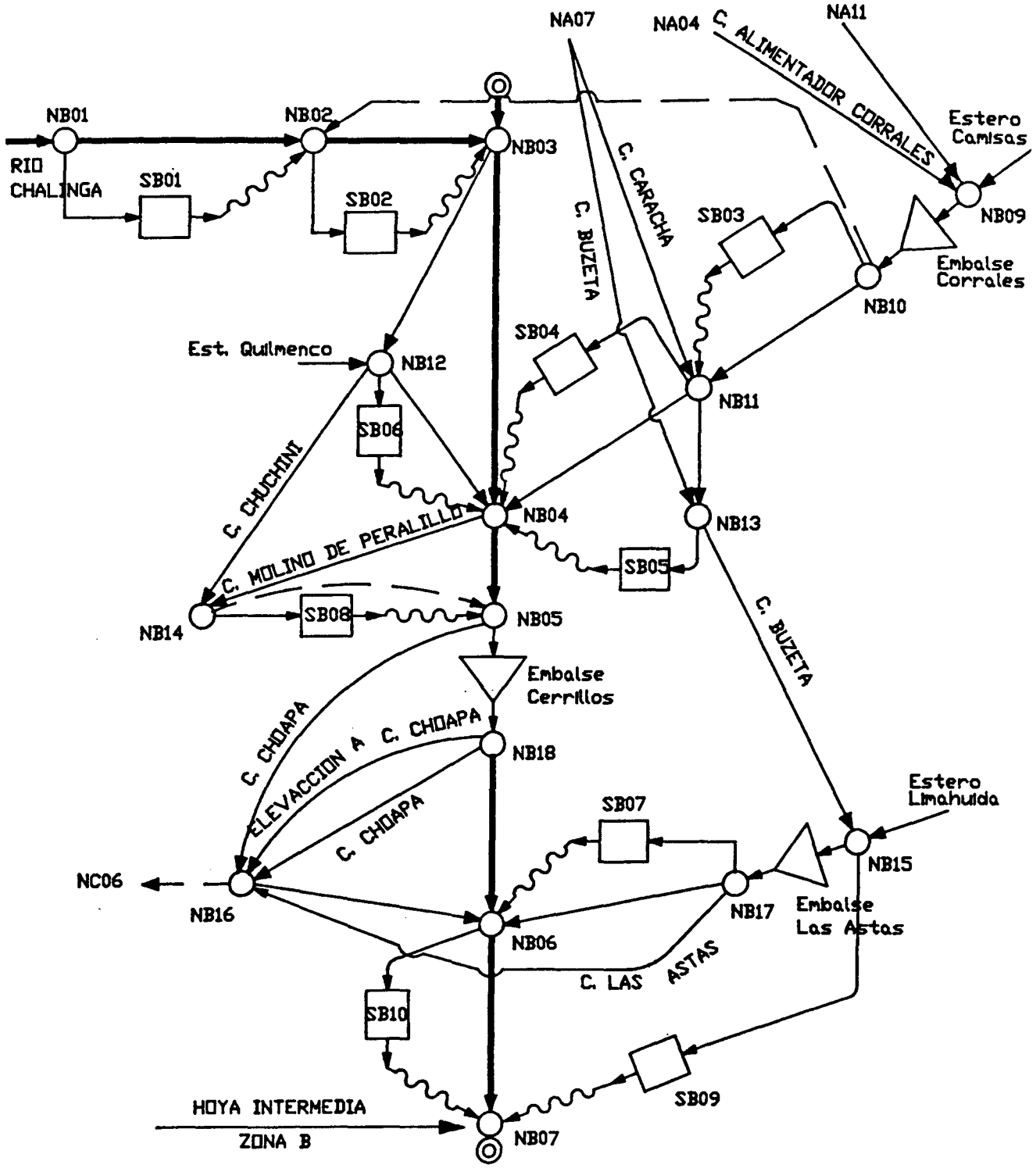


FIGURA 7.1-4
ESQUEMA DE LA TOPOLOGIA DE LA ZONA C

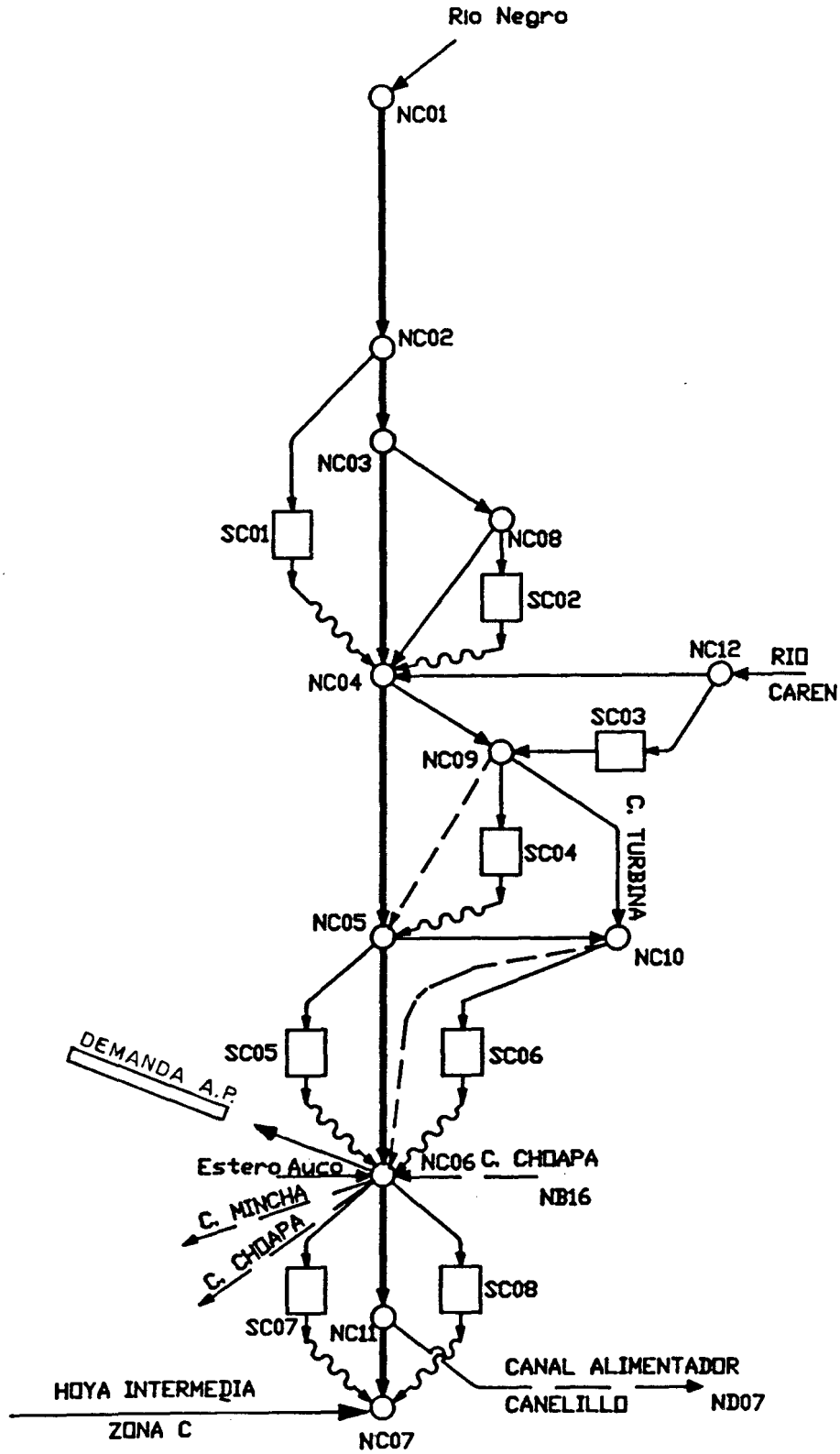
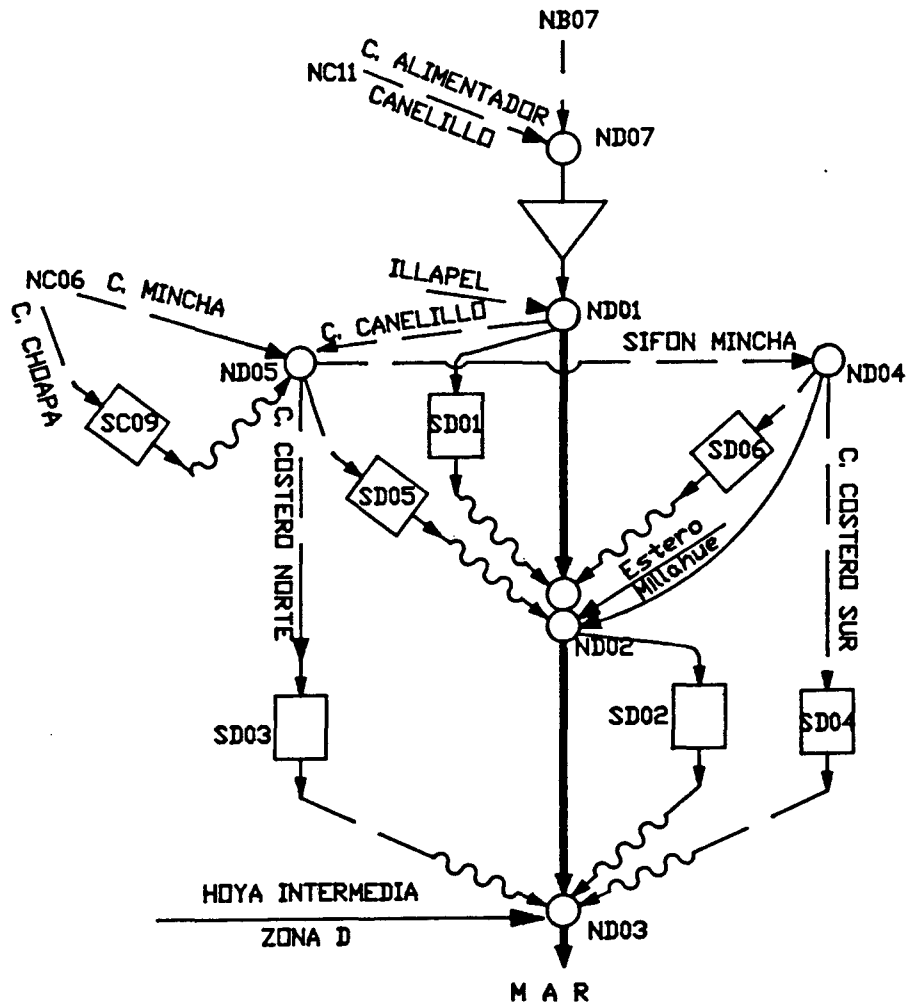


FIGURA 7.1-5
ESQUEMA DE LA TOPOLOGIA DE LA ZONA D



3.1.1 Zona A

Esta zona contiene topológicamente los siguientes elementos:

3.1.1.1 Nodos de Entrada

NA01: se ubica en el río Choapa en la junta con el río del Valle. Este nodo recibe los aportes de la cuenca alta del río Choapa, estadística denominada C-A1, también recibe los aportes del río del Valle y los sobrantes superficiales del sector SA10. Desde este nodo tiene la captación el sector SA01.

NA08: se ubica en el río Cuncumén en la bocatoma del primer canal, en el lugar denominado El Chacay. Este nodo recibe los aportes del río Cuncumén y del estero Tencadan, estadísticas denominadas C-A8a y C-A8b respectivamente. Desde este nodo capta el sector SA02.

NA09: se ubica en el río del Valle sobre la bocatoma del primer canal de regadío, en el lugar donde llega la Quebrada Jorquera.

Este nodo recibe los aportes del río del Valle, estadística denominada C-A9. Desde este nodo capta el sector de riego SA10.

NA10: se ubica en el estero Manque en el lugar denominado La Fragüita. Este nodo recibe los aportes del estero Manque, estadística denominada C-A10. Desde este nodo capta el sector de riego SA04.

NA12: se ubica en el estero Quelén en la confluencia con la quebrada La Amandita. Este nodo recibe los aportes del estero Quelén, estadística denominada C-A12, también recibe aguas provenientes del río Choapa desde el nodo NA04 y los sobrantes superficiales del sector SA03. Desde este nodo capta el sector de riego SA07.

3.1.1.2 Nodos Intermedios

NA02: se ubica en el río Choapa en la confluencia con el Río Cuncumén. Este nodo recibe aguas provenientes desde los nodos NA01 y NA08, además recibe los sobrantes de los sectores SA01 y SA02. Desde este nodo parten 2 captaciones, una hacia el nodo NA10 y

otra hacia el nodo NA11. Los excedentes son enviados hacia el nodo NA03.

NA03: se ubica en el río Choapa en la junta con el estero Manque. Las entradas a este nodo son las provenientes de los nodos NA02 y NA10, los aportes recibidos son enviados hacia el nodo NA04.

NA04: se ubica en el río Choapa aguas abajo del estero Manque. Las entradas son las provenientes del nodo NA03 y de los sobrantes del sector SA04. Las salidas son hacia el nodo NA12, hacia el sector SA06 y en la situación futura hacia el nodo NB09 de la zona B. Los excedentes son enviados hacia el nodo NA05.

NA05: se ubica en el río Choapa en la junta con el estero Quelén. Las entradas son los aportes provenientes del nodo NA12 y del nodo NA04, también recibe los sobrantes superficiales del sector SA07. Desde este nodo capta el sector SA09 y los excedentes son enviados hacia en nodo NA06.

NA06: se ubica en el río Choapa y representa la captación del sector SA08. Este nodo recibe los aportes del nodo NA05 y los sobrantes superficiales del sector SA06. Los excedentes son enviados hacia el nodo NA07.

NA11: este nodo es ficticio y representa para la situación futura, la distribución de las aguas hacia el sector SA03 y hacia el nodo NB09 de la zona B.

3.1.1.3 Nodo de Salida

NA07: este nodo se ubica en el río Choapa aguas arriba de Salamanca, recibe aportes provenientes del nodo NA06 y sobrantes superficiales del sector SA09. Las salidas son hacia los nodos NB11, NB13 y NB03, esta última equivale a la estación fluviométrica del río Choapa en Salamanca, y sirve para ver el cierre de la zona.

3.1.1.4 Sectores de Riego

SA01: este sector se ubica en ambas riberas del río Choapa y está comprendido entre la junta con el río del Valle hasta aguas abajo de la confluencia del río Cuncumén. Los recursos captados por éste corresponden

a un porcentaje de los existentes en el nodo NA01 y drena hacia el río Choapa.

SA02: este sector se ubica en los valles del río Cuncumén y del estero Tencadán. Los recursos ocupados por este sector son los dos mencionados anteriormente, que son los aportes a este valle. El drenaje es hacia el río Cuncumén.

SA03: este sector se ubica en la ribera izquierda del río Choapa entre la quebrada de Culenco y el Estero Quelén, este último es el que recibe la gran mayoría de sus derrames. Este sector se riega con aportes provenientes del río Choapa.

SA04: este sector se ubica en la ribera derecha del río Choapa y comprende el valle del estero Manque. El riego se realiza con aportes del río Choapa y del estero Manque. Los derrames son recuperados en el río Choapa aguas abajo de la confluencia del estero Manque con el río Choapa.

SA05: este sector de riego fue anulado y su superficie asignada al sector SA07.

SA06: este sector se ubica en la ribera derecha del río Choapa entre la quebrada Barraco y Jorquera. El riego se realiza con recursos del río Choapa y sus derrames drenan hacia el río Choapa.

SA07: este sector se ubica en la ribera izquierda del río Choapa entre la quebrada Diego y el estero Quelén, también comprende el valle del estero Quelén. El riego en este sector se realiza con aportes del río Choapa y del estero Quelén, además, este sector recibe los derrames superficiales del sector SA03. Los derrames drenan hacia el estero Quelén y hacia el río Choapa.

SA08: este sector se ubica en la ribera derecha del río Choapa entre quebrada Jorquera y el río Chalinga. El riego se realiza con aportes del río Choapa. Los derrames drenan hacia el río Choapa y hacia el río Chalinga.

SA09: este sector se ubica en la ribera izquierda del río Choapa entre el estero Quelén y Salamanca. El riego se realiza con aportes del río Choapa. Sus derrames son drenados hacia el río Choapa.

SA10: este sector se ubica en la cuenca del río del Valle. Cuenta con recursos provenientes de la zona alta de este río. Los derrames son drenados hacia el mismo río.

3.1.1.5 Tramos

NA01-NA02: representa al río Choapa entre la confluencia de los ríos del Valle y Cuncumén.

NA02-NA03: representa al río Choapa entre la confluencia del río Cuncumén y la llegada del estero Manque.

NA02-NA10: representa a los canales que tienen bocatomas en el río Choapa y riegan el sector SA04. Estos canales son los siguientes: Araya, Barraco Grande, Los Ranchos, Aguas Claras de Chillepín y Barraco Chico.

NA02-NA11: representa al canal Silvano, que tiene su bocatoma en el río Choapa y riega el sector SA03.

NA03-NA04: representa al río Choapa entre el estero Manque y la captación del posible canal alimentador del embalse Corrales.

NA04-NA05: representa al río Choapa entre la captación del posible canal alimentador del embalse Corrales y la confluencia del estero Quelén.

NA04-NB09: representa un posible canal alimentador del embalse Corrales, el cual captaría recursos de invierno del río Choapa para ser embalsados en este embalse.

NA04-NA12: representa a los canales que tienen sus bocatomas en el río Choapa y riegan el sector SA07. Estos canales son los siguientes Del Sauco, El Pavo y Molino de Quelén.

NA05-NA06: representa al río Choapa entre el estero Quelén y la captación del sector SA08.

NA06-NA07: representa al río Choapa entre ambos nodos.

NA08-NA02: representa al río Cuncumén desde su cabecera hasta la desembocadura en el río Choapa.

NA09-NA01: representa al río del Valle desde su cabecera hasta la desembocadura con el río Choapa.

NA10-NA03: representa al estero Manque desde la cabecera hasta su desembocadura en el río Choapa.

NA11-NB09: representa en la situación futura un posible canal alimentador al embalse Corrales, el cual sería una prolongación del canal Silvano, y ocuparía la capacidad ociosa de invierno.

NA11-NA04: es un tramo ficticio que tiene la función de devolver al río Choapa los excedentes captados en el nodo NA02, que no son aprovechados en el sector SA03.

NA12-NA05: representa al estero Quelén desde la cabecera hasta la desembocadura en el río Choapa.

3.1.2 Zona B

Esta zona contiene topológicamente los siguientes elementos:

3.1.2.1 Nodos de Entrada

NB01: se ubica sobre el río Chalinga aguas arriba del primer canal de regadío, en el lugar denominado Cerro Gavino. Este nodo recibe los aportes de la cuenca alta del río Chalinga, estadística denominada C-B1. El sector SB01 tiene su captación en este nodo.

NB03: se ubica en la junta del río Choapa con el río Chalinga. Este nodo recibe las aguas provenientes de la Zona A, del río Chalinga y de los sobrantes superficiales del sector SB02. Desde este nodo son enviados recursos hacia el nodo NB12. Los excedentes son enviados al nodo NB04.

NB09: se ubica sobre el estero Camisas en el lugar donde sería emplazado el posible embalse Corrales. A este nodo llegan recursos del estero Camisas, estadística denominada C-B9. En la situación futura con embalse Corrales, confluyen a este nodo los aportes de los posibles canales alimentadores a este embalse, los cuales tienen su origen en la Zona A, desde los nodos NA04 y NA11.

NB11: se ubica sobre el estero Camisas y recibe aportes de este estero y los provenientes del nodo NA07 de la Zona A a través del canal Caracha. También confluyen a este nodo los sobrantes superficiales del sector SB03.

NB12: se ubica sobre el estero Quilmenco y recibe sus aportes, estadística denominada C-B12, también confluyen a este nodo las aguas provenientes del nodo NB03. Desde éste, capta el sector SB06 y son enviados recursos al nodo NB14.

NB13: se ubica sobre el canal Buzeta y representa la entrega al sector SB05 (Tahuinco + Tambo). A este nodo entran recursos provenientes del nodo NA07, de la Zona A, y en la situación futura, con proyecto, este nodo recibiría aportes del posible embalse Corrales. Las salidas son: hacia el sector SB05 y hacia el nodo NB15.

NB15: se ubica sobre el estero Limáhuida en el lugar donde llega el canal Buzeta. A este nodo ingresan los recursos del estero Limáhuida, estadística denominada C-B15, y los provenientes del nodo NB13. Las salidas corresponden a la captación del sector SB09 y hacia el nodo NB17, para la situación sin proyecto, o al embalse Las Astas en la situación con proyecto.

3.1.2.2 Nodos Intermedios

NB02 : este nodo tiene una ubicación diferente según sea la situación que se estudie. En la situación actual, sin proyecto, se ubica sobre el río Chalinga en la puntilla de Cunlagua, punto donde actualmente se separa legalmente el río. En la situación futura, con proyecto, este nodo se ubica sobre el río Chalinga en el lugar donde entregaría recursos el canal Matriz Corrales provenientes del embalse del mismo nombre (cota 650 m.s.n.m.). Las entradas a este nodo son los aportes del río Chalinga provenientes del nodo NB01 y los posibles aportes del canal Matriz Corrales, además recibe los sobrantes superficiales del sector SB01. Desde este nodo capta el sector de riego SB02 y los excedentes son enviados al nodo NB03.

NB04 : se ubica sobre el río Choapa en la confluencia con el estero Quilmenco. A este nodo llegan recursos de los esteros Camisas, provenientes del nodo NB11, y Quilmenco, provenientes del nodo NB12, además del río

Choapa, desde el nodo NB03, y los sobrantes superficiales de los sectores SB04, SB05 y SB06. Las salidas son hacia el nodo NB14 y los sobrantes son enviados al nodo NB05.

NB05: se ubica sobre el río Choapa en la bocatoma del canal Choapa. Este nodo recibe recursos del río Choapa, provenientes del nodo NB04, y los sobrantes superficiales del sector SB08. En la situación futura con proyecto, este nodo es el que alimentaría al embalse Cerrillos y al canal Choapa (tramo NB05-NB16).

NB06: se ubica sobre el río Choapa en la confluencia con el estero Limáhuida. Las entradas son las provenientes del río Choapa, desde el nodo NB18, del estero Limáhuida, desde el nodo NB17, y de los sobrantes superficiales del sector SB07. Las salidas son: hacia el sector SB10 y hacia el nodo NB07.

NB10: se ubica sobre el estero Camisas inmediatamente aguas abajo del posible embalse Corrales. En la situación futura con proyecto, este nodo recibiría todos los aportes del embalse Corrales y en la situación actual este nodo es la continuación del nodo NB09. Las salidas son hacia el sector SB03 y en la situación futura con proyecto hacia el nodo NB02 (canal Matriz Corrales). Los excedentes son enviados hacia el nodo NB11.

NB14: este nodo es ficticio y tiene la función de juntar los recursos disponibles para el sector SB08. En la situación futura con embalse Cerrillos, este nodo quedaría bajo agua.

NB17: se ubica en el estero Limáhuida inmediatamente aguas abajo del posible embalse Las Astas, recibiendo todos sus aportes. Las salidas de este nodo son: la captación del sector SB07 y en la situación futura con proyecto, la captación hacia el nodo NB16. Los excedentes que se produzcan en este nodo son enviados al nodo NB06.

NB18: es un nodo ficticio y su operación es válida solo en el caso que se considere el embalse Cerrillos. Este nodo al igual que el nodo NB16, forman parte de la operación del embalse Cerrillos.

3.1.2.3 Nodos de Salidas

NB07: por este nodo salen aguas provenientes del río Choapa y son enviadas a la Zona D. Si se considera el embalse Canelillo, las aguas que salen de este nodo son los afluentes a este embalse.

NB16: este nodo es ficticio y su existencia es válida en la situación con proyecto. A este nodo confluyen las aguas provenientes de los nodos NB05, NB17 y NB18. Cuando se considere el embalse Cerrillos, este nodo junto con el mismo embalse y los nodos NB18 y NB05 tienen por objeto operar el embalse.

3.1.2.4 Sectores de Riego:

SB01: se ubica en ambas riberas de río Chalinga y comprende las tierras de la ex hacienda San Agustín que abarca desde el nacimiento del río hasta la puntilla que separa este sector del denominado Cunlagua. En la situación futura con canal Matriz Corrales, este sector se extenderá hasta la confluencia de este canal con el río (aproximadamente la cota 650 m.s.n.m.). Sus derrames drenan hacia el río Chalinga.

SB02: se ubica en el valle del río Chalinga y comprende sus dos riberas entre Cunlagua y la desembocadura al río Choapa. En la situación futura con canal Corrales, este sector se extenderá desde la confluencia de este canal con el río (aproximadamente la cota 650 m.s.n.m.) hasta la desembocadura del río Chalinga. Actualmente este sector se riega con aportes del río Chalinga, en la situación con canal Corrales, recibiría aportes del embalse del mismo nombre. Sus derrames drenan hacia el mismo río.

SB03: se ubica en el valle del estero Camisas entre el posible embalse Corrales y el sector SB04. Este sector SB03 es regado en la actualidad con los recursos del estero Camisas. En la situación con embalse Corrales, este sector recibiría aportes de este embalse. Sus derrames drenan hacia el estero Camisas o bien hacia el sector SB04.

SB04: se ubica en la junta del estero Camisas con el río Choapa. En la actualidad es regado con recursos del río Choapa a través del canal Caracha y con los sobrantes superficiales del sector SB03, en la

situación con embalse Corrales este sector recibiría aportes de este embalse.

SB05: se ubica en el sector denominado Tahuinco al poniente del estero Camisas. Este sector se riega a través del canal Buzeta que recibe recursos del río Choapa. En la situación con embalse Corrales, el canal Buzeta recibiría aportes de este embalse en el nodo NB13. Los derrames de este sector drenan al río Choapa.

SB06: se ubica sobre la ribera derecha del río Choapa entre el río Chalinga y el límite de las comunas de Salamanca e Illapel, comprendiendo la quebrada de Quilmenco. El riego se realiza con aportes del río Choapa más los recursos provenientes del estero Quilmenco. Los derrames de este sector drenan hacia el río Choapa.

SB07: se ubica en el valle del estero Limáhuida aguas abajo del canal Buzeta. En la situación con embalse Las Astas, este sector se ubica bajo éste, hasta la confluencia del estero con el río Choapa. En la actualidad recibe recursos del propio estero y del canal Buzeta. En el futuro este sector recibiría aportes de los embalses Corrales o Las Astas. Los sobrantes superficiales de este sector drenan hacia el estero Limáhuida.

SB08: se ubica en la ribera derecha del río Choapa entre el limite de las Comunas de Illapel y Salamanca y la Quebrada Los Cristales, abarcando el sector denominado Peralillo. En la situación con embalse Cerrillos, este sector queda bajo agua y por lo tanto su superficie en este caso es nula. Este sector en la actualidad se riega con recursos del río Choapa y en la situación futura cuando se considere el embalse Corrales, recibiría aportes de éste. Sus derrames drenan hacia el río Choapa.

SB09: se ubica al sur-poniente de la junta del río Choapa con el estero Limáhuida, sector denominado Las Cañas. Este sector en la actualidad recibe recursos del río Choapa a través del canal Buzeta. En la situación futura con proyecto recibiría recursos del embalse Corrales. Los sobrantes superficiales son entregados al río Choapa.

SB10: se ubica en la ribera derecha del río Choapa, desde la quebrada de Tunquén hasta la confluencia del río Illapel. En la situación actual, este sector es

regado con aportes del río Choapa. En el futuro este sector recibiría aportes de alguno de los siguientes embalses: Cerrillos, Las Astas o Corrales. Los derrames producto del riego drenan hacia el río Choapa. Si se considera el embalse Canelillo la superficie de este sector se verá afectada, pues parte quedaría bajo agua.

3.1.2.5 Tramos:

NB01-NB02: representa la parte alta del río Chalinga comprendida entre ambos nodos.

NB02-NB03: representa al río Chalinga entre en nodo NB02 y el río Choapa.

NB03-NB04: representa al río Choapa entre la confluencia con el río Chalinga y la junta con el estero Camisas.

NB03-NB12: representa a los canales de riego Chuchiñí y Las Viudas, los cuales tienen sus bocatomas en el río Choapa.

NB04-NB05: representa al río Choapa entre el estero Camisas y la bocatoma del canal Choapa.

NB04-NB14: representa al canal de riego denominado El Molino de Peralillo que tiene su bocatoma en el río Choapa y riega el sector SB08. En la situación que se considere el embalse Cerrillos, este tramo quedaría bajo agua.

NB05-NB18: en la situación sin embalse Cerrillos, representa al río Choapa desde la bocatoma del canal Choapa hasta aguas arriba de la desembocadura del estero Limáhuida en este río. En la situación futura con embalse Cerrillos este tramo no existiría pues queda interrumpido por el embalse Cerrillos.

NB05-NB16: representa al canal Choapa, que en la actualidad no está en funcionamiento. En la situación con embalse Cerrillos, este tramo tiene una operación conjunta con el embalse.

NB06-NB07: representa al río Choapa entre el estero Limáhuida y el posible embalse Canelillo.

NB10-NB11: representa al estero Camisas entre el embalse Corrales y un punto ficticio que reúne las recuperaciones del sector SB03 con los aportes del canal Caracha.

NB11-NB04: representa al estero Camisas desde el nodo NB11 hasta la desembocadura en el río Choapa.

NB11-NB13: representa una posible alimentación al canal Buzeta con recursos del embalse Corrales. En la actualidad este tramo no existe.

NB12-NB04: representa al estero Quilmenco hasta la desembocadura de éste en el río Choapa.

NB12-NB14: representa al canal Chuchiñí que riega el sector SB08.

NB13-NB15: representa al canal Buzeta entre Tahuinco y Limáhuida.

NB16-NB06: este tramo es ficticio y su objetivo es transportar los posibles excedentes que se produzcan en el nodo NB16.

NB16-NC06: representa al canal Choapa entre el embalse Cerrillos y el río Illapel. Este tramo existe solo en la situación futura.

NB17-NB16: representa al posible canal y sifón Las Astas, el cual toma recursos del embalse del mismo nombre y alimenta al canal Choapa a través de un sifón.

NB17-NB06: representa al estero Limáhuida entre el embalse Las Astas y la desembocadura de este estero en el río Choapa.

NB18-NB06: representa al río Choapa entre la entrega del embalse Cerrillos y la desembocadura del estero Limáhuida en este río.

NB18-NB16: representa en la situación futura con embalse Cerrillos a la entrega desde el embalse al canal Choapa. En las demás situaciones este tramo no existe.

La operación de este tramo se realiza en forma conjunta con la operación del embalse Cerrillos. Si la cota del espejo de agua del embalse

Cerrillos es mayor a la del canal Choapa este tramo transporta recursos en forma gravitacional. Si la cota del espejo de agua del embalse Cerrillos es menor que la cota del canal Choapa este tramo representa a los recursos bombeados desde el embalse Cerrillos hasta el canal Choapa. En este último caso el tramo NB18-NB16 se denomina NB18-BB16.

3.1.2.6 Embalses

Corrales: este embalse se ubicaría sobre la caja del estero Camisas y se alimentaría con los recursos de este estero y con los provenientes del río Choapa a través de un canal alimentador que transportaría los excedentes de invierno del río Choapa. Los sectores que se encontrarían bajo su área de influencia dependen de la combinación de embalses que se considere.

Si se considera los embalses Canelillo, Las Astas y Corrales, los sectores bajo este último embalse serían: SB02, SB03, SB04, SB05, SB06, SB08 y SB09.

Si se considera los embalses Canelillo y Corrales, los sectores bajo este último embalse serían: SB02, SB03, SB04, SB05, SB06, SB07, SB08, SB09, SB10, SC07, SC08 y SC09.

Por último, si se consideran los embalses Cerrillos y Corrales,los sectores bajo este último embalse serían: SB02, SB03, SB04, SB05, SB06, SB07, SB08 y SB09.

Cerrillos: este embalse se ubicaría sobre la caja del río Choapa, inmediatamente aguas arriba del estero Limáhuida. Los afluentes lo componen las aguas que escurren por el río Choapa en dicha sección.

Los sectores que se beneficiarían son los ubicados bajo la cota de este embalse, éstos son: SB10, SC07, SC08, SC09, SD01, SD02, SD03, SD04, SD05 y SD06.

Las Astas: este embalse se ubicaría sobre la caja del estero Limáhuida y se alimentaría con los recursos de este estero más los provenientes del canal alimentador Buzeta que transportaría los

excedentes de invierno del río Choapa. Los sectores que se beneficiarían con este embalse serían: SB07, SC07, SC08 y SC09.

3.1.3 Zona C

Esta zona está compuesta por los siguientes elementos:

3.1.3.1 Nodos de Entrada

NC01: se ubica sobre el río Illapel en la confluencia del estero Cenicero y el río Negro. Recibe los aportes de la cuenca alta del río Illapel, estadística denominada C-C1. La salida es hacia el nodo NC02.

NC12: se ubica sobre el río Carén y recibe las aguas de éste, estadística denominada C-C12. Desde este nodo capta el sector SC03 y los sobrantes son enviados hacia el nodo NC04.

NC06: se ubica sobre el río Illapel en la confluencia con el estero Aucó, recibiendo los aportes del nodo NC05 y del estero Aucó, estadística denominada C-C6. Además, recibe los sobrante superficiales de los sectores SC05 y SC06. En la situación con canal Choapa este nodo recibiría sus aportes. Desde este nodo captan los sectores SC07, SC08 y SC09 y el canal Mincha, además, de una demanda de agua potable. Los excedentes no captados son enviados al nodo NC11.

3.1.3.2 Nodos intermedios

NC02: se ubica sobre el río Illapel en la confluencia con el estero Carrizo, recibe los aportes del nodo NC01.

NC03: se ubica sobre el río Illapel en la confluencia con el río Tres Quebradas. En este nodo se envían recursos del río Illapel al nodo NC08.

NC04: se ubica sobre el río Illapel en la confluencia con el río Carén. Recibe aportes de los derrames de los sectores SC01 y SC02, además los excedentes de los nodoc NC03, NC08 y NC12. Entrega recursos del río Illapel al nodo NC09.

NC05: se ubica sobre el río Illapel en la bocatoma del canal Cocinera. Entrega recursos a este canal los que

son dirigidos al nodo NC10. Recibe derrames del sector SC04.

NC08: se ubica en la entrada al sector SC02. Recibe recursos del río Illapel, desde el nodo NC03. Los excedentes que se producen en este nodo son entregados al nodo NC04.

NC09: se ubica sobre el canal Turbina y representa la unión de los recursos de éste con los derrames del sector ubicado en el río Carén (SC03). Entrega sus recursos al sector SC04 o al canal Turbina que los conduce hacia el nodo NC10.

NC10: se ubica en la unión de los canales Cocinera y Turbina. Entrega los recursos de estos canales al sector SC06. Los excedentes de este nodo son enviados al nodo NC06.

3.1.3.3 Nodos de Salida

NC07: se ubica sobre el río Illapel en su desembocadura en el río Choapa. Entrega los recursos sobrantes de la zona al río Choapa en el nodo ND01.

NC11: se ubica sobre el río Illapel aguas abajo de la confluencia la desembocadura del estero Aucó. en este nodo se desvían recursos para el embalse Canelillo.

3.1.3.4 Sectores de Riego

SC01: se ubica en la ribera norte del río Illapel, y comprende todas las tierras cultivables aledañas al río entre las desembocaduras del estero Carrizo y el río Carén en el río Illapel. Recibe recursos del río Illapel los que son conducidos hasta él por 9 canales pequeños que son representados por el tramo que lo une al nodo NC02. Entrega sus derrames al río Illapel en el nodo NC04.

SC02: se ubica en la ribera sur del río Illapel y comprende todas las tierras cultivables aledañas al río entre las desembocaduras del río Tres Quebradas y del río Carén en el Illapel. Recibe sus recursos del río Illapel, desde el nodo NC03. Entrega sus derrames al río Illapel en el nodo NC04.

SC03: comprende el valle del río Carén. Recibe sus aportes de este río y entrega sus derrames al canal Turbina en el nodo NC09.

SC04: se ubica en la ribera sur del río Illapel y comprende todas las tierras cultivables aledañas al río entre la desembocadura del río Carén y la bocatoma del canal Cocinera. Es regado por 8 canales de los cuales el más importante es el canal Turbina. Sus derrames los entrega al río Illapel en el nodo NC05.

SC05: se ubica en la ribera norte del río Illapel y comprende todas las tierras cultivables aledañas al río entre la bocatoma del canal Cocinera y la desembocadura del estero Aucó en el Illapel. Es regado por 6 canales que toman sus recursos del río Illapel, los que son representados por el tramo que lo une al nodo NC05. Sus derrames los entrega al río Illapel en el nodo NC06.

SC06: se ubica en la ribera sur del río Illapel y comprende todas las tierras cultivables aledañas al río entre la unión del canal Turbina con el Cocinera y la desembocadura del estero Aucó en el Illapel. Es regado por 5 canales que toman sus recursos del río Illapel, los que son representados por el tramo que lo une al nodo NC10. Sus derrames los entrega al río Illapel en el nodo NC06.

SC07: se ubica en la ribera norte del río Illapel y comprende todas las tierras cultivables aledañas al río entre la desembocadura del estero Aucó en el río Illapel y la desembocadura del río Illapel en el río Choapa. En la actualidad es regado por 4 canales que toman sus recursos del río Illapel (nodo NC06). En la situación futura con canal Choapa recibiría, además, aportes de este canal, desde el nodo NC06. Sus derrames los entrega al río Illapel en el nodo NC07.

SC08: se ubica en la ribera sur del río Illapel y comprende todas las tierras cultivables aledañas al río entre la junta del estero Aucó con el río Illapel y la desembocadura del río Illapel en el río Choapa. En la actualidad es regado por 4 canales que toman sus recursos del río Illapel (nodo NC06). En la situación futura con canal Choapa recibiría, además, aportes de este canal, desde el nodo NC06. Sus derrames los entrega al río Illapel en el nodo NC07.

3.1.3.5 Tramos

NC01-NC02: representa al río Illapel entre las confluencias de los esteros Cenicero y Carrizo con este río.

NC02-NC03: representa al río Illapel entre las confluencias del estero Carrizo y el río Tres Quebradas con este río.

NC03-NC04: representa al río Illapel entre las confluencias de los ríos Tres Quebradas y Carén con este río.

NC03-NC08: representa a los canales de riego que tienen su bocatoma en el río Illapel y riegan el sector SC02. Los canales representados por este tramo son: Vegas de Césped, Los González, El Durazno, Los Perales, Mala Ladera, El Macal, El Agüita, El Bajo, Santa Margot, La Montaña y Alcantarilla.

NC04-NC05: representa al río Illapel entre la confluencia del río Carén con este río y la bocatoma del canal Cocinera en el sector denominado Huintil.

NC04-NC09: representa a los canales de riego que tienen su bocatoma en el río Illapel y riegan el sector SC04. Los canales representados por este tramo son: Santa Margarita, El Palqui, El Peumo, La Turbina, San Jorge, Santa Isabel, San Javier y Camarote.

NC04-NC12: representa al río Carén entre ambos nodos.

NC05-NC06: representa al río Illapel entre la bocatoma del canal Cocinera y la confluencia del río Aucó con este río.

NC05-NC10: representa a los canales de riego que tienen su bocatoma en el río Illapel y riegan el sector SC06. Los canales representados por este tramo son: Escorial, Cocinera, La Higuera, Molino de Cárcamo y Hospital.

NC06-NC11: representa al río Illapel entre la confluencia del río Aucó con este río y la bocatoama del posible canal alimentador al embalse Canelillo.

NC06-ND05: representa en la situación futura con embalse Cerrillos al canal Mincha en toda su extensión. En la situación actual este tramo no existe.

NC08-NC04: representa a la quebrada Lucuman, entre la cabecera y la desembocadura al río Illapel.

NC09-NC10: representa al canal Turbina el cual riega parte del sector SC06.

NC11-NC07: representa al río Illapel entre la bocatoma del posible canal alimentador al embalse Canelillo y la desembocadura de éste en el río Choapa.

3.1.4 Zona D

Esta zona contiene topológicamente los siguientes elementos.

3.1.4.1 Nodos de Entrada

ND01: se ubica sobre el río Choapa aguas abajo la confluencia del río Illapel. A este nodo llegan las aguas de los ríos antes mencionados, provenientes de las zonas B y C respectivamente. En la situación futura con embalse Canelillo, este nodo recibiría sus entregas. Desde este nodo capta el sector SD01, y los excedentes son enviados hacia en nodo ND02. En la situación futura con embalse Canelillo captaría, también, desde este nodo el canal Canelillo.

ND05: actualmente este nodo no existe y en la situación futura, su ubicación depende del proyecto que se analice.

En la situación con embalse Cerrillos se ubicaría sobre el posible canal Mincha en la bifurcación de del canal Costero Norte y Sifón Mincha. Las entradas a este nodo provienen del nodo NC06 y de las entregas superficiales del sector SC09. Las salidas son hacia los sectores SD03 y SD05 y hacia el nodo ND04.

En la situación con embalse Canelillo se ubicaría al final del canal Canelillo y en el nacimiento del sifón Mincha y del canal Costero Norte. La entrada a este nodo proviene del río Choapa, nodo ND01. Las salidas serían hacia el nodo ND04 y hacia los sectores SD03 y SD05.

3.1.4.2 Nodos Intermedios

ND02: este nodo tiene 2 funciones, la primera es representar la estación fluviométrica ubicada en el río Choapa aguas arriba de la desembocadura del estero Canela, la segunda es la operación de captar y distribuir recursos. Para la primera función quedan registradas las entradas provenientes del nodo ND01 y de los sectores SD01 y SD06. Para la segunda función, las entradas quedan conformadas por las antes descritas más las provenientes del estero Millahue, estadística denominada C-D2, y los sobrantes superficiales del sector SD05. Desde este nodo capta el sector de riego SD02 y los excedentes son enviados al nodo ND03.

ND04: actualmente este nodo no existe y su ubicación futura estaría en el lado sur del sifón Mincha. La única entrada a este nodo proviene del nodo ND05. Desde este nodo captan los sectores SD04 y SD06.

3.1.4.3 Nodo de Salida

ND03: se ubica en la desembocadura del río Choapa. Este nodo recibe los aportes provenientes del nodo ND02 y los derrames de los sectores SD02, SD03 y SD04. Los caudales son enviados hacia el mar. Cabe hacer notar que en la realidad los derrames de los sectores SD03 y SD05 drenan directamente al mar y no hacia el río Choapa.

3.1.4.4 Sectores de Riego

SD01: se ubica en ambas riberas del río Choapa entre el río Illapel y el estero Canela. Actualmente es regado con recursos del río Choapa, en la situación futura recibiría recursos del embalse Cerrillos o del embalse Canelillo. Los derrames de este sector drenan hacia el río Choapa.

SD02: se ubica en la ribera izquierda del río Choapa entre el estero Canela y la desembocadura de este río en el mar, además comprende la parte baja del valle del estero Millahue. Actualmente es regado con recursos del río Choapa y del estero Millahue. En la situación futura recibiría recursos del embalse Cerrillos o del embalse Canelillo. Los derrames de este sector drenan hacia el río Choapa.

SD03: se ubica al norte del río Choapa en la zona costera. En la actualidad este sector no es regado. En la situación con los embalses Canelillo o Cerrillos recibiría aportes de éstos. Los derrames drenan hacia el mar.

SD04: se ubica al sur del río Choapa en la zona costera. En la actualidad este sector no es regado. En la situación con los embalses Canelillo o Cerrillos recibiría aportes de éstos. Los derrames drenan hacia el mar.

SD05: se ubica en la parte alta de la ribera norte del río Choapa, entre el río Illapel y el estero Canela, comprendiendo los valles de las quebradas Agua Fría y Atelcura. En la actualidad este sector no es regado. En la situación futura con los embalses Canelillo o Cerrillos recibiría aportes de éstos. Su superficie quedaría definida por los trazados de los canales Choapa (embalse Cerrillos) o Canelillo y Choapa (embalse Canelillo). Los derrames drenarían hacia el río Choapa.

SD06: se ubica en la parte alta de la ribera Sur del río Choapa, comprendiendo la parte alta del estero Millahue. En la actualidad este sector no es regado. En la situación con los embalses Canelillo y Cerrillos recibiría aportes de éstos. Los derrames de este sector drenarían hacia el río Choapa.

3.1.4.5 Tramos

ND01-ND02: representa al río Choapa entre el río Illapel y el estero Canela.

ND01-ND05: representa en la situación futura con embalse Canelillo al posible canal Canelillo, el cual captaría recursos de este embalse para llevarlos a los nuevos sectores de riego. En la actualidad este tramo no existe.

ND02-ND03: representa al río Choapa entre estero Canela y la desembocadura al mar.

ND05-ND04: representa en la situación futura al posible canal y sifón Mincha.

3.1.4.6 Embalses

Canelillo: este embalse se ubicaría sobre la caja del río Choapa inmediatamente aguas arriba de la confluencia del río Illapel y se alimentaría con los recursos del río Choapa. Los sectores que se beneficiarían son los ubicados en el río Choapa bajo el embalse, los que corresponden a: SD01, SD02, SD03, SD04, SD05 y SD06.

3.2 CARACTERÍSTICAS OPERACIONALES

3.2.1 Demandas de Riego

Las demandas de riego de los distintos sectores corresponden a los requerimientos hídricos de los cultivos y dependen directamente del consumo por evapotranspiración de éstos en las diversas zonas.

Los valores de las evapotranspiraciones por distrito agroclimático se encuentran en los informes agronómicos.

La demanda neta de riego de cada sector corresponde al producto de la evapotranspiración y la superficie de riego de cada sector.

Sin embargo, dichos caudales deben considerar las pérdidas por concepto de conducción, ineficiencia en el riego y aprovechamiento deficiente debido a la no captación de parte de los caudales, pero también se deben considerar los ahorros por efecto de una reutilización de los caudales percolados y derramados al interior del sector.

Luego, estos caudales a nivel de bocatoma son obtenidos dividiendo los requerimientos de cada sector por el producto de los coeficientes que representan la eficiencia de riego, la eficiencia de conducción, la tasa de riego diario y el factor de reuso interno. Estos valores son entregados al modelo (horas de riego, eficiencia de conducción y de riego) o generados por éste (factor de reuso interno).

La satisfacción de las demandas reales de un determinado sector a nivel de bocatoma está regida por parámetros físicos y legales.

Los parámetros físicos corresponden a la disponibilidad de recursos superficiales regulados y no regulados y los legales a las acciones del río que posee dicho sector.

Para el caso de la existencia de embalses existe un sistema de pronóstico de temporada, el cual tiene por objeto distribuir en el tiempo los posibles déficit que se puedan producir. Para ello se calcula un parámetro denominado Factor de Disponibilidad, el cual es calculado al inicio de la temporada de riego y afecta a las demandas mensuales de los sectores.

Este factor se calcula en cada sector para rebajar las demandas mensuales de riego, en esos años que faltarían recursos para el riego de dicho sector. La magnitud de este factor esta dado por el cuociente entre el volumen anual demandado por el sector y el volumen disponible para dicho sector. Es decir:

FD = MIN (VDS/VADS ; 1)

Donde :

-FD : Factor de disponibilidad.

-VDS : Volumen disponible para el sector.

-VADS : Volumen anual demandado por el sector.

El volumen anual demandado por el sector, es la suma de los volúmenes demandados en los meses comprendidos entre septiembre y abril.

El volumen disponible para el sector, es la suma de los volúmenes de los ríos que le corresponden al sector más los volúmenes embalsados al inicio del mes de septiembre que le corresponden al sector y más las recuperaciones de riego proveniente de los sectores ubicados aguas arriba del sector.

3.2.2 Representación de los Elementos

A continuación se presentan las bases conceptuales y metodológicas empleadas para cada uno de los elementos involucrados.

3.2.2.1 Sectores de Riego.

Como se mencionó en el punto 2, cada sector de riego se obtuvo de un análisis detallado de los antecedentes mencionados en el Punto 1. La delimitación se realizó de forma tal que permitiera

una adecuada representación de los recursos disponibles en cada sector, tanto en la situación actual como en la futura.

Las entradas de agua a los sectores se realiza por medio de los canales de riego o bien por aportes de agua subterránea (bombeo). Las salidas de agua se deben a la evapotranspiración de los cultivos, las percolaciones (en el riego y desde los canales), los derrames de riego y los excedentes captados por los canales.

Las demandas de agua de los sectores de riego consideran que una proporción de los derrames y otra de las percolaciones pueden volver a usarse dentro del mismo sector. Esto tiene por objeto mostrar que dentro de los predios, es posible cierto aprovechamiento de los derrames y también que dentro de un sector hay áreas más bajas regadas con derrames de áreas más altas, los que son captados en esteros que los conectan. Además, existen algunos sectores con áreas regadas con agua de esteros que son en realidad un flujo base proveniente de la percolación del riego de un área que drena a este estero, de manera que se puede considerar un reuso de la percolación del riego en estos casos.

Las siguientes ecuaciones matemáticas son las que representan la simulación de los sectores de riego:

(1) QCR = MIN(QMAX ; QDB)

QCR : Caudal efectivamente captado (m^3/s).
QMAX : Capacidad máxima de los canales (m^3/s).
QDB : Caudal disponible en bocatoma (m^3/s). Ver ecuaciones de los nodos.

(2) ALFA = HR / HD

ALFA : Factor de horas de riego.
HR : Horas de riego diarias.
HD : Horas del día (24).

(3) QENC = QCR * EFC * ALFA

QENC : Caudal neto disponible para el riego (m^3/s).
QCR : Caudal efectivamente captado (m^3/s).
EFC : Eficiencia de conducción (º/1).

(4) TRNP = ET / EFP

TRNP : Tasa de riego a nivel predial (lts/s/ha).
ET : Evapotranspiración potencial (lts/s/ha).
EFP : Eficiencia de riego (º/1).

(5) AS = (TRNP * CDR * FRUD) + (TRNP * CPR * FRUP)

AS : Ahorro del sector a nivel predial (lts/s/ha).
CDR : Coeficiente de derrames (º/1).
FRUD : Factor de reuso de los derrames (º/1).
CPR : Coeficiente de percolación (º/1).
FRUP : Factor de reuso de la percolación (º/1).

(6) CDR + CPR = 1 - EFP

(7) TRNS = TRNP - AS

TRNS : Tasa de riego a nivel de sector (lts/s/ha).

(8) TRNS = TRNP * (1 - (CDR * FRUD) - (CPR * FRUP))

(9) FRUI = TRNP / TRNS = 1 / (1 - (CDR * FRUD) - (CPR * FRUP))

FRUI : Factor de reuso interno (º/1).

(10) DN = ET*AC

DN : Demanda neta (m^3/s).
AC : Superficie del sector (ha*10^3)

(11) DMNP = DN / (EFP * FRUI)

DMNP : Demanda a nivel predial en (m^3/s)

(12) DNPR = DMNP * FD

DNPR : Demanda a nivel predial rebajada (m^3/s).
FD : Factor de disponibilidad (º/1). Ver Punto 3.2.1.

(13) PRD = (1-ALFA) * QCR * EFC

PRD : Pérdida por riego diurno (m^3/s).

(14) QEXC = PRD + MAX (ALFA*QCR*EFC-DMNP, 0)

QEXC : Excedente en canales (m^3/s).

(15) QDB = VDB / 2 626 560

QDB : Caudal máximo bombeable (m^3/s). Disponible en el Acuífero.
VDB : Volumen disponible de bombeo en el inicio del mes (m3). Ver ecuaciones del acuífero.
2 626 560 : Segundos del mes (s).

(16) QBR = MIN (QBMX ; QDB*EFB ; DMNP - Min (QENC, DMNP))

QBR : Caudal de bombeo (m^3/s).
QBMX : Capacidad máxima de bombeo (m^3/s).
EFB : Eficiencia total del bombeo (º/1).

(17) RN = QBR / EFB

RN : Rebaja de napa por bombeo (m^3/s).

(18) DFNP = MAX (DMNP - QENC - QBR ; 0)

DFNP : Déficit a nivel predial en el sector (m^3/s).

(19) %SAT = MIN ((QENC + QBR) * 100 / DMNP ; 100)

%SAT : Porcentaje de satisfacción de la demanda (%).

(20) CPD = %SAT / 100

CPD : Corrección por déficit (º/1).

(21) DPSB = MAX (DMNP - QENC ; 0)

DPSB : Déficit sin considar bombeo (m^3/s).

(22) QDDB = DPSB / (EFC * ALFA)

QDDB : Demanda en bocatoma para suplir los déficit remanentes (m^3/s).

(23) QPC = (1 - EFC) * QCR

QPC : Perdidas por Conducción (m^3/s).

(24) QP = TRNP * AC * CPR

QP : Percolación total en sector (m^3/s).
TRNP : Tasa de riego a nivel predial (lts/s/ha).
AC : Superficie del sector (ha*10^3).
CPR : Coeficiente de percolación (º/1).

(25) QPNR = (1 - FRUP) * QP

QPNR : Percolación no reusada en el sector (m^3/s).
FRUP : Factor de reuso de percolación (º/1).

(26) QPR = QP - QPNR

QPR : Percolación reusada en el sector (m^3/s).

(27) QD = TRNP * AC * CDR

QD : Derrame total en sector (m^3/s).
CDR : Coeficiente de derrame (º/1).

(28) QDNR = (1 - FRUD) * QD

QDNR : Derrame no reusados en el sector (m^3/s).

(29) QDR = QD - QDNR

QDR : Derrame reusado en el sector (m^3/s).

(30) QE = QDNR * CPD + QEXC

QE : Caudal entregado aguas abajo del sector (m^3/s).
CPD : Corrección por déficit (º/1).
QEXC : Excedente en canales (m^3/s).

(31) QI = QPNR * CPD + QPC

QI : Caudal que se infiltra recargando la napa (m^3/s).
QPC : Perdidas por Conducción (m^3/s).

3.2.2.2 Embalses Superficiales

Los embalses involucrados en este modelo son cuatro, Canelillo, Cerrillos, Corrales y Las Astas. Los dos primeros se ubican en el río Choapa, mientras que el embalse Corrales se encuentra en la cabecera del estero Camisas y el embalse Las Astas en la cabecera del estero Limáhuida.

En estos elementos se aplica directamente la ecuación de continuidad. Conociendo su estado al principio de cada mes, el caudal medio afluente, la demanda a satisfacer, los volúmenes mínimo y máximo, la tasa mensual de evaporación y la curva de superficie inundada versus el volumen almacenado, se determina: el caudal entregado, la pérdida por evaporación, el caudal vertido y el estado final.

La pérdida por evaporación se obtiene mediante la tasa mensual de evaporación desde el embalse y la superficie inundada correspondiente al volumen del estado inicial. La superficie inundada y el volumen embalsado se obtienen por las funciones de volumen y superficie. Estas son las siguientes :

V = V1 + V0*(H - HV)^MV

S = S1 + S0*(H - HS)^MS

Donde :

-V : Volumen embalsado en m^3.

-V1, V0, HV y MV: Constantes a determinar para cada embalse.

-S : Superficie del espejo de agua en m^2.

-S1, S0, HS, y MS: Constantes a determinar para cada embalse.

La operación mensual de los embalses a lo largo del período de simulación se realiza con las ecuaciones de continuidad y de balance que se detallan a continuación:

$$V_{af} - V_{ef} = \Delta V_{emb}$$

$$V_{embf} = V_{embi} + \Delta V_{emb}$$

Donde:

- $-V_{af}$: Volumen afluente al embalse del mes respectivo (m^3).
- $-V_{ef}$: Volumen efluente del embalse del mes respectivo (m^3).
- $-\Delta V_{emb}$: Variación en el volumen embalsado (m^3).
- $-V_{embi}$: Volumen embalsado al inicio del mes (m^3).
- $-V_{embf}$: Volumen embalsado al final del mes (m^3).

El volumen afluente al embalse queda determinado por todos los caudales que llegan al embalse.

El volumen efluente del embalse queda determinado por la siguiente ecuación :

$$V_{ef} = V_{evap} + V_{vert} + V_{ent}$$

Donde:

- $-V_{evap}$: Volumen evaporado desde el embalse (m^3). Se determina por la tasa mensual de evaporación y la superficie del espejo de agua.
- $-V_{vert}$: Volumen vertido desde el embalse (m^3).
- $-V_{ent}$: Volumen entregado por válvula desde el embalse (m^3).

Los volúmenes vertidos y entregados se determinan con las siguientes ecuaciones:

$$V_{vert} = MAX\ (0\ ;\ V_{embi} + V_{af} - V_{evap} - V_{max})$$

$$V_{ent} = MIN(V_{dda}; MAX(V_{embi} + V_{af} - V_{evap} - V_{vert} - V_{min} ; 0))$$

Donde:

- V_{max} : Volumen máximo del embalse (m^3).
- V_{min} : Volumen mínimo del embalse (m^3).
- V_{dda} : Es el volumen demandado por los sectores que sirve el embalse.

3.2.2.3 Tramos y Nodos

A través de los tramos es posible representar los ríos, esteros y canales de trasvase. Los nodos sirven para representar los puntos de interés, tales como las captaciones de canales de riego y de trasvase y los aportes de los recursos provenientes de ríos, esteros, hoyas intermedias y afloramientos.

Cada tramo está comprendido entre dos nodos y tiene asociado una capacidad máxima de conducción y una pérdida por percolación que obedece a una función del siguiente tipo :

$$P = MIN (a*Q_i , Q_i)$$

Donde:

- P : percolación del tramo (m^3/s).
- Q_i: caudal al inicio del tramo (m^3/s).
- a : constante propia de cada tramo. Comprendida entre 0 y 1.

Entonces el caudal al final del tramo es :

$$Q_f = Q_i - P$$

Donde

- Q_f : caudal al final del tramo (m^3/s).

En los nodos el agua que sale se reparte hacia otros nodos o sectores de riego, de acuerdo con pautas generales de distribución tales como: respetar caudales mínimos, respetar derechos de aprovechamiento otorgados, respetar caudales ecológicos, etc.

Las ecuaciones que rigen a los nodos son las siguientes:

(1) $Q_{af} = Q_{ef}$ Ecuación de Balance

Donde:

-Q_{af} : Caudal afluente al nodo (m^3/s).

-Q_{ef} : Caudal efluente del nodo (m^3/s).

Los caudales afluentes a un nodo provienen de:

-Otros nodos, ubicados aguas arriba.
-Entregas superficiales de los sectores ubicados aguas arriba.
-Estadísticas de entrada de ríos y esteros.
-Estadísticas de Hoyas intermedias.
-Afloramientos de aguas subterránea.

El caudal efluente de un nodo es enviado a:

-Otros nodos, ubicados aguas abajo.
-Sectores.
-Otras demandas.
-Mar.

Los caudales enviados a nodos y sectores corresponden a un porcentaje de los caudales afluentes al nodo, estos caudales se denominan disponibles en bocatoma.

(2) $\mathbf{QDB_i = Q_{af} * P_i}$

Donde:

-QDB_i : caudal disponible en bocatoma para el nodo o el sector 'i'.
-Q_{af} : caudal afluente al nodo (m^3/s).
-P_i : fracción del caudal afluente al nodo que dispone el nodo o sector 'i'.

Además existe una restricción de capacidad para enviar recursos a un nodo o sector. Por último, el caudal enviado a un nodo o sector, queda regido por la siguiente ecuación:

(3) $QENC_i = MIN(Qmax_i ; QDB_i)$

Donde:

-$QENC_i$: caudal enviado al sector o nodo 'i'.

-$Qmax_i$: capacidad del tramo que une el nodo con el sector o nodo 'i'.

Existen captaciones hacia nodos y sectores que tienen operaciones especiales. Estos captan recursos siempre y cuando

el caudal afluente al nodo donde se encuentra la captación sea superior a un cierto valor. Cuando existe esta situación los porcentajes de distribución de las restantes captaciones se aplican sobre el caudal remanente en el nodo donde se encuentra la captación, después de haber enviado recursos hacia el nodo o sector que tiene la captación especial.

En forma matemática queda expresado de la siguiente manera:

En el caso de la captación especial la ecuación es la siguiente:

$$(4) \quad QEE_i = MIN((Qaf - Qmin)*P_i \ ; \ Qmax)$$

Donde:

- $-QEE_i$: caudal enviado hacia el nodo o sector 'i' que tiene captación especial.
- $-Qaf$: caudal afluente al nodo donde se encuentra la captación especial.
- $-Qmin$: caudal que debe repartirse entre todos los nodos y sectores que no tienen captación especial.

En el caso de la captación hacia un nodo o sector que no posea captación especial la ecuación es la siguiente:

$$(5) \quad QEO_j = (Qaf - QEE_i)*P_j$$

Donde:

- $-QEO_j$: caudal enviado hacia el nodo o sector 'j', que no posee captación especial.

Si el nodo está situado sobre un río, éste debe dejar pasar hacia aguas abajo un caudal ecológico, y por lo tanto no puede ser captado. En este caso el caudal disponible en bocatoma es:

$$(6) \quad QDB_i = (Qaf-Qec)*P_i$$

Donde:

- $-Qec$: caudal ecológico.

Para poder representar algunos casos especiales, se han introducido algunos tramos y nodos ficticios, los que fueron detallados en el Punto 3.1 "Topología del Sistema de Riego".

3.2.2.4 Acuíferos y Bombeo

Los acuíferos están caracterizados por un volumen máximo, posible de ser bombeado anualmente. Se supone que este volumen es recargado al comienzo de cada temporada de riego. Dicho volumen se obtiene de los antecedentes hidrogeológicos. La operación mensual de los acuíferos se realiza aplicando directamente la ecuación de continuidad, en donde el volumen final será igual al volumen inicial menos el volumen bombeado.

Expresando lo anterior en ecuaciones matemáticas:

$$VDB_f = VDB_i - Vbom$$

Donde:

- $-VDB_i$: volumen disponible en el acuífero al inicio del mes.
- $-VDB_f$: volumen disponible en el acuífero al final de mes.

El volumen disponible al final del mes se transforma en el volumen disponible al inicio del mes siguiente.

El volumen de bombeo se determina mediante las ecuaciones de los sectores.

El caudal bombeado se limita a un máximo. Cada sector de riego tiene asociado un acuífero y la capacidad a bombear dependerá de la opción que se procese y de la potencialidad del acuífero correspondiente.

3.2.3 Secuencia de Cálculo

A continuación se presenta una descripción de la secuencia de cálculos incluídos en la operación del sistema que permite comprender la interrelación de los elementos relacionados, teniéndose presente la topología del sistema. Durante los meses de Mayo a Agosto se considera que los sectores de riego sólo pueden captar el 10% de la capacidad de sus propios canales. Esta restricción es producto de un cierre de compuertas en las bocatomas de los canales por razones de seguridad y mantenimiento.

La operación integral del sistema, consta de dos etapas, en la primera se calculan los déficit en los sectores de riego que deben ser suplidos por los embalses, en la segunda se trasladan los déficit a los embalses, los cuales entregan dichos caudales en la forma que sus volúmenes almacenados se los permita y en caso de persistir los déficit en los sectores, éstos son

suplidos mediante bombeo, teniendo en cuenta el volumen del acuífero asociado a cada sector.

3.2.3.1 Primera Etapa. Cálculos de Déficit.

La primera zona en operarse es la Zona A, que se encuentra ubicada en la parte alta del río Choapa, posteriormente se opera la Zona B, la Zona C y por último la Zona D. La secuencia de cálculos en cada zona se describe a continuación.

En el caso de la Zona A no son necesarias las 2 etapas por no contar con recursos embalsados.

ZONA A

La operación de esta zona comienza en el nodo NA09, por el cual ingresan la aguas provenientes del río Del Valle, estadística denominada C-A9. Con el afluente a este nodo se riega el sector SA10 que tiene emplazada su bocatoma en dicho nodo, y puede captar la totalidad de los recursos del nodo, restringido por la capacidad de conducción. Los caudales remanentes en el nodo NA09 y los sobrantes superficiales del sector SA10 son enviados hacia el nodo NA01.

Al nodo NA01 ingresa el río Choapa, estadística denominada C-A1. Definidos los afluentes al nodo NA01 se riega el sector SA01, el cual capta desde este nodo un porcentaje de los recursos que posee éste, limitado a la capacidad máxima de conducción del sector. Los déficit remanentes son suplidos mediante bombeo, limitado a la capacidad del acuífero asignado a dicho sector. Los sobrantes superficiales de la operación del sector SA01 y de los caudales no captados del nodo NA01 son enviados al nodo NA02.

Se opera a continuación el río Cuncumén. Los recursos de este río entran al nodo NA08, estadística denominada C-A8. Definido los afluentes a este nodo se riega el sector SA02 que tiene emplazada su bocatoma en dicho nodo y puede captar la totalidad de sus recursos limitado a la capacidad de conducción. Los déficit resultantes son suplidos mediante bombeo limitado a la capacidad del acuífero asignado a dicho sector. Los sobrantes superficiales de la operación del sector SA02 y de los caudales remanentes del nodo NA08 son enviados al nodo NA02.

Definidos los afluentes al nodo NA02, se opera éste, enviando recursos hacia los nodos NA10 y NA11 según los porcentajes asignados a cada uno de éstos y limitados a la capacidad de los tramos respectivos. Los caudales remanentes son enviados hacia el nodo NA03.

Los afluentes al nodo NA10 son los correspondientes a los provenientes del nodo NA02 y los del estero Manque, estadística denominada C-A10. Luego se riega el sector SA04 que tiene su captación en el nodo NA10 y puede captar la totalidad de los recursos limitado a la capacidad máxima de conducción. Los déficit resultantes son suplidos mediante bombeo limitado a la capacidad del acuífero asignado a dicho sector. Los derrames de este sector son enviados al nodo NA04. Los caudales no captados en el nodo NA10 son enviados al nodo NA03.

La entrada al nodo NA11 es la proveniente del nodo NA02. El sector SA03 capta desde este nodo todos sus recursos limitado por su capacidad de conducción, los excedentes que presente este nodo son enviados al nodo NA04. Los déficit resultantes en el sector SA03 son suplidos mediante bombeo limitado al caudal máximo de bombeo y a la capacidad del acuífero asignado a dicho sector. Los sobrantes superficiales de la operación de este sector son enviados al nodo NA12. Inicialmente el modelo consultaba alimentar el embalse Corrales desde el nodo NA11, lo que se descartó posteriormente.

Los afluentes al nodo NA04 son los provenientes de: el nodo NA03, los derrames del sector SA04 y los excedentes del nodo NA11. Definidas las entradas, se opera este nodo, enviando recursos a los nodos NA12 y NB09 y hacia el sector SA06. La captación hacia el nodo NB09 se realiza de acuerdo con tres parámetros, el primero es el caudal del nodo de entrada a partir del cual el tramo puede captar, o sea corresponde al caudal mínimo que debe dejar pasar, el segundo es el porcentaje asignado y el último es la capacidad máxima de conducción. Las 2 salidas restantes captan de acuerdo con los porcentajes asignados a cada uno de éstas y a la capacidad de conducción del tramo respectivo. Los caudales remanentes en este nodo son enviados al nodo NA05. Posteriormente se riega el sector SA06 que capta sus recursos en el nodo NA04, los déficit resultantes son suplidos mediante bombeo limitado a la capacidad del acuífero asignado a dicho sector, los sobrantes superficiales son enviados al nodo NA06.

El estero Quelén, estadística denominada C-A12, junto con los sobrantes superficiales del sector SA03 y los recursos provenientes del nodo NA04, corresponden a la entrada al nodo NA12. Desde este nodo son enviados recursos hacia el sector de riego SA07 limitado a la capacidad de conducción. Luego de definidos los caudales entrantes al sector SA07 se riega éste, los déficit resultantes son suplidos mediante bombeo limitado a la capacidad del acuífero asignado a dicho sector. Los caudales remanentes del nodo NA12 y los sobrantes superficiales del sector SA07 son enviados al nodo NA05.

Definidos los caudales entrantes al nodo NA05, se opera éste enviando recursos hacia el sector SA09 según el porcentaje de distribución y limitado por su capacidad de conducción. Los caudales no captados son enviados hacia el nodo NA06. Luego se riega el sector SA09, enviando los sobrantes superficiales al nodo NA07. Los déficit resultantes en este sector son suplidos mediante bombeo limitado al caudal máximo de bombeo y a la capacidad del acuífero asignado a dicho sector.

Con los caudales entrantes al nodo NA06, se opera éste enviando recursos hacia en sector de riego SA08 según el porcentaje asignado y limitado a la capacidad máxima de conducción. Los excedentes de este nodo son enviados al nodo NA07. A continuación se riega el sector SA08, los déficit resultantes son suplidos mediante bombeo limitado a la capacidad del acuífero asignado a dicho sector. Los derrames son enviados al nodo NB03.

Al nodo NA07 ingresan los aportes de la hoya intermedia de la Zona A, estadística denominada HI-A, y los definidos con anterioridad. Desde el nodo NA07 existen dos salidas hacia la Zona B, una hacia el nodo NB11 y la otra hacia el nodo NB13. Estas salidas captan recursos de acuerdo con tres parámetros, el primero es el caudal mínimo que debe dejar pasar, el segundo es el porcentaje asignado a cada una de ellas y el último es la capacidad máxima de conducción. Los caudales remanentes que se produzcan en este nodo son enviados al nodo NB03.

ZONA B

Al nodo NB09 ingresan los aportes del estero Camisas, estadística denominada C-B9, además de los provenientes de los nodos NA04 y NA11. Los ingresos a este nodo corresponden a los afluentes al embalse Corrales. Se calcula a continuación los posibles vertimientos del embalse los que son enviados al nodo NB10.

Del nodo NB10 se envía agua hacia el nodo NB02 de acuerdo con tres parámetros, el primero son los caudales mínimos que debe dejar pasar, el segundo es el porcentaje asignado y el último es la capacidad máxima de conducción. Además de este nodo capta el sector SB03, el cual es operado a continuación, determinando sus déficit y sus derrames, estos últimos son enviados al nodo NB11. Los caudales no captados en el nodo NB10 son enviados al nodo NB11.

Al nodo NB11 ingresan los caudales mencionados en el párrafo anterior y los provenientes del nodo NA07. De este nodo son enviados recursos hacia el nodo NB13 de acuerdo con tres parámetros, el primero es el caudal mínimo que debe dejar

pasar, el segundo es el porcentaje asignado y el último es la capacidad máxima de conducción, además en este nodo capta el sector SB04. Los caudales no captados son enviados hacia el nodo NB04. A continuación se riega el sector SB04, determinando sus déficit y sus derrames, estos últimos son enviados al nodo NB04.

Al nodo NB13 ingresan los caudales provenientes de los nodos NB11 y NA07. Las salidas son hacia el nodo NB15 y hacia el sector SB05, el cual capta de acuerdo con tres parámetros, el primero es el caudal mínimo que debe dejar pasar, el segundo es el porcentaje asignado y el último es la capacidad máxima de conducción. A continuación se riega el sector SB05, determinando sus déficit y sus derrames, estos últimos son enviados hacia el nodo NB04.

Por medio del nodo NB01 entran los aportes del río Chalinga, estadística denominada C-B1. Desde este mismo nodo capta el sector de riego SB01, regándose a continuación dicho sector y determinando sus déficit. Los caudales remanentes en el nodo NB01 y los sobrantes superficiales del sector SB01 son enviados al nodo NB02.

Al nodo NB02 ingresan los caudales mencionados en el párrafo anterior y los provenientes del nodo NB10. Desde este nodo capta el sector SB02, el que se riega a continuación determinando sus déficit y sus derrames. Estos últimos son enviados al nodo NB03, al igual que los caudales no captados en el nodo NB02.

Las entradas al nodo NB03 son las mencionadas en el párrafo anterior, además de las provenientes del nodo NA07 y del sector SA08. Desde este nodo se envían recursos al nodo NB12, de acuerdo a su porcentaje y limitado a la capacidad máxima de conducción de este tramo. Los caudales remanentes del nodo NB03 son enviados al nodo NB04.

Las entradas al nodo NB12 corresponden a los aportes del estero Quilmenco, estadística denominada C-B12, y a los provenientes del nodo NB03. Las salidas son hacia el sector SB06 y hacia el nodo NB14, de acuerdo a sus porcentajes y limitados a las capacidades máximas de conducción. A continuación, se riega el sector SB06, determinando sus déficit y sus derrames, estos últimos son enviados hacia el nodo NB04 al igual que los caudales remanentes en el nodo NB12.

Definidos los caudales entrantes al nodo NB04 se opera éste, enviando recursos al nodo NB14, según un porcentaje y limitado a la capacidad máxima de conducción del tramo. Los caudales no captados son enviados al nodo NB05.

El sector SB08 capta la totalidad de los recursos del nodo NB14, limitados a la capacidad de conducción. A continuación se riega este sector, determinando los déficit y los derrames, estos últimos son enviados hacia el nodo NB05.

El embalse Cerrillos y los nodos NB05 y NB18 tienen una operación conjunta, cuando exista dicho embalse.

Cuando no existe el embalse Cerrillos, desde el nodo NB05 capta el canal Choapa (tramo NB05-NB16) de acuerdo con tres parámetros, el primero es el caudal mínimo que debe dejar pasar, el segundo es el porcentaje asignado y el último es la capacidad máxima de conducción. Los caudales no captados son enviados hacia el nodo NB18, que en este caso no tiene operación alguna dejando pasar los caudales entrantes hacia en nodo NB06.

Cuando exista el embalse Cerrillos, el canal Choapa captaría recursos desde el nodo NB05, solamente cuando la cota del agua embalsada en el embalse Cerrillos sea menor a la cota del canal. En caso contrario, todo caudal entrante al nodo NB05 sería almacenado en el embalse. Posteriormente se calculan los posibles vertimientos, los que son enviados al nodo NB18, donde son distribuidos hacia el nodo NB16, de acuerdo a un porcentaje y a la capacidad máxima de conducción. Los caudales no captados son enviados hacia el nodo NB06.

Al nodo NB15 ingresan los caudales provenientes del nodo NB13 y los provenientes del estero Limáhuida, estadística denominada C-B15. En este nodo, capta el sector de riego SB09,de acuerdo con tres parámetros, el primero es el caudal mínimo que debe dejar pasar, el segundo es el porcentaje asignado y el último es la capacidad máxima de conducción. Los caudales no captados son enviados hacia el embalse Las Astas. Luego se riega el sector SB09 determinando sus déficit y sus derrames, estos últimos son enviados al nodo NB07.

Con los caudales afluentes al embalse Las Astas, se calculan los posibles vertimientos, los cuales son enviados al nodo NB17. De este nodo capta el canal Las Astas de acuerdo con tres parámetros, el primero es el caudal mínimo que debe dejar pasar, el segundo es el porcentaje asignado y el último es la capacidad máxima de conducción, entregando al nodo NB16. Además desde este nodo capta el sector de riego SB07. A continuación se riega el sector SB07 determinándose sus déficit y sus derrames. Estos últimos son enviados al nodo NB06, al igual que los caudales no captados en el nodo NB17.

Definidos los caudales entrantes al nodo NB06, se opera éste enviando recursos hacia el sector de riego SB10, según su

porcentaje y a la capacidad máxima de conducción. A continuación, se riega este sector, determinando el déficit y los derrames, estos últimos son enviados al nodo NB07, al igual que los excedentes del nodo NB06 y los derrames del sector SB09.

Definidas las entradas al nodo NB16, se opera éste enviando todos sus recursos al nodo NC06, ubicado en la Zona C.

Al nodo NB07 ingresan los aportes de la hoya intermedia correspondiente a la Zona B, además de los definidos en los párrafos anteriores. La salida de este nodo corresponde a la entrada desde el río Choapa a la Zona D.

ZONA C

Esta zona tiene sectores que no cuentan con regulación superficial, y por lo tanto el procedimiento que se utiliza en ellos es en todo similar al utilizado en la Zona A. Estos sectores son los ubicados aguas arriba del nodo NC06.

Se parte en el nodo NC01 por el cual ingresa el río Illapel, estadística denominada C-C1. Los caudales entrantes son enviados al nodo NC02, donde capta el sector de riego SC01 según un porcentaje y limitado a la capacidad máxima de conducción. Los caudales no captados son enviados al nodo NC03. A continuación se riega el sector SC01. En caso que exista déficit, éste es suplido mediante bombeo, limitado al volumen anual máximo de bombeo que le corresponde a dicho sector. Los derrames son enviados al nodo NC04.

Desde el nodo NC03 son enviados recursos al nodo NC08, de acuerdo a un porcentaje y la capacidad máxima de conducción. Los caudales no captados son enviados al nodo NC04. En el nodo NC08 está emplazada la bocatoma del sector SC02, el cual puede captar la totalidad de los recursos de dicho nodo limitado a la capacidad de conducción. Los posibles déficit en este sector son suplidos mediante recursos subterráneos, limitado a la capacidad del acuífero asignado a dicho sector. Los caudales no captados son enviados al nodo NC04. A continuación se riega este sector determinándose los derrames, los que son enviados al nodo NC04.

Al nodo NC12 ingresan los caudales provenientes del río Carén, estadística denominada C-C12. Desde este nodo capta el sector SC03, el cual se riega a continuación, determinando sus derrames los que son enviados al nodo NC09. Los caudales no captados en el nodo NC12 son enviados al nodo NC04.

Definidos los caudales entrantes al nodo NC04, se opera éste, enviando recursos al nodo NC09 de acuerdo a un porcentaje y limitado a la capacidad máxima de conducción. Los caudales no captados son enviados al nodo NC05.

Los caudales entrantes al nodo NC09 son enviados hacia el sector SC04 y hacia el nodo NC10, de acuerdo a los porcentajes y a la capacidad máxima de conducción. A continuación se riega el sector SC04, los posibles déficit son suplidos mediante bombeo, limitado al volumen anual máximo del acuífero correspondiente al sector. Los derrames son enviados al nodo NC05.

Definidos los caudales entrantes al nodo NC05, se opera éste enviando recursos hacia el sector SC05 y hacia el nodo NC10, según los porcentajes de distribución y limitados a la capacidad máxima de conducción. A continuación se riega el sector SC06, el que capta la totalidad de los recursos del nodo NC10, limitado a la capacidad máxima de conducción. Los déficit remanentes son suplidos mediante bombeo limitado al volumen anual del acuífero asociado a este sector. Los derrames son enviados al nodo NC06. Luego se realiza el riego del sector SC05, el cual ocupa recursos subterráneos para suplir los posibles déficit, limitado al volumen anual del acuífero asociado a este sector. Los derrames resultantes son enviados al nodo NC06, al igual que los excedentes del nodo NC05.

Al nodo NC06 ingresan los aportes del estero Aucó, estadística denominada C-C6, además de los caudales provenientes de los nodos NC05 y NB16 y de los derrames de los sectores SC05 y SC06. Desde este nodo son enviados recursos hacia el nodo ND05, hacia los sectores SC07, SC08 y SC09, y hacia una demanda de agua potable. Los caudales no captados son enviados al nodo NC11, desde el cual capta el canal alimentador del embalse Canelillo, los caudales no captados en este nodo son enviados al nodo NC07.

A continuación se riegan los sectores SC07 y SC08,determinando sus déficit y sus derrames, estos últimos son enviados al nodo NC07. Luego se riega el sector SC09, determinando sus déficit y sus derrames, estos últimos son enviados al nodo ND05.

ZONA D

Se parte calculando las entradas al nodo ND7, que corresponden a las provenientes de los nodos NB07 y NC11. Todos los recursos de este nodo son enviados al embalse Canelillo, en el cual se calculan sus posibles vertimientos los que son enviados al nodo ND01.

Al nodo ND01 ingresan los caudales provenientes del nodo NC07 y los vertimientos del embalse Canelillo. Las salidas son hacia el nodo ND05 y hacia el sector SD01, los caudales no captados son enviados al nodo ND02. A continuación se riega el sector SD01, determinando sus déficit y sus derrames, estos últimos son enviados al nodo ND02.

Definidos los caudales entrantes al nodo ND05, se opera éste enviando recursos hacia el nodo ND04 y hacia los sectores SD03 y SD05, de acuerdo con los porcentajes asignados y limitados a la capacidad máxima de conducción. A continuación se riega el sector SD03, determinando sus déficit y sus derrames, estos últimos son enviados al ND03. A continuación se riega el sector SD05, determinando sus déficit y sus derrames, estos últimos son enviados al nodo ND02.

Desde el nodo ND04 captan los sectores SD04 y SD06, de acuerdo a sus porcentajes y limitados a la capacidad máxima de conducción. A continuación se riega el sector SD04, determinando sus déficit y sus derrames, estos últimos son enviados al nodo ND03. Luego se riega el sector SD06, determinando sus déficit y sus derrames los que son enviados al nodo ND02.

El nodo ND02 recibe los aportes antes mencionados y los del estero Millahue, estadística denominada C-D2. Conocidos los afluentes a este nodo se riega el sector de riego SD02, determinando sus déficit y sus derrames, estos últimos drenan hacia el nodo ND03. Para representar la estación fluviométrica usada en la validación, se consideran las entredas del nodo ND01 y del sector SD01 solamente.

Por último los afluentes al nodo ND03 corresponden a los caudales que son enviados al mar.

Una vez determinados todos los déficit de los sectores de riego que se encuentran bajo la influencia de los embalses se entra a la segunda etapa de la secuencia de cálculos, la que se describe en el siguiente punto.

3.2.3.2 Segunda Etapa. Traslados de Déficits a los Embalses

a) Generalidades

Para calcular los recursos que debe entregar cada embalse, se ha asignado a cada uno de ellos un número de sectores según la red de canales existentes y futuros.

Cada uno de estos sectores pide al embalse los recursos que aún le faltan para satisfacer su demanda, la cual se calcula del siguiente modo:

En primer lugar se realiza un corrida del modelo donde se riega con los recursos que existen en los ríos, es decir, aquellos que no han sido embalsados o son producto de derrames, afloramientos o bien han sido vertidos por algún embalse que se encuentra lleno. Estos caudales se reparten según los porcentajes que se le ha asignado a cada sector o tramo en su nodo correspondiente. Este proceso inicial ya ha sido explicado en detalle en el punto 3.2.4.1.

Los déficit calculados en el punto anterior son trasladados a nivel de bocatoma, es decir afectado por los coeficientes de derrame, percolación, eficiencia de conducción y factor de horas de riego.

Estos caudales son solicitados al embalse siguiendo la ruta en que deberán circular cuando sean entregados por éste. En el camino seguido por dichos déficit se les suma las correspondientes pérdidas que sufrirán en los tramos por concepto de infiltración.

Por otra parte se limitan los déficit a la capacidad máxima de los canales que los transportarán, de modo de no pedir más recursos de los que los canales son capaces de conducir.

Una vez conducidos todos los déficit al embalse, se suman y son entregados por éste.

Los esquemas de traslado de déficit a los embalses dependen de las posibles combinaciones de ellos. En los puntos siguientes se analizarán estos esquemas según el embalse que se trate.

b) Embalse Corrales

Este embalse tiene tres posibles esquemas de traslado de déficit, según sea la combinación de embalses que se opere. Los esquemas se presentan a continuación:

b1) Esquema con embalses Canelillo y Las Astas.

Los sectores SB02, SB03, SB04, SB05, SB06, SB08 y SB09 se encuentran bajo la influencia del embalse Corrales y le piden sus recursos a este embalse, en el nodo NB10, según las siguientes rutas:

SB02: calcula su déficit en el nodo NB02 y lo traslada, a través del canal Corrales (NB02-NB10)hasta el embalse Corrales.

SB03: pide su déficit directamente al embalse en el nodo NB10.

SB04: calcula su déficit en el nodo NB11 y lo traslada al embalse Corrales (NB10) a través del tramo NB11-NB10, que representa al canal Corrales en su tramo inicial.

SB05: calcula su déficit en el nodo NB13, desde el cual lo envía al embalse a través de la alimentación del canal Buzeta (NB13-NB11) y luego por el tramo NB11-NB10, que representa al canal Corrales en su tramo inicial.

SB06: calcula su déficit en el nodo NB12, desde el cual lo envía hasta la confluencia del río Choapa con el río Chalinga a través del canal Chuchiñi (NB12-NB03), desde ese punto remonta el valle del río Chalinga hasta empalmar con el canal Corrales que los transfiere al embalse (NB03-NB02-NB10).

SB08: calcula su déficit en el nodo NB14, desde donde lo envía al nodo NB12, para luego seguir el mismo trayecto de los déficit del sector SB06.

SB09: calcula sus déficit en el nodo NB15, desde donde los envía al canal Buzeta y por último los envía al embalse a través del tramo inicial del canal Matriz Corrales (NB15-NB13-NB11-NB10).

b2) Esquema con embalse Canelillo.

Los sectores SB02, SB03, SB04, SB05, SB06, SB07, SB08, SB09, SB10, SC07, SC08 y SC09 se encuentran bajo la influencia del embalse Corrales y le piden sus recursos a este embalse, en el nodo NB10, según las siguientes rutas:

SB02: ídem al esquema del punto b1.

SB03: ídem al esquema del punto b1.

SB04: ídem al esquema del punto b1.

SB05: ídem al esquema del punto b1.

SB06: ídem al esquema del punto b1.

SB07: calcula sus déficit en el nodo NB17 desde donde los envía al canal Buzeta y por último los envía al embalse a través del tramo inicial del canal Matriz Corrales (NB17-NB15-NB13-NB11-NB10).

SB08: ídem al esquema del punto b1.

SB09: ídem al esquema del punto b1.

SB10: calcula sus déficit en el nodo NB06, desde donde los envía al canal Buzeta a través del estero Limáhuida y por último los envía al embalse a través del tramo inicial del canal Matriz Corrales (NB06-NB17-NB15-NB13-NB11-NB10).

SC07: calcula sus déficit en el nodo NC06, desde donde los envía al embalse a través del canal Choapa primera sección, canal Las Astas, canal Buzeta y por último canal Matriz Corrales (NC06-NB16-NB17-NB15-NB13-NB11-NB10).

SC08: calcula sus déficit en el nodo NC06 y los envía al embalse de igual forma que los del sector SC07.

SC09: calcula sus déficit en el nodo NC06 y los envía al embalse de igual forma que los del sector SC07.

b.3) Esquema con embalse Cerrillos

El embalse Corrales en este caso riega los sectores SB02, SB03, SB04, SB05, SB06, SB07 y SB09 los que piden al embalse del siguiente modo:

SB02: ídem al esquema del punto b1.

SB03: ídem al esquema del punto b1.

SB04: ídem al esquema del punto b1.

SB05: ídem al esquema del punto b1.

SB06: ídem al esquema del punto b1.

SB07: ídem al esquema del punto b2.

SB09: ídem al esquema del punto b1.

El sector SB08 no ha sido considerado por el hecho de que al existir el embalse Cerrillos este sector queda inundado.

Es conveniente tener presente que el recorrido de las aguas provenientes del embalse Corrales y destinadas a regar las zonas bajas del valle del río Illapel y de las Comunidades, que en el modelo se efectúa a través de los canales Buzeta, Las Astas, Choapa y Matriz Corrales, se realizaría en forma física a través del canal Matriz Corrales, río Choapa y canal Choapa. Esta situación de cálculo no altera el caudal destinado a regar las zonas antes mencionadas, pues el traslado de las aguas es independiente del camino recorrido.

c) Embalse Canelillo

Este embalse tiene sólo un esquema de traslado de déficit, independiente de las combinaciones de embalses que se operen.

Los sectores SD01, SD02, SD03, SD04, SD05 y SD06 piden sus déficit al embalse Canelillo como sigue:

SD01: su déficit lo pide directamente en el nodo ND01, que corresponde al punto de entrega del embalse.

SD02: calcula su déficit en el nodo ND02, desde donde lo envía al embalse por medio del río Choapa (ND02-ND01).

SD03: calcula su déficit en el nodo ND05, desde donde lo envía al embalse por medio del canal Canelillo (ND05-ND01).

SD04: calcula su déficit en el nodo ND04, desde donde lo envía al embalse por medio del canal Canelillo (ND04-ND05-ND01).

SD05: opera en forma análoga al sector SD03.

SD06: opera en forma análoga al sector SD04.

d) Embalse Cerrillos

Este embalse tiene sólo una posible combinación con otros embalses y por lo tanto un solo esquema de traslado de déficit.

El embalse Cerrillos, que entrega sus recursos en el nodo NB18, riega los sectores SB10, SC07, SC08, SC09, SD01, SD02, SD03, SD04, SD05 y SD06, los que piden sus déficit del siguiente modo:

SB10: calcula su déficit en el nodo NB06, desde el cual lo envía al embalse por medio del río Choapa (NB06-NB18).

SC07: calcula su déficit en el nodo NC06, y desde éste lo envía al embalse por medio del canal Choapa (NC06-NB16-NB18).

SC08: calcula su déficit en el nodo NC06 y lo envía al embalse de igual forma que el del sector SC07.

SC09: calcula su déficit en el nodo NC06 y lo envía al embalse de igual forma que el del sector SC07.

SD01: calcula su déficit en el nodo ND01, y de éste por medio del río Choapa lo traslada al embalse (ND01-NC07-NB07-NB06-NB18).

SD02: calcula su déficit en el nodo ND02, desde donde lo envía al embalse por medio del río Choapa (ND02-ND01-ND07-NB07-NB06-NB18).

SD03: calcula su déficit en el nodo ND05, desde donde lo envía al embalse por medio de los canales Mincha y Choapa (ND05-NC06-NB16-NB18).

SD04: calcula su déficit en el nodo ND04, desde donde lo envía al embalse por medio del canal Mincha (ND04-ND05) y luego por medio del canal Choapa (ND05-NC06-NB16-NB18).

SD05: opera en forma análoga al sector SD03.

SD06: opera en forma análoga al sector SD04.

Una vez trasladados todos los déficit, los embalses entregan el caudal solicitado, siempre y cuando su volumen a inicio de mes se lo permita.

La distribución de los caudales entregados por los embalses se realiza de acuerdo con el déficit de cada sector o nodo.

En caso de persistir los déficit en los sectores, éstos son suplidos mediante bombeo, teniendo en cuenta el volumen del acuífero asociado a cada sector.

3.2.4 Seguridad de Riego

El concepto de seguridad que utiliza el modelo para definir superficies de riego es el siguiente:

La superficie de riego con seguridad 85% es la que se obtiene en un sector dado cuando utilizando las estadísticas hidrológicas se logra que el volumen de agua anual demandado por el sector sea satisfecho en un 85% de las veces.

Se entiende por volumen anual demandado el que resulta de satisfacer totalmente la demanda correspondiente a un programa de cultivos dado, el que se considera único para el sector e invariable durante todo el período de la estadística.

El modelo trabaja con valores mensuales y, con respecto a la seguridad de riego, cuando existe falla en un mes existe entonces falla en el año correpondiente. Se entiende que existe falla en un mes cuando no se puede abastecer la totalidad del caudal demandado en dicho mes.

Para obtener la seguridad con que se riega un sector con una superficie dada se corre el programa utilizando las estadísticas hidrológicas a nivel mensual correspondientes. Para cada año habrá un volumen anual aprovechado de acuerdo a la hidrología disponible en ese año.

Ordenando los volúmenes aprovechados en toda la estadística, se obtiene la curva de duración general del volumen anual aprovechado para la superficie dada.

La curva de duración general entrega los porcentajes de excedencia de los volúmenes aprovechados. Con la curva de duración de los volúmenes aprovechados y las superficies asociadas se determina la seguridad de riego del sector.

4. ENTRADA DE DATOS DEL MODELO.

La información de entrada al modelo ha sido organizada en diez archivos de datos divididos en dos categorías, tal como se muestra en la Figura 7.1-6. Cada uno de los archivos de entrada se describe a continuación.

4.1 DATOS RELACIONADOS CON LA HIDROLOGIA

La primera entrada corresponde a la estadística de los afluentes a cada sector. Debe ingresarse el nombre del afluente, el año y el caudal mensual. Estos datos pueden ser

ingresados manualmente en el mismo programa o leídos desde una planilla de calculo Lotus 123.

La segunda entrada corresponde a las estadísticas de las hoyas intermedias que aportan a cada sector. Debe ingresarse el nombre de la hoya, el año y el caudal mensual, pudiendo ser ingresadas de igual manera que en el caso anterior.

La tercera entrada corresponde a los datos necesarios para cada sector de riego. Los datos requeridos son: nombre del sector, código, superficie, coeficiente de derrame, coeficiente de percolación, factor de reuso de los derrames, factor de reuso de la percolación, horas de riego, caudal máximo transportable al sector por los canales, caudal máximo de bombeo, volumen máximo bombeable, eficiencia de bombeo y las evapotranspiraciones mensuales. Estos datos son ingresados en forma manual o leídos de una planilla Lotus.

La cuarta entrada corresponde a las características de cada embalse. Los datos requeridos son: el nombre del embalse, los parámetros que definen la curva de embalse (HV, H0, V1 y MV), los parámetros que definen la curva de superficie inundada (HS, S0, S1 y MS). los parámetros que definen la curva de filtración (HF, F0, F1 y MF), las tasas de evaporación mensuales, los volúmenes máximos, mínimos e iniciales de los embalses, la altura inicial de los embalses y la superficie inicial inundada por el embalse. Estos datos son ingresados en forma manual.

La quinta entrada corresponde a la forma de operación de los embalses. Esta entrada requiere los siguientes datos: nombre de los sectores que son regados por cada embalse, nombre de los embalses, nombre de los afluentes a cada embalse, el porcentaje del caudal que el sector recibirá desde cada embalse, el nombre del río desde el cual los sectores recibirán agua, porcentaje del caudal del río que es entregado al sector, nombre del sector del que aprovecha sus recuperaciones y el porcentaje que capta de estas recuperaciones. Estos datos son ingresados en forma manual.

La sexta entrada corresponde a los afloramientos y/o demandas mensuales de agua por concepto de uso industrial y/o agua potable. Los datos se ingresan indicando el nodo donde son demandados y el caudal mensual requerido. Estos datos deben ser ingresados en forma manual.

La séptima entrada corresponden a las estadísticas de validación para cada zona. Debe ingresarse el nombre de la estadística de validación, el año y el caudal mensual. Estos

datos pueden ser ingresados manualmente en el mismo programa o leídos desde una planilla de cálculo Lotus 123.

Para una mayor información sobre la entrada de datos al modelo computacional se debe consultar el Manual de Uso de éste.

4.2 PARAMETROS DEL MODELO

La primera entrada corresponde a los porcentajes de distribución del caudal entre nodos. Esta entrada requiere de los nombres de los nodos de origen y de término, los porcentajes de distribución del caudal y los caudales máximos a captar. Estos valores deben ser ingresados en forma manual.

La segunda entrada corresponde a los datos de la infiltración entre nodos. Esta entrada necesita de los nombres de los nodos de origen y de término, el coeficiente de infiltración, el exponente de infiltración y el caudal máximo a infiltrar. Estos valores deben ser ingresados en forma manual.

La tercera entrada corresponde a los parámetros generales del modelo, es decir, los años entre los que se realizará la modelación y las salidas que se desea obtener.

5. VALIDACIÓN DEL MODELO

La validación del modelo busca verificar, por comparación, los datos generados por la simulación con los valores observados o medidos en el sistema físico real. Las estaciones fluviométicas escogidas para realizar esta validación son las presentadas en el Cuadro 7.1-1.

CUADRO 7.1-1

ESTADÍSTICAS AFLUENTES DE ENTRADA Y ESTADISTICAS DE VALIDACIÓN UTILIZADAS EN EL MODELO.

Zona	Estadísticas de Entrada	Estadísticas de Validación
A	-Río Choapa antes de la confluencia con Río del Valle (NA01), -Río del Valle en Cabecera (NA09), -Río Cuncumén en cabecera (NA08) -Estero Manque en cabecera (NA10), -Estero Quelen en cabecera (NA12) -Hoya Intermedia en (NA07)	Río Choapa en Salamanca (NA07)
B	-Recursos provenientes de la Zona A (NB03) -Río Chalinga en cabecera (NB01) -Estero Camisas en cabecera (NB09) -Estero Quilmenco en cabecera (NB12) -Estero Limáhuida en cabecera (NB15) -Hoya intermedia en (NB07)	Río Choapa en Puente Negro (NB07)
C	-Río Illapel en confluencia de Estero Cenicero y Río Negro (NC01) -Río Carén en cabecera (NC12) -Estero Aucó en desembocadura (NC06) -Hoya intermedia en (NC07)	Río Illapel en el Peral (NC07)
D	-Recursos provenientes de las Zonas B y C (ND01)	Río Choapa antes de la confluencia con Estero Canela (ND02)

Para que la validación tenga un buen grado de precisión se debe disponer de antecedentes en distintos años sobre: superficies realmente regadas, los diferentes cultivos sembrados, las técnicas de riego utilizadas, los caudales de los canales de riego y los derrames de riego. La falta de esta información hace que no se pueda efectuar una calibración de los parámetros,sino que sólo una validación.

Para realizar la validación se comparan caudales medios mensuales observados en una estación fluviométrica escogida, con lo caudales obtenidos de la modelación en el nodo que representa dicha estación.

Como un modo de simplificar la validación, se puso cuidado en definir las zonas de manera que tuviesen una sola salida donde confluyan todos los recursos utilizados en ella, lo cual

permite disminuir el número de puntos que se debe observar y por tanto calibrar. Por otra parte, se hizo coincidir las estaciones fluviométricas con estas salidas, haciéndose posible, de esta manera, validar toda la zona en un solo punto.

En concreto las estaciones fluviométricas utilizadas para la validación fueron: para la Zona A, Choapa en Salamanca, para la Zona B, Choapa en Puente Negro, para la Zona C, Illapel en El Peral y para la Zona D se utilizó Choapa antes de la confluencia con estero Canela.
Para la validación de las Zonas A y B se consideró la existencia de los canales Buzeta y Caracha que captan aguas arriba del nodo que separa a ambas zonas.

Las Zonas A y B pudieron ser validadas con estadísticas de 40 años (1950-1989). Para las Zonas C y D se tuvo períodos de validación inferiores, puesto que sus estaciones fluviométricas son más recientes (para la Zona C se validó con los años 1983-1989 y para la Zona D con los años 1984-1986).

Los datos de entrada para la validación del modelo son los obtenidos de la información existente de la situación actual. A continuación se presentan los datos de entrada y las fuentes de donde fueron obtenidos estos datos.

Los datos de entrada para la validación son:

Superficie de los sectores de riego: fueron obtenidas por medición de las áreas definidas como regables por el estudio agronómico Capítulo 3.6.

Coeficiente de derrames: datos obtenidos del estudio agronómico Capítulo 3.6.

Coeficiente de percolación: datos obtenidos del estudio hidrogeológico Capítulo 2.4.

Factor de recuperación de la infiltración (FRUI) y Factor de recuperación de los derrame (FRUP) : se consideraron nulos dado que los sectores de riego son pequeños y de laderas con altas pendientes, impidiendo que ocurran recuperaciones.

Horas de Riego : Estos parámetros fueron determinados a partir de la regulación nocturna presente en cada canal. Cuando no se cuenta con regulación nocturna se adopta un período de utilización de 17 horas de riego. La información sobre la regulación nocturna se obtuvo del Capítulo 3.8, cuadro 3.8-5.

Capacidad máxima de los canales : Fue obtenida del Capítulo 3.8, donde se analiza el Rol de Regantes de la zona.

Eficiencia de conducción : Este parámetro fue calibrado de modo de obtener volúmenes de infiltración anuales (que se denomina también volumen de regulación) en cada zona iguales a los entregados por el estudio hidrogeológico, puesto que la recarga del acuífero es producto casi exclusivamente del riego. En el Cuadro 7.1-2 se presentan los volúmenes de regulación de los acuíferos de la region en estudio, los que fueron utilizados para esta calibración.

CUADRO 7.1-2
ACUIFEROS DE LA ZONA EN ESTUDIO

Acuífero	Volumen Total [Mill de m3]	Volumen de Regulación [Mill de m3]
Choapa entre Cuncumen y Salamanca	300,0	50,0
Río Chalinga	130,0	20,0
Río Illapel	220,0	33,0
Estero Camisas	32,0	5,0
Choapa entre Salamanca y Las Juntas	270,0	41,0
Choapa entre Las Juntas y Tunga Norte	66,5	9,5

Los valores de cada uno de estos parámetros se presentan en el Cuadro 7.1-3.

VALORES DE LOS PARAMETROS DE LOS SECTORES DE RIEGO

NOMBRE	SUPERFICIE	EFICIENCIA DE CONDUCCION	COEFICIENTE DE DERRAME	COEFICIENTE DE PERCOLACION	FRUD	FRUP	HRS DE RIEGO	CAPACIDAD MAX. EN CANAL	MAX. CAUDAL DE BOMBEO	MAX. VOLUMEN DE BOMBEO	EFICIENCIA DE BOMBEO
SA01	653	0.75	0.56	0.15	0	0	21	1.06	0	0	1
SA02	531	0.75	0.56	0.15	0	0	17	0.32	0	0	1
SA03	605	0.75	0.56	0.15	0	0	17	1.57	0	0	1
SA04	800	0.75	0.56	0.15	0	0	18	1.23	0	0	1
SA05	439	0.75	0.56	0.15	0	0	20	0.83	0	0	1
SA06	381	0.75	0.56	0.15	0	0	19	1	0	0	1
SA07	123	0.75	0.56	0.15	0	0	17	1	0	0	1
SA08	805	0.75	0.56	0.15	0	0	17	1.46	0	0	1
SA09	443	0.75	0.56	0.15	0	0	22	0.7	0	0	1
SA10	373	0.75	0.56	0.15	0	0	20	0.41	0	0	1
SB01	818	0.75	0.53	0.15	0	0	17	0.72	0	0	1
SB02	1013	0.75	0.53	0.15	0	0	18	1.12	0	0	1
SB03	204	0.75	0.53	0.15	0	0	17	10	0	0	1
SB04	695	0.75	0.53	0.15	0	0	18	0.85	0	0	1
SB05	745	0.75	0.53	0.15	0	0	21	0.75	0	0	1
SB06	717	0.75	0.53	0.15	0	0	17	0.74	0	0	1
SB07	480	0.75	0.53	0.15	0	0	24	0.9	0	0	1
SB08	527	0.75	0.53	0.15	0	0	17	0.59	0	0	1
SB09	839	0.75	0.53	0.15	0	0	20	0.9	0	0	1
SB10	75	0.75	0.53	0.15	0	0	17	0.65	0	0	1
SC01	186	0.7	0.53	0.15	0	0	17	0.29	0	0	1
SC02	191	0.7	0.53	0.15	0	0	19	0.19	0	0	1
SC03	225	0.7	0.53	0.15	0	0	17	10	0	0	1
SC04	328	0.7	0.53	0.15	0	0	22	0.51	0	0	1
SC05	158	0.7	0.52	0.15	0	0	17	0.23	0	0	1
SC06	1354	0.7	0.52	0.15	0	0	18	1.83	0	0	1
SC07	577	0.7	0.52	0.15	0	0	17	0.64	0	0	1
SC08	306	0.7	0.52	0.15	0	0	18	0.35	0	0	1
SD01	385	0.7	0.56	0.15	0	0	17	0.31	0	0	1
SD02	642	0.7	0.56	0.15	0	0	14	0.95	0	0	1
SD03	0	0.8	0	0	0	0	0	0	0	0	1
SD04	0	0.8	0	0	0	0	0	0	0	0	1
SD05	0	0.8	0	0	0	0	0	0	0	0	1
SD06	0	0.8	0	0	0	0	0	0	0	0	1

CUADRO 7.1.3

Evapotranspiraciones: Fueron obtenidas del estudio agronómico Capítulo 3.6. En el Cuadro 7.1-4 se presentan los valores utilizados para cada Distrito Agroclimático y en el Cuadro 7.1-5 se muestran los sectores pertenecientes a cada distrito.

CUADRO 7.1-4
EVAPOTRANSPIRACIONES (lts / s / ha)

Distrito Agroclimático	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR
Choapa Costa	0.058	0.00	0.00	0.00	0.004	0.078	0.199	0.308	0.348	0.361	0.306	0.096
Canela	0.032	0.00	0.00	0.00	0.007	0.072	0.218	0.357	0.428	0.509	0.396	0.111
Choapa Medio	0.021	0.00	0.00	0.00	0.010	0.114	0.264	0.352	0.340	0.284	0.230	0.071
Choapa Interior	0.014	0.00	0.00	0.00	0.004	0.111	0.291	0.403	0.384	0.350	0.281	0.088
Chalinga	0.021	0.00	0.00	0.00	0.005	0.128	0.303	0.396	0.338	0.260	0.209	0.062
Illapel Medio	0.021	0.00	0.00	0.00	0.010	0.114	0.264	0.352	0.340	0.284	0.230	0.071
Illapel Interior	0.043	0.00	0.00	0.00	0.005	0.122	0.293	0.402	0.344	0.318	0.259	0.082

CUADRO 7.1-5
SECTORES POR DISTRITO AGROCLIMATICO

Choapa Costa	SD01	SD02	SD03	SD04					
Canela	SD05	SD06							
Choapa Medio	SB03	SB04	SB05	SB06	SB07	SB08	SB09	SB10	
Choapa Interior	SA01	SA02	SA03	SA04	SA06	SA07	SA08	SA09	SA10
Chalinga	SB01	SB02							
Illapel Medio	SC03	SC04	SC05	SC06	SC07	SC08			
Illapel Interior	SC01	SC02							

Distribuciones de los Caudales en los Nodos: se obtuvieron a partir de los derechos de agua vistos en el Capítulo 3.8 cuadros 3.8-1 al 3.8-4, los cuales se basan en el Catastro de Usuarios de la Cuenca del Río Choapa. El catastro considera el marco legal vigente y la actual distribución de los derechos de los canales. La metodología utilizada para calcular los porcentajes de distribución fue la siguiente: primero se colocan todas las acciones correspondientes a la zona en estudio en el nodo cabecera de ésta y luego siguiendo la topología del modelo, se calcula para cada tramo el porcentaje de acciones que le corresponde. Esta distribución solamente fue adoptada para la validación y la situación actual.

Los porcentajes de distribución se presentan en el Cuadro 7.1-6. Estos porcentajes corresponden a los derechos de los canales aplicados a cada nodo del modelo.

CUADRO 7.1-6
DISTRIBUCION Y CAPACIDAD EN NODOS EN BASE A LOS DERECHOS ACTUALES

NODOS	DERECHOS %	% DE DISTRIBUCION	CAPACIDAD [m3/s]
NA1-SA1	9.90	9.90%	1.06
NA2-NA10	11.60	12.87%	1.23
NA2-NA11	12.56	16.00%	1.57
NA4-NA12	5.48	8.31%	0.83
NA4-SA6	5.73	9.48%	1.00
NA5-SA9	5.34	9.76%	0.70
NA6-SA8	14.24	28.83%	1.46
NA7-NB11	6.56	18.66%	0.85
NA7-NB13	19.14	66.95%	3.00
NA8-SA2	100.00	100.00%	0.32
NA9-SA10	100.00	100.00%	0.41
NA10-SA4	100.00	100.00%	1.23
NA11-SA3	100.00	100.00%	1.57
NA11-NB9	100.00	100.00%	0.00
NA12-SA7	100.00	100.00%	0.13
NB1-SB1	50.00	50.00%	-
NB2-SB2	50.00	100.00%	0.72
NB3-NB12	9.45	100.00%	1.12
NB4-NB14	100.00	100.00%	1.02
NB6-NB16	0.00	0.00%	0.31
NB6-SB10	100.00	100.00%	0.00
NB10-SB3	100.00	100.00%	0.65
NB11-NB1	0.00	0.00%	10.00
NB11-SB4	100.00	100.00%	0.85
NB12-NB1	27.50	27.50%	0.85
NB12-SB6	72.50	72.50%	0.28
NB13-NB1	75.00	75.00%	0.74
NB13-SB5	25.00	25.00%	2.25
NB14-SB8	100.00	100.00%	0.75
NB15-NB1	40.00	40.00%	0.59
NB15-SB9	60.00	60.00%	0.90
NB16-ND5	0.00	0.00%	0.90
NB17-NB1	0.00	0.00%	0.00
NB17-SB7	100.00	100.00%	0.00
NC2-SC1	7.03%	7.03%	0.90
NC3-NC8	4.72%	5.08%	-
NC4-NC9	12.30%	13.94%	0.29
NC5-SC5	5.51%	7.25%	0.19
NC5-NC10	43.40%	57.15%	0.51
NC6-SC7	15.52%	57.41%	0.23
NC6-SC8	8.55%	31.64%	1.78
NC6-DDA	2.96%	10.95%	0.64
NC8-SC2	100.00%	100.00%	0.35
NC9-NC10	10.00%	10.00%	0.12
NC9-SC4	90.00%	90.00%	0.19
NC10-SC6	100.00%	100.00%	0.05
NC11-C.C	0.00%	0.00%	0.51
NC12-SC3	100.00%	100.00%	1.83
ND1-SD1	100.00	100.00%	0.00
ND2-SD2	100.00	100.00%	10.00
ND4-SD4	0.00	0.00%	-
ND4-SD6	0.00	0.00%	0.31
ND5-SD3	0.00	0.00%	0.95
ND5-SD5	0.00	0.00%	0.00

Afloramientos mensuales : se determinaron mediante una distribución mensual del volumen anual aflorado desde los acuíferos (dato proporcionado por el estudio hidrogeológico). Esta distribución se realizó de forma de ajustar de mejor forma los caudales modelados con los observados.

Los valores de los afloramientos mensuales usados en la validación se presentan en el Cuadro 7.1-7.

CUADRO N 7.1-7
AFLORAMIENTOS MENSUALES [m3/s]

NODO	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR
NA07	0.54	0.45	1.18	2.88	2.17	2.11	1.26	3.68	2.92	1.65	0.05	0.04
NB03	0.22	0.18	0.47	1.15	0.87	0.84	0.50	1.47	1.17	0.66	0.02	0.02
NB04	0.20	0.17	0.45	1.10	0.83	0.80	0.48	1.40	1.11	0.62	0.03	0.01
NB07	0.29	0.24	0.64	1.56	1.17	1.13	0.68	1.99	1.58	0.89	0.03	0.02
NC07	0.00	0.00	0.99	5.18	0.51	0.51	0.00	2.04	3.21	0.00	0.00	0.00
ND02	0.10	0.08	0.22	0.55	0.41	0.40	0.24	0.70	0.55	0.32	0.01	0.00

Para evaluar los resultados de la validación se realizaron regresiones lineales entre los caudales observados y modelados para cada una de las Zonas del estudio. En las zonas A y D se eliminaron valores de algunos años que presentaban crecidas tanto pluviales como nivales. La eliminación se basó en el hecho que algunas estadísticas de entrada al modelo fueron obtenidas mediante correlaciones hidrológicas, tal como se explica en el capítulo 6.2.3 "Estudio Hidrológico" y por lo tanto no son rigurosas en los valores extremos, lo cual podría introducir distorsiones en la validación del modelo.

En las Figuras 7.1-7 a 7.1-10 se puede apreciar la relación que existe entre los valores observados y modelados. Los coeficientes de correlación "R", resultante de las regresiones lineales aplicadas en cada zona se presentan en el Cuadro 7.1-8.

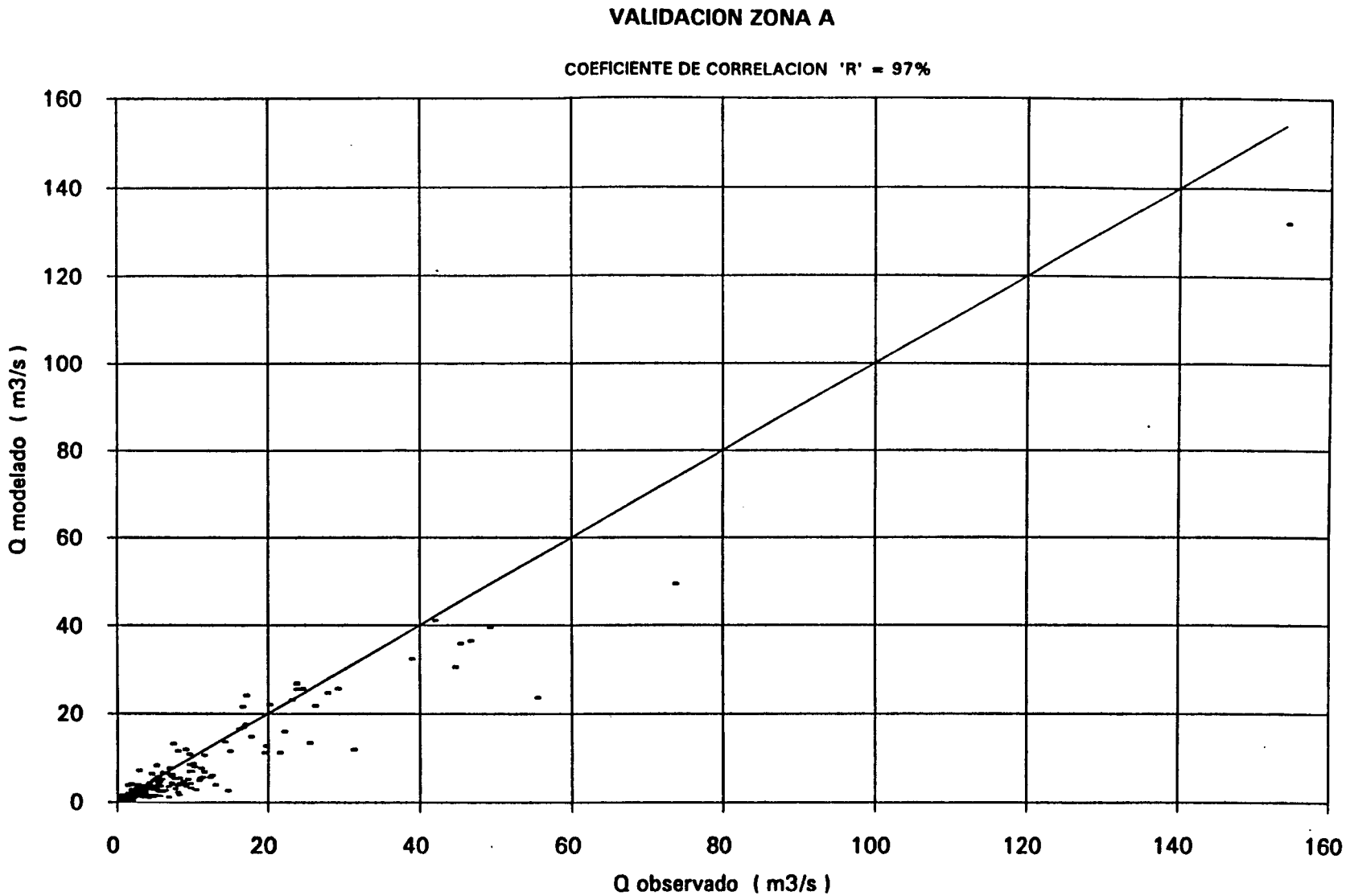

VALIDACION ZONA A
COEFICIENTE DE CORRELACION 'R' = 97%
Q modelado (m3/s)
Q observado (m3/s)
0
20
40
60
80
100
120
140
160

FIGURA 7.1-7

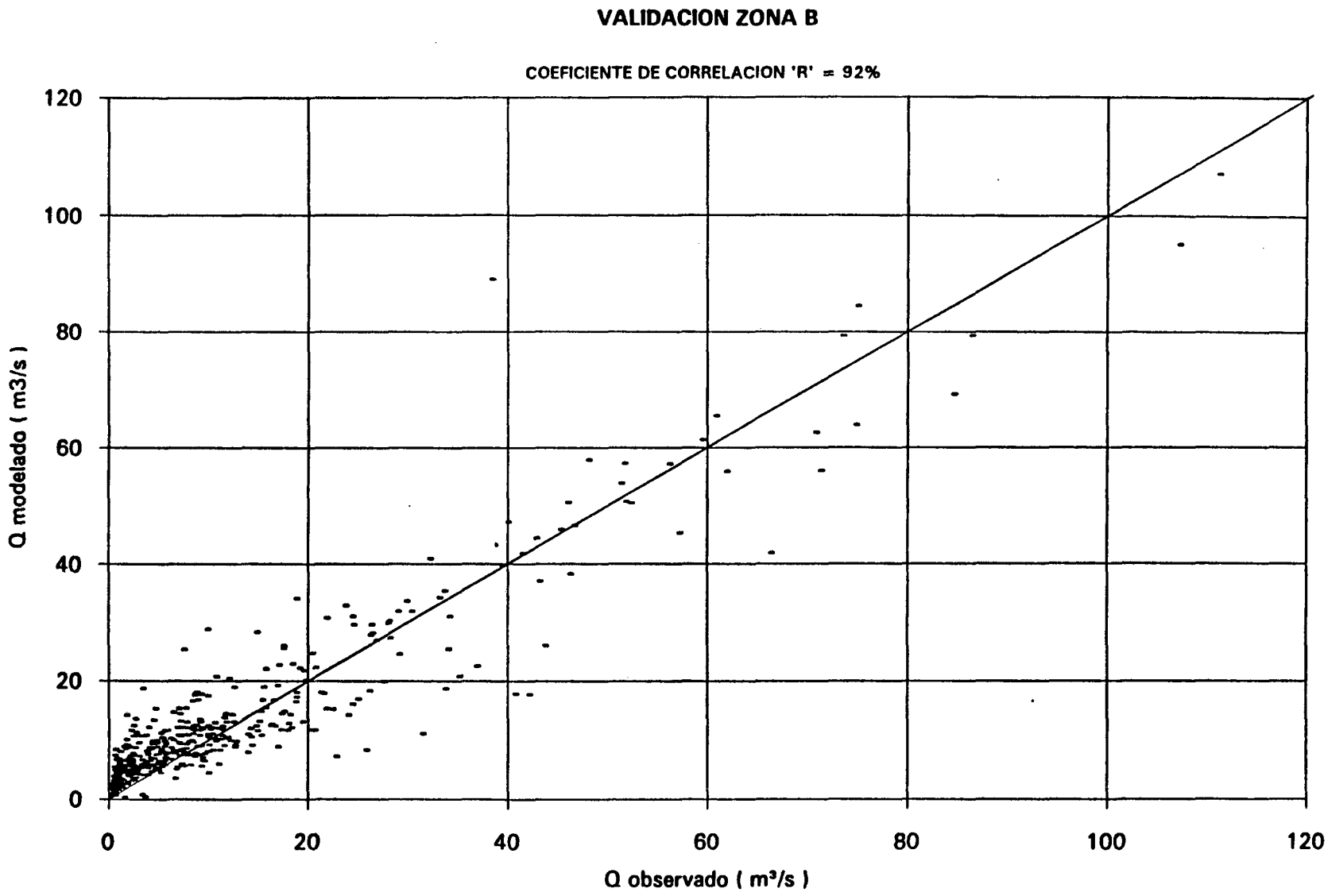

VALIDACION ZONA B
COEFICIENTE DE CORRELACION 'R' = 92%
Q modelado (m3/s)
Q observado (m³/s)
0
20
40
60
80
100
120

FIGURA 7.1-8

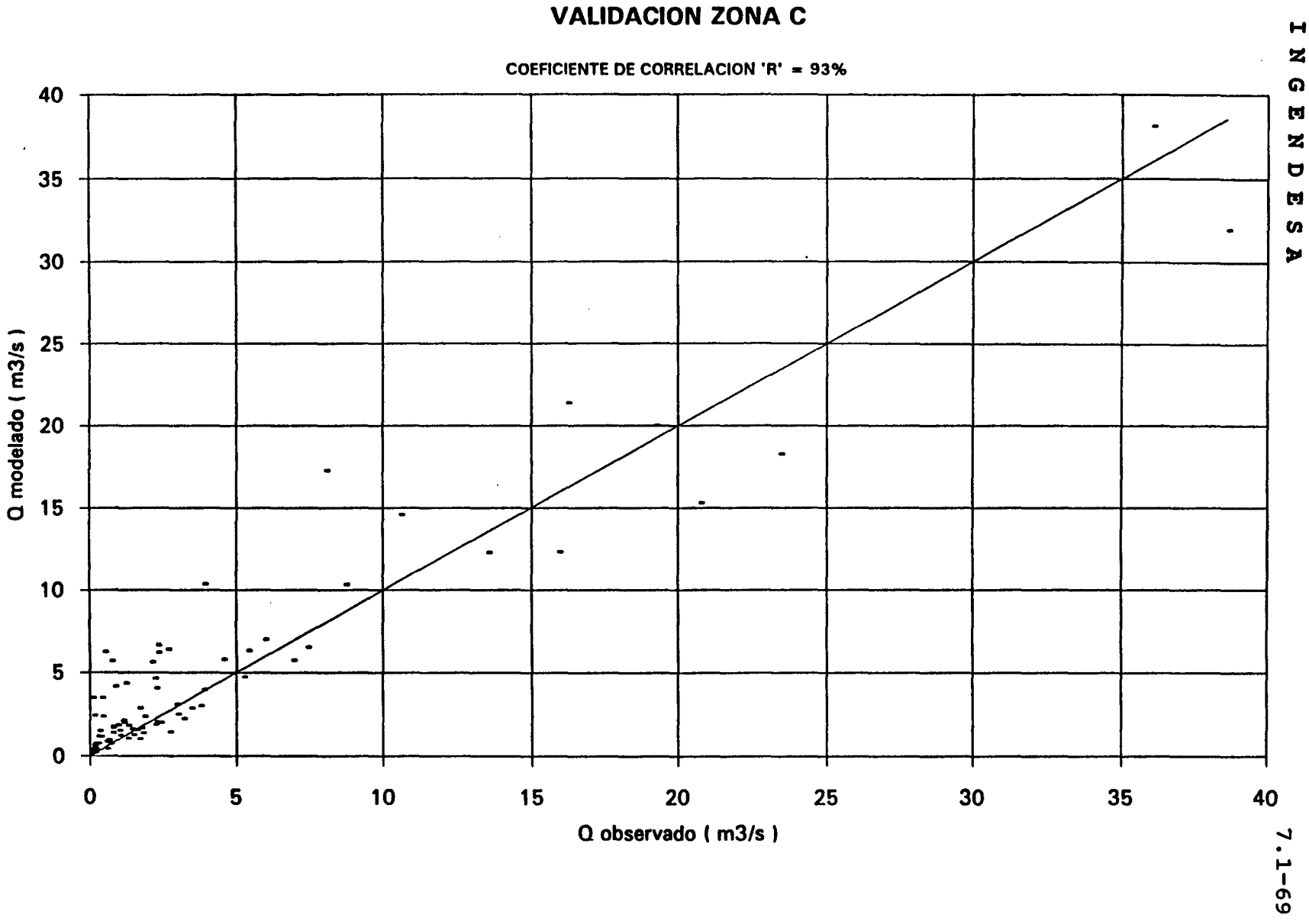

VALIDACION ZONA C
COEFICIENTE DE CORRELACION 'R' = 93%
Q modelado (m3/s)
Q observado (m3/s)
0
5
10
15
20
25
30
35
40

FIGURA 7.1-9

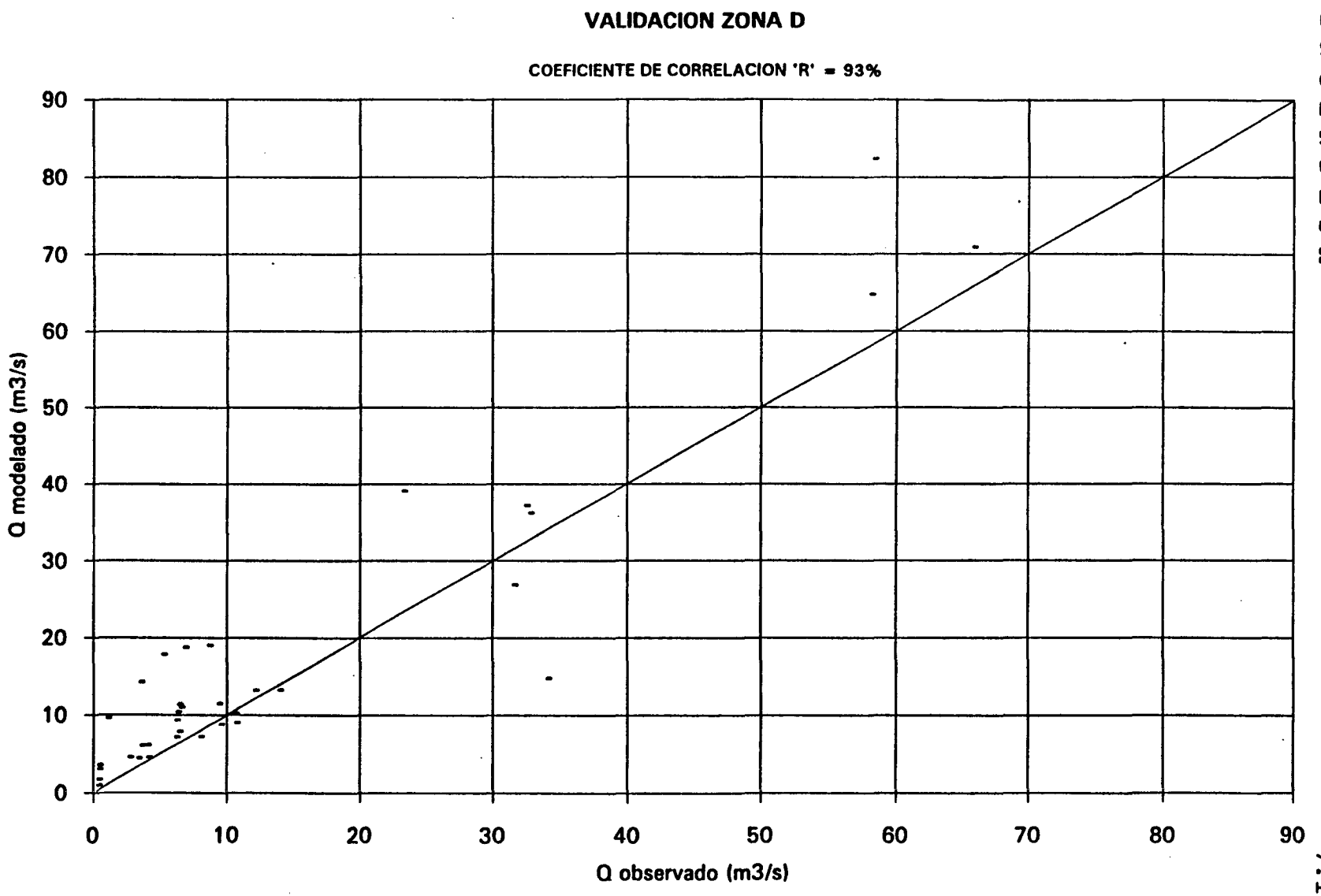

VALIDACION ZONA D
COEFICIENTE DE CORRELACION 'R' = 93%
Q modelado (m3/s)
Q observado (m3/s)
0
10
20
30
40
50
60
70
80
90

FIGURA 7.1-10

CUADRO 7.1-8
COEFICIENTES DE CORRELACION

ZONA	COEFICIENTE 'R'
ZONA A	97%
ZONA B	92%
ZONA C	93%
ZONA D	93%

Los resultados de la validación se presentan en las Figuras 7.1-11 a 7.1-14, en donde se muestran los gráficos con los valores de los caudales modelados y observados ubicados cronológicamente.

De los gráficos antes mencionados se puede observar que el modelo refleja en forma adecuada los valores medidos en las estaciones fluviométricas.

De lo anterior se puede concluir que el modelo representa adecuadamente la realidad de la cuenca del río Choapa.

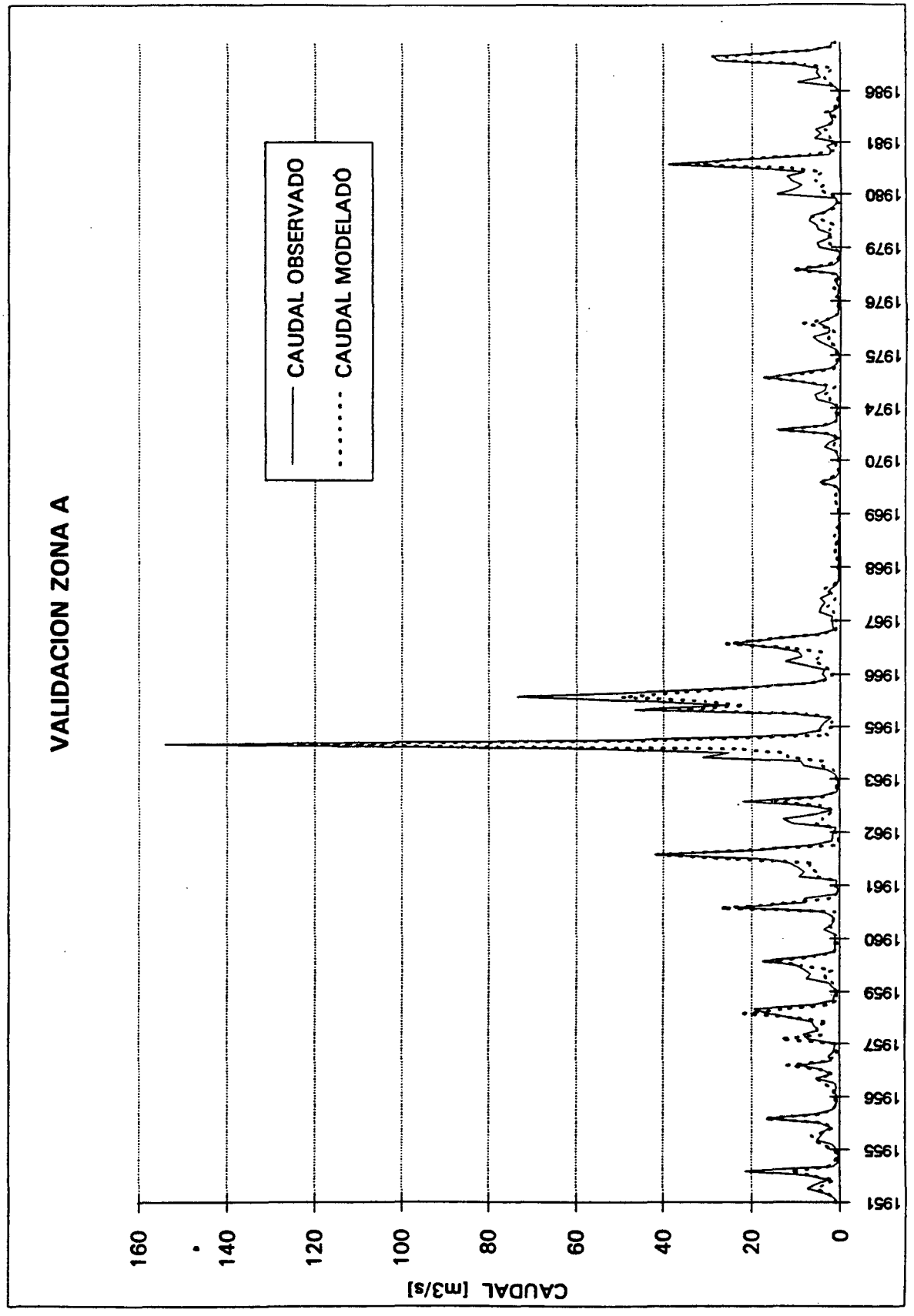

VALIDACION ZONA A
CAUDAL OBSERVADO
CAUDAL MODELADO
CAUDAL [m3/s]
0
20
40
60
80
100
120
140
160
1951
1955
1956
1957
1959
1960
1961
1962
1963
1965
1966
1967
1968
1969
1970
1974
1975
1976
1979
1980
1981
1986

FIGURA 7.1-11

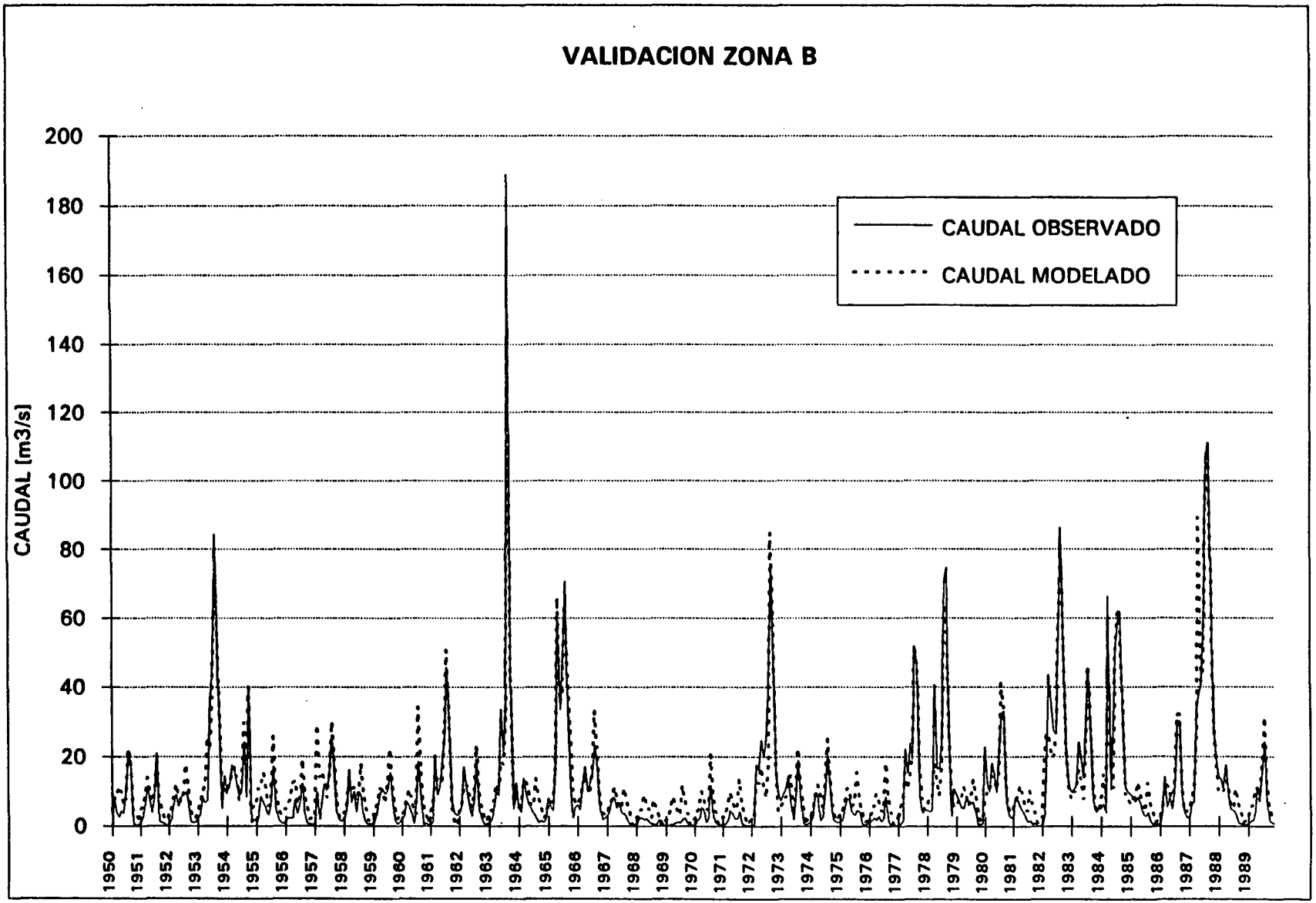

VALIDACION ZONA B
CAUDAL [m3/s]
CAUDAL OBSERVADO
CAUDAL MODELADO
0
20
40
60
80
100
120
140
160
180
200
1950
1951
1952
1953
1954
1955
1956
1957
1958
1959
1960
1961
1962
1963
1964
1965
1966
1967
1968
1969
1970
1971
1972
1973
1974
1975
1976
1977
1978
1979
1980
1981
1982
1983
1984
1985
1986
1987
1988
1989

FIGURA 7.1-12

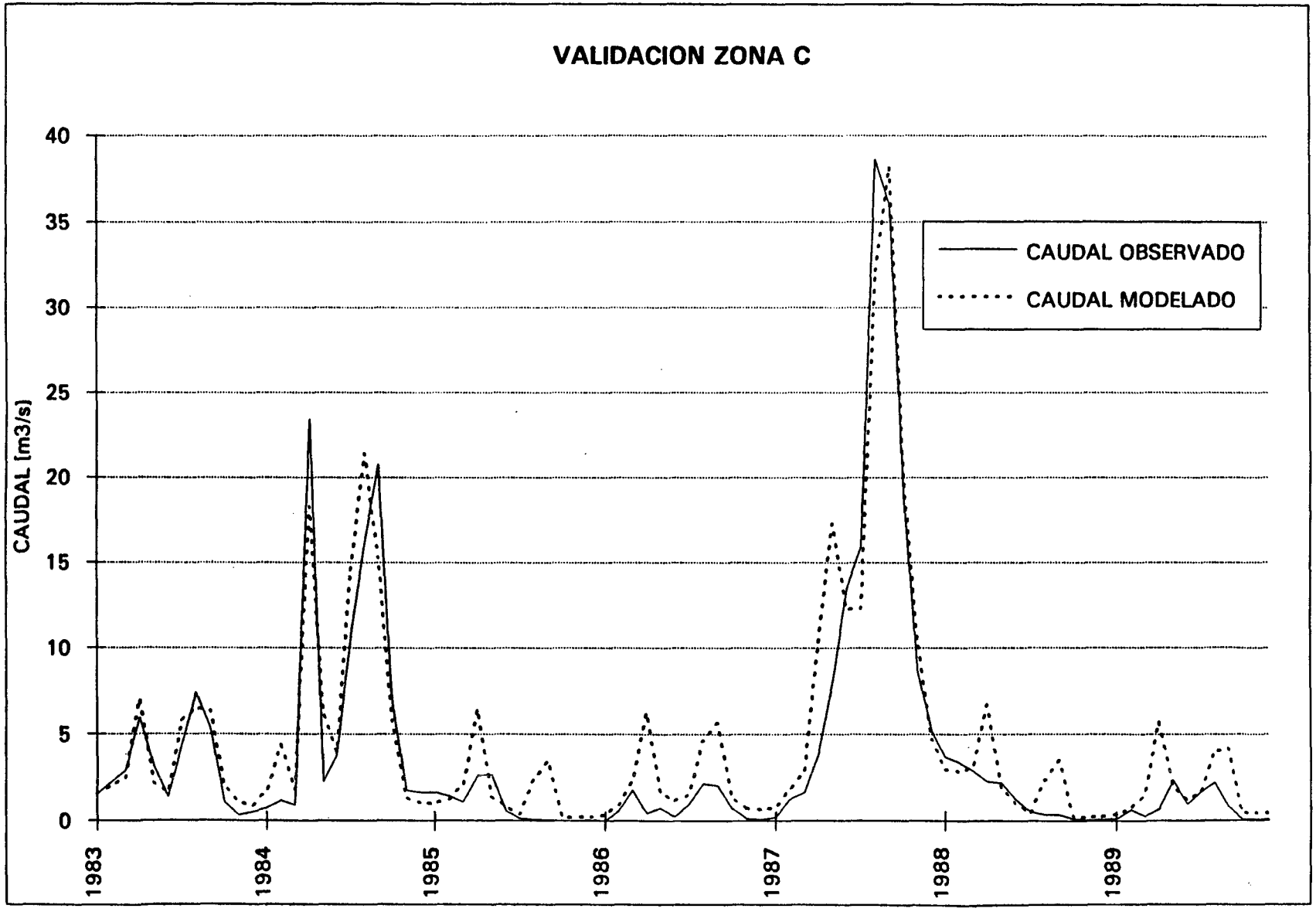

VALIDACION ZONA C
CAUDAL [m3/s]
0
5
10
15
20
25
30
35
40
1983
1984
1985
1986
1987
1988
1989
CAUDAL OBSERVADO
CAUDAL MODELADO

FIGURA 7.1-13

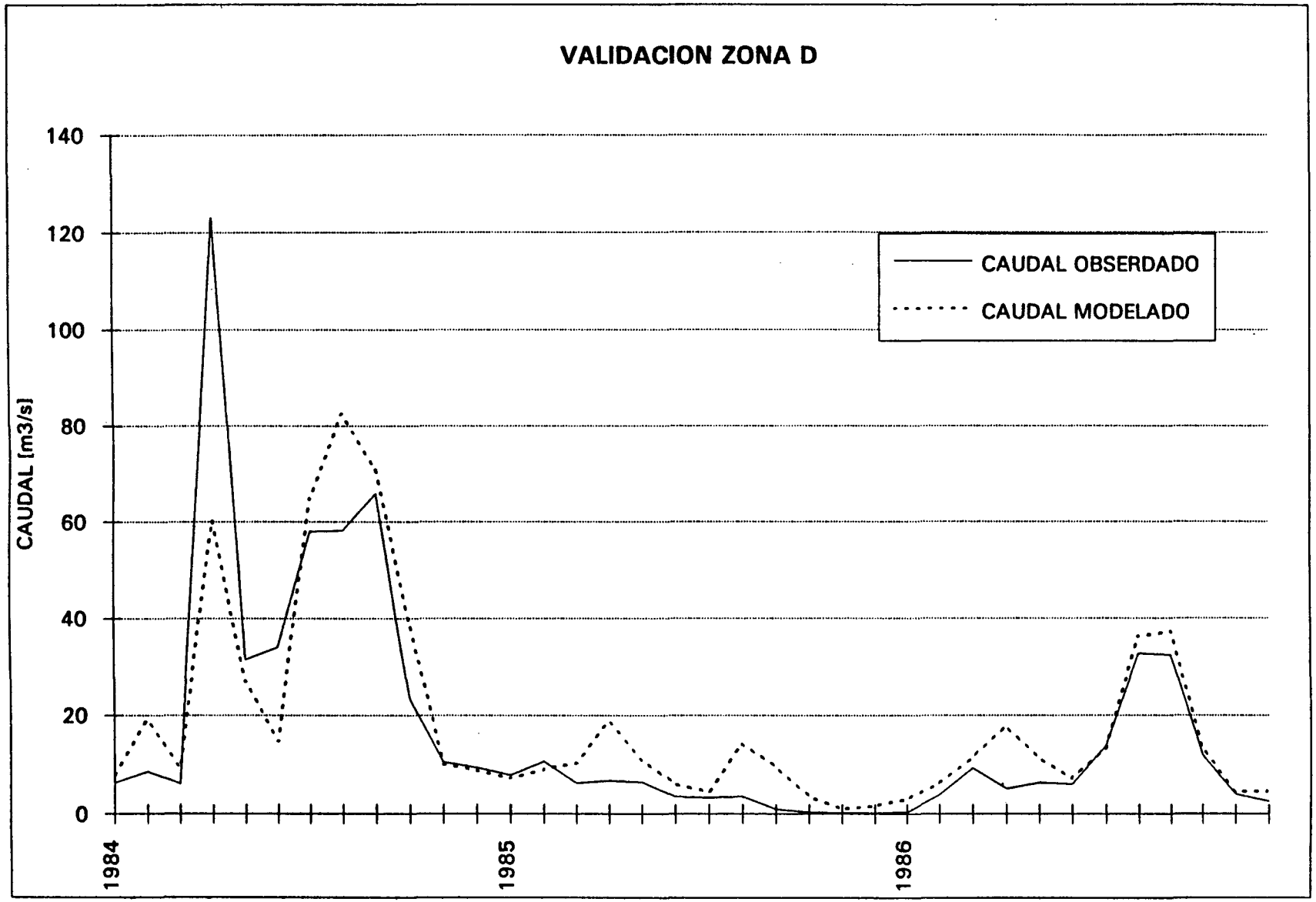

VALIDACION ZONA D
CAUDAL [m3/s]
140
120
100
80
60
40
20
0
1984
1985
1986
CAUDAL OBSERDADO
CAUDAL MODELADO

FIGURA 7.1-14

7.2 MODELO AGUAS SUBTERRANEAS

1. INTRODUCCION

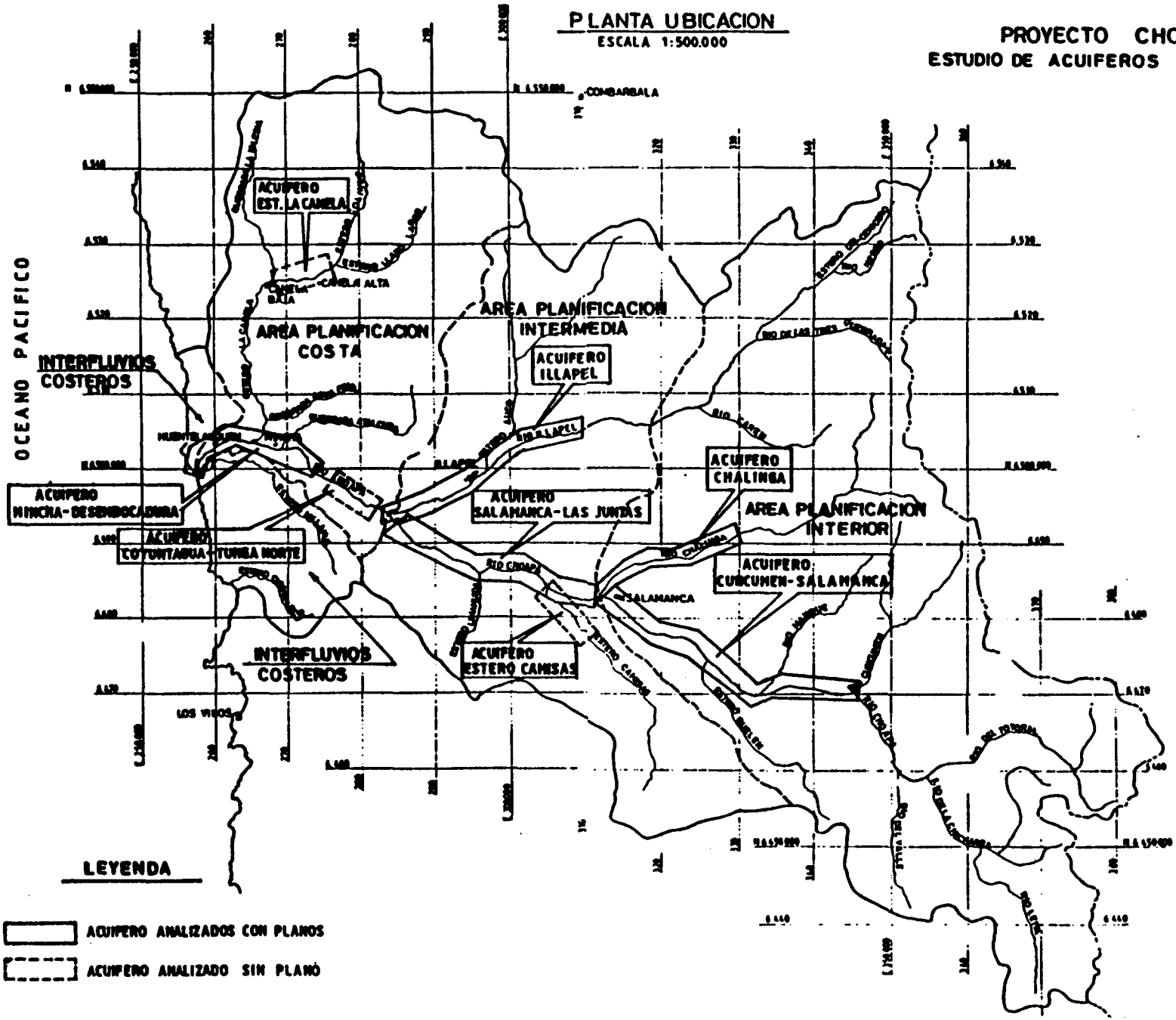
Este capítulo se ocupa de cuantificar los recursos hídricos subterráneos de los acuíferos existentes en el Valle del Choapa y sus afluentes.

Se han identificado 8 embalses subterráneos distribuidos en la cuenca del río Choapa.

Se pueden enunciar los siguientes acuíferos:

- Choapa entre Cuncumén y Salamanca
- Acuífero de Chalinga
- Choapa entre Salamanca y Las Juntas
- Acuífero de Illapel
- Choapa entre Mincha y desembocadura
- Acuífero del Estero Camisas
- Acuífero del Estero La Canela
- Acuífero Choapa de Coyuntagua a Tunga Norte

En la página siguiente se presenta un croquis de ubicación de los acuíferos antes mencionados. Además en el álbum de planos se incluye el plano denominado "Ubicación y características de los acuíferos" (643-5d2-6).



INGENDESA

7.2-2

2. OBJETIVO DEL MODELO

Los acuíferos detectados en el valle del río Choapa presentan interesantes condiciones para su explotación. Pese a lo anterior en la actualidad existen muy pocos antecedentes sobre ellos, producto del bajo número de sondeos construidos y de las escasas campañas de investigación realizadas en los acuíferos del valle.

De acuerdo con los antecedentes disponibles, lo ofrecido en las Bases y la descripción de las características hidrogeológicas realizada en el Capitulo 6.1.2 "Estudio de Acuíferos Existentes", la modelación de los recursos subterráneos se ha efectuado a dos escalas de trabajo.

Primero, se ha modelado mediante diferencias finitas el acuífero *Cuncumén -Salamanca*, ya que es el único que cuenta con información suficiente como para aventurarse en realizar una modelación en detalle en régimen transitorio usando el modelador Modflow. En estricto rigor se ha modelado y discretizado espacialmente el sub-sector que se extiende entre Salamanca y la angostura de LLimpo.

Segundo, los restantes acuíferos carecen de elementos de contraste e información a nivel de detalle (y con una densidad suficiente a nivel espacial) como para efectuar cualquier tipo de modelación que contemple discretizaciones espaciales, por lo que no es razonable aplicar el Modflow ni otro programa de modelación de aguas subterráneas similar. Para solucionar tal carencia, se ha procedido a elaborar un Modelo Conceptual del Funcionamiento de dichos Acuíferos. Esta modelación simple es lo suficientemente válida ya que considera todos los antecedentes recopilados y generados en los capítulos anteriores tales como el 3.9 "Antecedentes Hidrogeológicos" y 6.1.2 "Estudio de Acuíferos Existentes". Esta modelación conceptual considera como base de referencia el Acuífero Salamanca - Llimpo como un **acuífero tipo** de donde se obtienen los parámetros principales tales como permeabilidades, infiltraciones , caudales etc. Los valores aquí considerados han permitido relacionarse directamente con la modelación conjunta de los recursos superficiales.

2.1 OPERACION CONJUNTA ACUIFEROS CON MODELO SUPERFICIAL

Para establecer las relaciones entre el agua subterránea y el escurrimiento superficial del Modelo Integral de Riego se han establecido algunos criterios que es necesario dejar establecidos:

Volumen de Los Acuíferos

De acuerdo a la información recopilada, generada y entregada en los capítulos 3.9 "Antecedentes Existentes" , 6.1.2 "Estudio de Acuíferos Existentes", más las cubicaciones efectuadas durante el presente capítulo 7.2 "Modelo Operacional de las aguas Subterráneas" se ha podido establecer los volúmenes de los embalses subterráneos identificados en el valle del Choapa. Considerando coeficientes de almacenamiento del largo plazo entre 5% y 10% se ha podido establecer los volúmenes de agua embalsados en cada uno de ellos y que han sido usados de base para la modelación de los recursos superficiales.

Volúmenes máximos extraíbles de los acuíferos por el modelo del sistema de riego.

La modelación del riego considera a los embalses subterráneos (que en la actualidad se encuentran a plena capacidad y en equilibrio), como reservas disponibles para recurrir a ellos cuando sea necesario complementar el riego con aguas superficiales. Existiendo como restricción que la extracción anual no sea superior al 15% del volumen almacenado. Dicho valor corresponde aproximadamente al volumen en circulación anual de los embalses.

Retornos desde el riego

El modelo de simulación del sistema cuando considera utilización de aguas desde los acuífero adopta un coeficiente de retorno al embalse subterráneo entre un 10% y 20%.

Disminución de los caudales en circulación en el río

Para establecer las relaciones acuífero-río cuando se produce una explotación importante del embalse subterráneo se ha adoptado que disminuye en un 20% el volumen de los afloramientos.

3. MODELO MATEMATICO DE DIFERENCIAS FINITAS TRANSITORIO ACUIFERO SALAMANCA -LLIMPO

3.1 ANTECEDENTES GENERALES

En vista de lo anterior, se ha considerado el acuífero que va entre Salamanca y Cuncumén para en un sector de él efectuar una modelación detallada del embalse subterráneo. El sector elegido corresponde entre Salamanca y LLimpo. Este presenta antecedentes de registros de niveles, mediciones periódicas de los caudales circulantes por canales, ubicación de sondeos vertientes y canales etc. Los datos anteriores provienen del estudio que Alamos y Peralta efectuó entre 1980 y 1982 para la Minera Anaconda en el sector del valle del Choapa que va desde Salamanca a Cuncumén.

La Modelación del embalse subterráneo en estudio, denominado **"Acuífero Choapa, sector LLimpo a Salamanca"**, tiene por objetivo implementar, calibrar y verificar un modelo matemático de simulación de las condiciones de operación natural actual de este acuífero en régimen transiente. Una vez estudiado este embalse subterráneo se espera una proposición del Consultor respecto a la manera óptima de explotarlo.

El Consultor se referirá, en esta ocasión, exclusivamente al primer objetivo enunciado en el párrafo anterior, que consiste en implementar, calibrar y validar un Modelo Matemático.

Con este fin se ha comenzado definiendo las características geométricas de la zona a modelar, estableciendo los límites de superficie, fondo y laterales del acuífero, contenidos en un determinado mallaje; cuyos límites son los siguientes :

Superior:
- -Línea aproximadamente paralela al río Choapa ubicada a unos 800 metros en promedio de su ribera Norte.

Inferior:
- -Línea aproximadamente paralela al río Choapa ubicada a unos 600 metros en promedio de su ribera sur.

Izquierda:
- -Línea perpendicular al escurrimiento del río Choapa, dicha línea imaginaria pasa por el extremo Poniente de la ciudad de Salamanca.

Derecha:
- -Línea perpendicular al río Choapa ubicada en la angostura de LLimpo.

Lo anterior se traduce en un rectángulo de 13400 metros por 3000 metros, que contiene 41 columnas de celdas en la dirección mayor (x) y 20 filas de celdas en la dirección menor (y).

Como resultado de lo anterior, los límites laterales son los límites del mallaje en el caso de que no hayan cerros en el sector, o simplemente, el punto de corte del relleno con los cerros.

El límite de fondo es la roca fundamental, cuya cota ha quedado establecida en el plano Topografía del Basamento Rocoso (Capítulo 6.1.2 Estudio de Acuíferos Existentes, Proyecto Choapa).

El límite de superficie es la topografía del terreno, que va entre los 490 y 660 m.s.n.m. en el territorio que abarca el mallaje.

Una vez establecidas las características geométricas del embalse, se ha procedido a discretizar el acuífero con el fin de modelar mediante diferencias finitas. Esto recibe el nombre de discretización espacial, y consiste en subdividir la zona definida por los límites ya referidos en cuadrados o rectángulos tales que tanto las características físicas, como las de la capa, recargas y descargas sean uniformes. Esta discretización es tal que permite simular las condiciones de borde.

La implementación del modelo transiente requiere definir el período de ajuste que se ha considerado de un año, dividido en 12 meses, abarcando mediciones de campo efectuadas desde Agosto de 1981 hasta Julio de 1982 (ambos incluidos), establecido de acuerdo con el período que concentra la mayor cantidad de datos medidos en el valle (piezómetros, caudales de canales, etc), basados en el Estudio para La Minera Anaconda denominado "Estudio Hidrogeológico del Valle del Río Choapa Sector Salamanca-Cuncumén" efectuado por Alamos y Peralta Ingenieros Consultores 1982.

Estas medidas se pueden observar en el Anexo 3.9-1 del Capítulo 3.9 "Diagnóstico de la Situación Actual, Antecedentes Hidrogeológicos del Proyecto Choapa". En el citado Anexo se puede apreciar la evolución temporal de las cotas de agua de 7 sondajes y/o norias medidas desde Agosto 1981 hasta Agosto 1982, que constituyen el contraste piezométrico o validador piezométrico a utilizar en el modelo.

3.2 CARACTERISTICAS DEL MODELADOR MODFLOW^{EM}

Un Modelo tiene el fin de representar lo más fielmente posible la realidad física de las condiciones de existencia del agua en el embalse subterráneo, y debe ser capaz de definir las condiciones de explotación de ésta. Pues bien, si ha de ser así esta firma Consultora ha sugerido utilizar el Modelo Matemático de Ecuaciones de Diferencias Finitas, basado en la Ley de Continuidad de Masa de un Elemento Diferencial y la Ley de D'Arcy. El motivo de esta elección es la facilidad de ingreso de datos, manejo matemático y validación del modelo. En base a lo anterior se ha modelado usando MODFLOW^{EM} y el programa pre-procesador y post-procesador denominado PM.

Los cuerpos de un Modelo básicamente son tres :

-Datos de Entrada,
-Ecuaciones Matemáticas y Método de Solución, y
-Resultados.

Si las condiciones de definición de ecuaciones y métodos de resolución para ellas se halla ajustado a un problema definido, la bondad de los resultados será consecuencia directa de la calidad de la estimación de los datos de entrada. En la medida que los resultados obtenidos del Modelo se aproximen a la realidad observada y calculada, se estará ajustando o calibrando.

De lo anterior, se puede comentar que el proceso de calibración de un Modelo cualquiera, y en particular Hidrogeológico como es este el caso, comienza con el empleo de las ecuaciones matemáticas (de manera que todos los fenómenos físicos queden debidamente representados); sigue con la elección del mejor procesador, método de convergencia y parámetros óptimos del método de convergencia; luego se comprueban las unidades de los datos de entrada, se corrigen los errores de digitación, y se comienzan a realizar las pasadas comparando los valores de piezometría calculados con los observados y revisando los motivos de las diferencias que pudieran radicar en las hipótesis en que se basó el cálculo de los datos de entrada, hasta llegar a un instante en que los resultados se asemejan a lo real, momento en el cual se considera ajustado el modelo.

3.3 FUNDAMENTOS MATEMATICOS DEL MODELO

En el capítulo anterior se ha comentado brevemente la ventaja de la elección de un Modelo Matemático de Ecuaciones de Diferencias Finitas, cuyos principios físicos e hipótesis se

comentan en este capítulo. Además, se referirán brevemente las ecuaciones involucradas, el método de solución y convergencia, y los paquetes computacionales utilizados.

La preparación del modelo matemático consiste en diseñar un programa de computación que sea capaz de reproducir las condiciones de funcionamiento del embalse subterráneo y que permita operarlo introduciendo en él diferentes condiciones de funcionamiento y explotación.

Con este fin se analizaron los principios físicos en que se basa el Modelo Computacional de Simulación de Acuíferos denominado MODFLOW^{EM}, la notación de variables y la manera como se introducen estas al programa, empleando los siguientes referencias :

- "A Modular Three-Dimensional Finite-Difference Ground-Water Flow Model", M.McDonald & A.Harbaugh, USGS, USA, 1988.
- "Modflow/EM, The USGS Three-Dimensional Ground-Water Flow Model Extended Memory Version for 80386 and 80486 Computers", Maximal Engineering Software Inc., December 1992.
- "Processing Modflow", Scientific Software Group, Washington D.C., March 1992.

Utilizando la nomenclatura de los autores citados se desarrollaron las ecuaciones que rigen el funcionamiento, y la localización en los diferentes programas de la lectura de los datos de entrada, obtención de soluciones a partir de ellos y resultados del modelo.

El motivo principal para la elección de este Software es la capacidad para calcular mallas de hasta 60.000 celdas con adecuada velocidad de proceso. Junto con ello, el uso del Processing Modflow (PM) añade otras ventajas, como son el ingreso de datos y obtención de resultados en forma amistosa.

Pese a anterior enunciado, ambos paquetes computacionales presentan algunas desventajas, como son la dificultad de obtener en forma inmediata el contraste piezométrico en todos y cada uno de los puntos de contraste, y conseguir en forma resumida el balance global y por zonas para todo el período de simulación.

Este modelo, con algunas modificaciones, permite obtener el contraste piezométrico en un gráfico en que se comparan los datos piezométricos de salida del modelo con los datos provenientes de mediciones reales.

Tanto el Balance Global como el de Zonas son editados en un procesador de texto, con el objeto de eliminar toda la información no pertinente a los flujos de ingreso o salida; luego se traspasan a una planilla de cálculo, donde se obtienen resultados anuales resumidos.

El Modelo Matemático de Diferencias Finitas se basa en el principio de continuidad de masas, del cual se deduce la *Ecuación (1)*, que es la base para la formulación de la ecuación de diferencias finitas.

$$S'(\delta p/\delta t) = F.\rho.dt \qquad (1)$$

en que :

S' :Coeficiente de almacenamiento específico. Corresponde a la variación de masa de agua, depositada en un embalse subterráneo, por unidad de volumen medio, al variar la presión en 1 unidad. (L^{-1})
p : Presión del agua subterránea.(ML^{-2})
F : masa de agua generada en un elemento de volumen.(M)
ρ : masa específica del agua.(ML^{-3})
dt : diferencial de tiempo.(T)

Si se consideran los siguientes supuestos :

- El embalse subterráneo es un medio homogéneo e isótropo.
- k : permeabilidad, es constante.
- ρ= cte(x,y).
- El acuífero a representar es bidimensional, puesto que los estratos son bastante uniformes, luego no es necesario modelar más de uno.

La ecuación anterior puede reescribirse de la siguiente manera :

$$\delta^2 h + F/k = (S/T)\ \delta h/\delta t \qquad (2)$$

en que :

$$- \delta^2 h = \delta^2 h/\delta x^2 + \delta^2 h/\delta y^2$$

- S : Coeficiente de almacenamiento. Corresponde a la variación del volumen liberado por una columna de acuífero de altura y sección unitarios, al descender el nivel piezométrico en una unidad. En un acuífero libre S = m, en que m es la porosidad. (adimensional)
- T: Transmisividad = K.b. Se define como el caudal que se filtra a través de una franja vertical de terreno, de ancho unitario y altura igual a la del manto permeable saturado, bajo un gradiente unitario.(L^2T^{-1})

- b: espesor saturado. (L)
- K: Permeabilidad. Se define como el caudal que pasa por una sección unidad del acuífero bajo un gradiente también unidad a una temperatura fija o determinada. (LT^{-1})

Las Ecuaciones de Diferencias finitas se pueden deducir por dos caminos : mediante un tratamiento matemático de la *Ecuación (2)*, que consiste en sustituir las derivadas de la ecuación diferencial por diferencias finitas aproximadas; o a partir de la Ley de D'Arcy en conjunto con el principio de conservación de masa, aplicado a un elemento diferencial componente del acuífero. En ambos casos se llega a una ecuación del tipo :

$$[A][h] = [b] \qquad (3)$$

en que [A] : matriz de los coeficientes de h.
[h] : matriz de piezometrías de cada celda.
[b] : matriz con los valores asociados a las recargas y descargas, como almacenamiento.

estas matrices son del tipo :

$$[A] = \begin{bmatrix}
E1 & F1 & 0 & 0 & H1 & 0 & 0 & . & . & . & . & .... \\
D1 & E2 & F2 & 0 & 0 & H2 & 0 & . & . & . & . & .... \\
0 & D2 & E3 & F3 & 0 & 0 & H3 & 0 & . & . & . & .... \\
0 & 0 & D3 & . & & & & & & & & . \\
B1 & 0 & 0 & & . & & & & & & & . \\
0 & B2 & 0 & & & . & & & & & & . \\
0 & 0 & B3 & & & & . & & & & & . \\
0 & 0 & 0 & & & & & . & & & & . \\
0 & 0 & 0 & & & & & & . & & & . \\
0 & 0 & 0 & & & & & & & . & & . \\
0 & 0 & 0 & & & & & & & & . & . \\
0 & 0 & 0 & & & & & & & & & . \\
. & 0 & 0 & & & & & & & & & . \\
. & . & 0 & & & & & & & & & . \\
. & . & . & & & & & & & & . & Fn-1 \\
. & . & . & . & . & . & . & . & . & . & . & En
\end{bmatrix}$$

$$[h] = \begin{bmatrix} h1,1 \\ h1,2 \\ h1,3 \\ \vdots \\ hi,j \\ \vdots \\ hn,m \end{bmatrix} \qquad [b] = \begin{bmatrix} b1,1 \\ b1,2 \\ b1,3 \\ \vdots \\ bi,j \\ \vdots \\ bn,m \end{bmatrix}$$

en que :

$Ei,j = -k.\Delta vi,j.\Delta rj\ /\Delta ci-1/2$
$-k.\Delta vi,j.\Delta rj\ /\Delta ci+1/2$
$-k.\Delta vi,j.\Delta ci\ /\Delta rj-1/2$
$-k.\Delta vi,j.\Delta ci\ /\Delta rj+1/2$
$+HCOFi,j$

$HCOFi,j = Pi,j - S'i,j\ \Delta rj\Delta ci\Delta vi,j/(tm-tm-1)$

$Pi,j = \Sigma\ pi,j$

$Bi,j = k.\Delta vi,j.\Delta rj\ /\Delta ci-1/2$

$Di,j = k.\Delta vi,j.\Delta ci\ /\Delta rj-1/2$

$Fi,j = k.\Delta vi,j.\Delta ci\ /\Delta rj+1/2$

$Hi,j = k.\Delta vi,j.\Delta rj\ /\Delta ci+1/2$

k : permeabilidad (LT^{-1})

$\Delta vi,j$: espesor estrato en celda i,j (L)

Δci : ancho columna nodo i (L)

Δrj : longitud fila nodo j (L)

pi,j : factor de recarga externa que representa la parte dependiente del gradiente piezométrico (L^2T^{-1}).

S' : Coeficiente de Almacenamiento específico (L^{-1}).

tm : Nº unidades de tiempo en el paso m (T)

hi,j : Piezometría del nodo i,j (L)

bi,j : $RHSi,j = - \Sigma\ qi,j - \dfrac{S'\Delta vi,j\Delta ci\Delta rjhi,jm-1}{(tm - tm-1)}$

qi,j : componente de recarga externa que representa la fracción constante e independiente del gradiente piezométrico. (L^3T^{-1}).

hi,jm-1 : cota del agua en el paso de tiempo m-1 (L).

Tanto la formulación de la ecuación diferencial como de la matricial son los resultados del análisis de un elemento diferencial, y del manejo matemático, El capítulo presente sólo pretende introducir al lector en los conceptos y planteamiento general del problema, así como de sus aproximaciones y método de solución, materia a la que se refiere el próximo párrafo.

Las ecuaciones matriciales así planteadas representan un conjunto de nxm ecuaciones con nxm incógnitas, las que sólo pueden ser resueltas simultáneamente. La complejidad del manejo de matrices, que resultan de gran tamaño en este caso, obliga a utilizar un método de solución aproximado, que puede ser la aproximación del problema inicial a otro similar de manera de resolverlo por los algoritmos matemáticos de que dispone el paquete computacional que se utilizará en esta simulación, denominado MODFLOW^{EM}.

Los métodos de solución de que dispone MODFLOW^{EM}, de la ecuación matricial enunciada en los párrafos anteriores, son los siguientes :

- Strongly Implicit Procedure (SIP).
- Slice-Succesive Overrelaxation (SOR).
- Preconditioned Conjugate Gradient, Version 2 (PCG2).

El método escogido en este modelo ha sido el tercero, y básicamente consiste en utilizar como algoritmo de solución del problema [A][h]=[b] el método del gradiente conjugado, transformándolo a

$$\begin{aligned} &\text{Min } [sk]Tr-[sk]T[M][sk] \\ &\text{s.a. } [h(t=0)] = [ho] \\ &\qquad [sk] = [hk+1]-[hk] \\ &\qquad [rk] = [b]-[A][hk] \\ &\qquad [M] = [I] + [A] + [A]2 + [A]3 \\ &\qquad k = \text{Nª correlativo de la k-ésima iteración.} \end{aligned}$$

y utilizando este algoritmo que en cada iteración sigue la dirección de un ponderado del gradiente de la función, con lo cual encuentra la solución óptima en muy pocas iteraciones, lo que redunda en una menor utilización de memoria y mayor velocidad de proceso computacional. La solución óptima a encontrar es global y única, puesto que [A] es matriz positiva definida, y [M] también.

Con respecto de los paquetes computacionales utilizados ya se ha comentado que estos son MODFLOW^{EM} y PM. PM es un software que permite el ingreso de datos de entrada a través de 2 formas: por medio de un editor celda a celda o de un editor por zonas. La forma más conveniente de ingresar datos, es a través del editor celda a celda.

PM dispone también de un graficador que posibilita obtener impresiones de los valores de algunas de los datos de entrada, como son la topografía de terreno, topografía del fondo rocoso, piezometría inicial, porosidad y permeabilidad.

Entre los resultados que se pueden obtener están los gráficos de las variaciones piezométricas a través del tiempo, de uno o varios puntos de cualquier nodo del acuífero. MODFLOW^{EM} es el programa principal, cuya función es leer los datos de entrada, introducir estos valores en las matrices y efectuar las iteraciones dadas por el algoritmo de búsqueda de soluciones. Estas soluciones van almacenándose período a período en los archivos output.dat, heads.dat y budget.dat; desde donde pueden leerse los Balances Globales, Balances Zonificados, Piezometrías Simuladas, y otros antecedentes de interés para el modelador como son el Nº de pasos de convergencia, diferencia de cotas y residuo máximos, etc.

3.4 OPERACION DEL MODELO

Tal como ya se ha descrito brevemente en otros capítulos el modelo opera de la siguiente manera :

1. Trabaja con 2 paquetes commputacionales denominados Processing Modflow (PM) y Modflow^{EM}.
2. PM es un pre y postprocesador de los datos de entrada y resultados que Modflow^{EM} entrega.
3. Modflow^{EM} es un programa que permite simular acuíferos cuyas propiedades han sido discretizadas, entregando principalmente balances y piezometrías celda a celda, para cada período.
4. La operación de estos paquetes está descrita en detalle en los manuales antes enunciados

3.5 DISCRETIZACION, CONDICIONES DE BORDE Y ELEMENTOS DE CONTRASTE

3.5.1 Discretización

3.5.1.1 Diseño del Mallaje (Discretización Espacial)

Para el planteamiento y resolución matemática del problema se dividió la superficie del acuífero en celdas rectangulares de dimensiones variables entre 2 y 8 Há. de superficie, con lados de 200*100, 200*200, 400*100 y 400*200 m.

Existe 820 celdas en total, en que el número de columnas es 41 y el de filas 20. En él , existe un total de 343 celdas activas y 477 celdas inactivas. Las celdas activas se han dividido en: 8 de nivel constante (los límites superior e inferior), 47 como celdas de río y las restantes 288 corresponden a celdas de recarga por infiltración predial y canales.

Para la discretización espacial se ha tenido en cuenta:

-La configuración física del acuífero, de acuerdo a los planos hidrogeológicos.

-La necesidad de individualizar el río Choapa que atraviesa el acuífero.

-La densidad de información existente previa a la confección del modelo.

-La escala de trabajo y la escala de los planos de base.

Todo lo mencionado en el párrafo anterior redundó en la confección de un mallaje tal como lo muestra el Plano denominado Modelo Aguas Subterráneas - Sector Salamanca - Llimpo (643-5d2-7). En éste se pueden apreciar las características de la división geográfica del área en estudio y zonas aledañas, las que se resumen a continuación :

- Nº Columnas : 41.(Eje abcisas, luego i=41)
- Nº Filas : 20.(Eje ordenadas, luego j=20)
- Dimensión de las columnas: 200 y 400 m.
- Dimensión de las filas : 100 y 200 m.
- Dirección del eje x : NS-WE.
- Dirección del eje y : NW-SO.

Ver página siguiente las figuras 7.2-1 "Alto de las Celdas", Figura 7.2-2 "Ancho de las Celdas" y Figura 7.2-3 "Area de las Celdas".

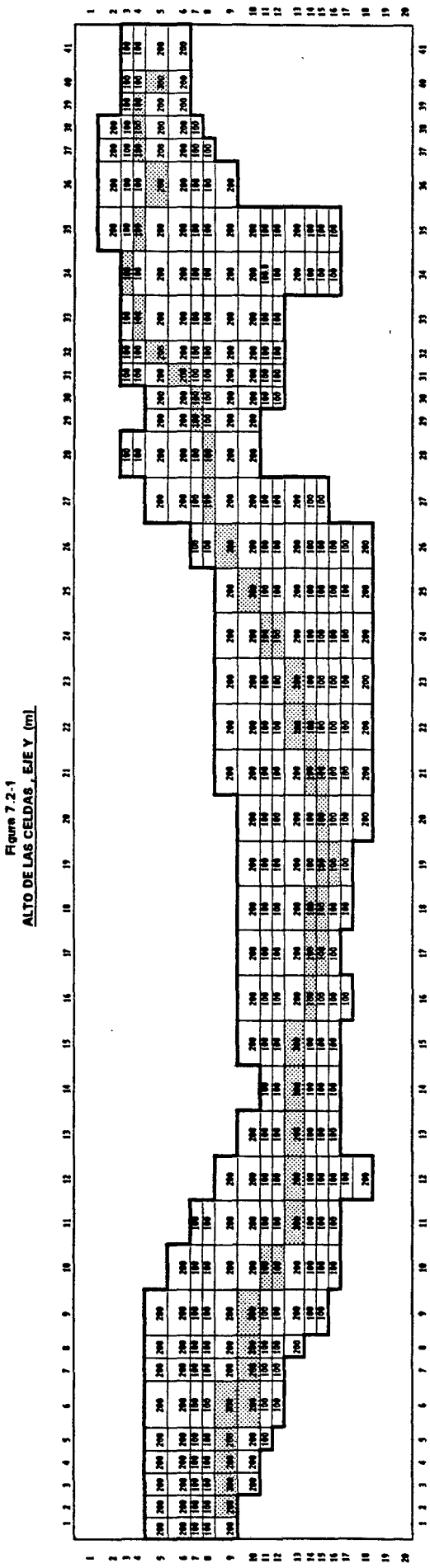


Figura 7.2-1

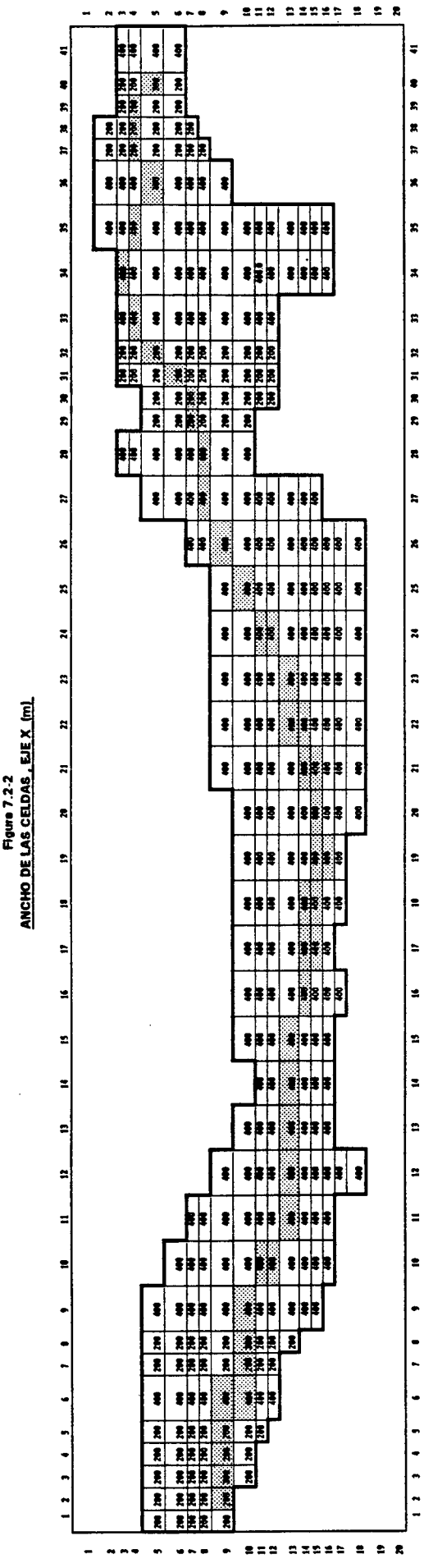


Figura 7.2-2

Figura 7.2-2
ANCHO DE LAS CELDAS , EJE X (m)

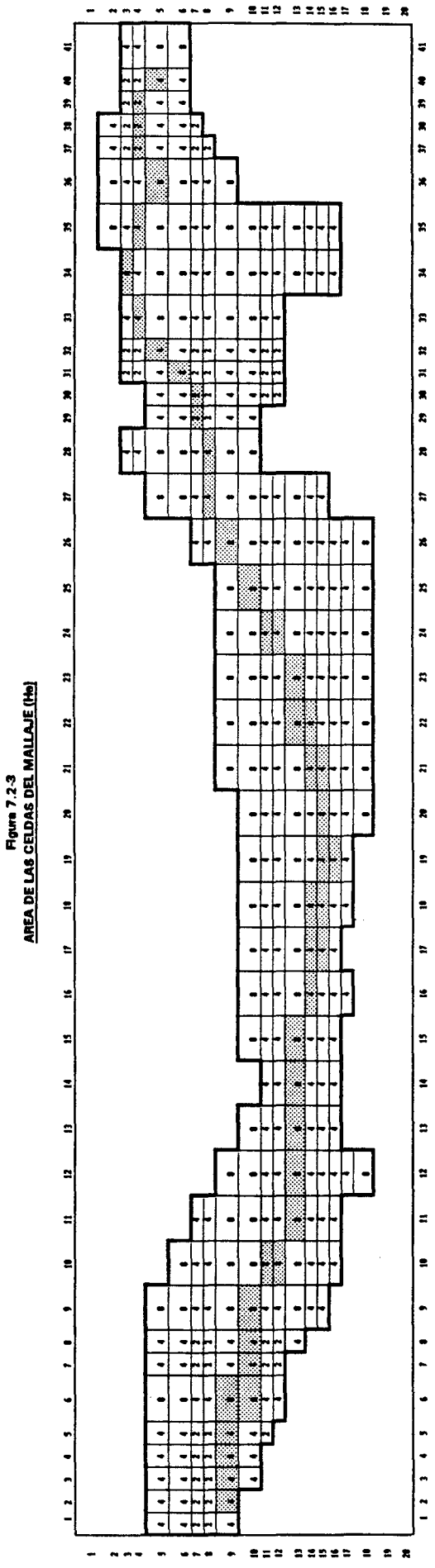


Figura 7.2-3

3.5.1.2 Escala de Tiempo (Discretización Temporal)

La escala de tiempo de la modelación se eligió tomando en consideración básicamente la periodicidad y densidad de los datos de contraste, junto con la disponibilidad de antecedentes para el cálculo de las recargas y descargas.

La unidad temporal de trabajo elegida fue el mes. De acuerdo con ello se han analizado los datos de entrada referentes al balance. El modelo calcula los movimientos de agua ocurridos de acuerdo con las características hidrogeológicas y de funcionamiento y entrega las cifras mensuales del balance malla por malla. El período de modelación corresponde a 12 meses.

Las razones que se ha tenido para operar con esta discretización temporal son las siguientes:

-Existe una variación temporal de la demanda que es del tipo mensual.

-Las infiltraciones provenientes del regadío presentan asimismo variaciones mensuales.

-Los registros de niveles freáticos medidos corresponden a valores mensuales.

-Para los fines de planificación de las extracciones se considera suficientemente ajustado una escala mensual.

3.5.2 Condiciones de Borde

Se han definido tres condiciones de borde a saber,

Mallas Inactivas (cerros)
Mallas de río
Mallas de borde constante

3.5.2.1 El Río Choapa

Las celdas de río se han definido como aquellas en que el río está en contacto con el acuífero y existe comunicación hidráulica entre ambos.

El río Choapa, constituye una fuente de recarga variable, que depende de las condiciones de funcionamiento del acuífero. Por lo tanto es diferente del conjunto de recargas periódicas, que se describen en detalle en el punto 4.6., las que en general son independientes de los niveles de la napa.

La discretización de su curso se ajustó a los límites establecidos en el mallaje.

En la *Figura 7.2-4*, se puede observar un mallaje con las celdas correspondientes al curso del Río.

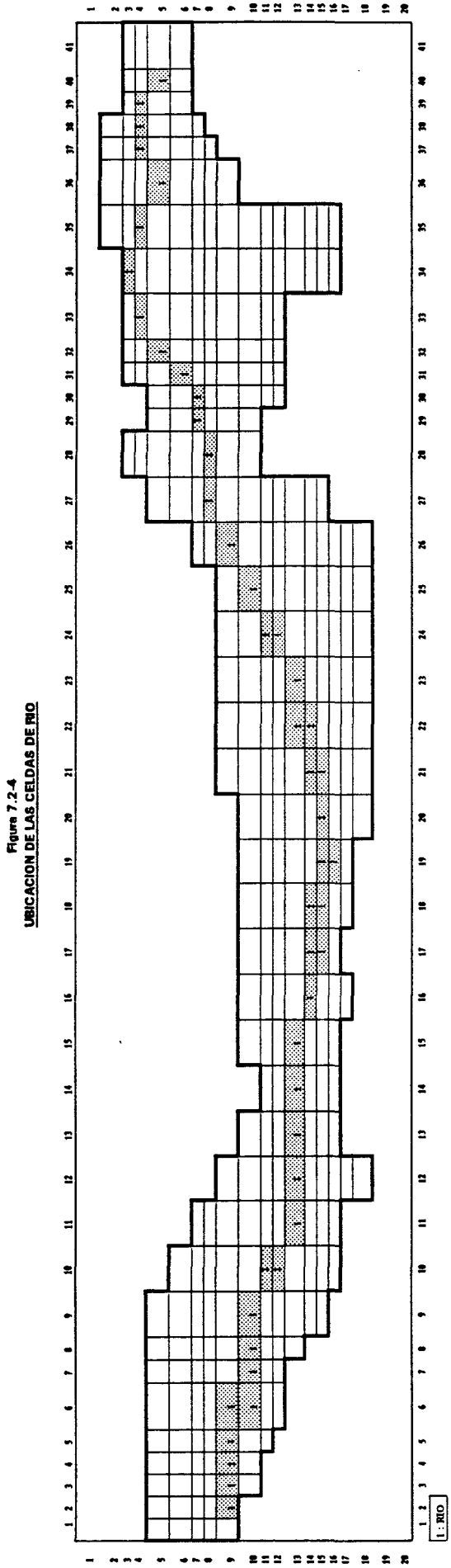


Figura 7.2-4

3.5.2.2 Definición del Tipo de Contornos

Para este modelo se han definido 2 tipos de contornos :

-**Activo**, de nivel constante
-**Inactivo**, impermeable.

Los primeros están ubicados en las celdas activas de los límites del mallaje, en tanto los otros se sitúan fuera del acuífero en la zona de cerros.

Las celdas activas limítrofes tanto de aguas arriba como de aguas abajo se han simulado con la condición de nivel constante permitiendo de este modo una comunicación directa tanto con el acuífero de aguas arriba como el de aguas abajo.

Las celdas inactivas no intervienen en la modelación y corresponden a los límites del mallaje (cerros).

La Figura 7.2-5 muestra los contornos, distinguiendo los tipos comentados en este capítulo además de las celdas de río y las de recarga.

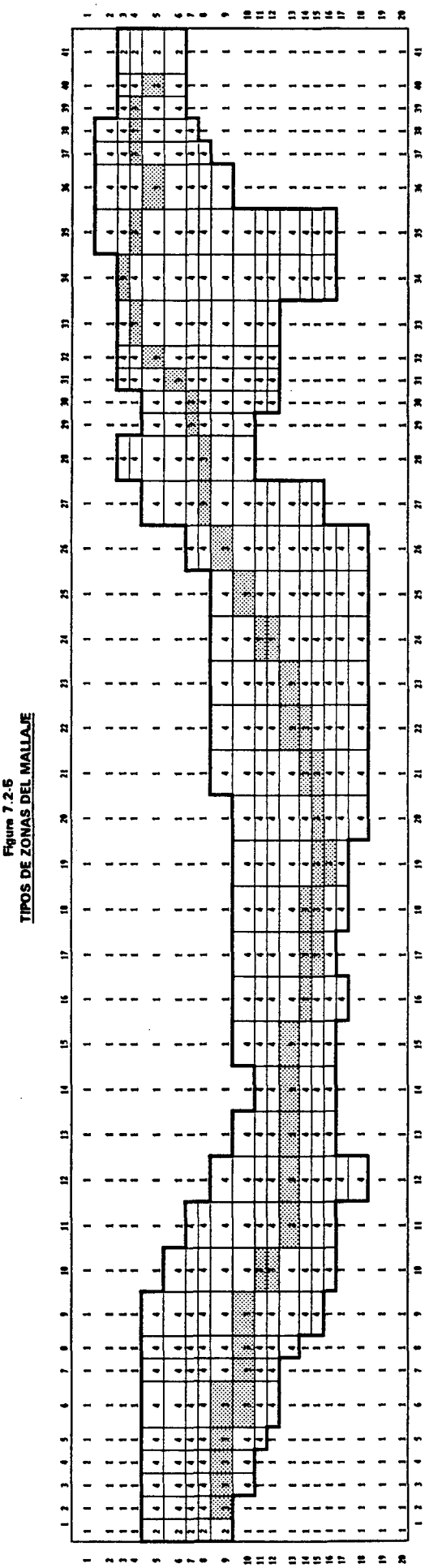

Figura 7.2-5
TIPOS DE ZONAS DEL MALLAJE
1 CELDAS INACTIVAS
2 CELDAS DE NIVEL CONSTANTE
3 CELDAS DE RIO
4 CELDAS ACTIVAS DE RECARGA

Figura 7.2-5

3.5.3 Elementos de Contraste

Uno de los elementos de contraste son las medidas de nivel estático, referidas al nivel del mar convirtiéndose en cotas de nivel de la napa en ciertos sondajes (7 pozos en total se disponía en este caso). Estas medidas se han obtenido del estudio para la Minera Anaconda efectuado por AyP.

Las piezometrías de contraste mencionadas en el párrafo anterior han sido presentadas anteriormente en el Anexo 3.9-1 del Capítulo 3.9 del presente Proyecto Choapa.

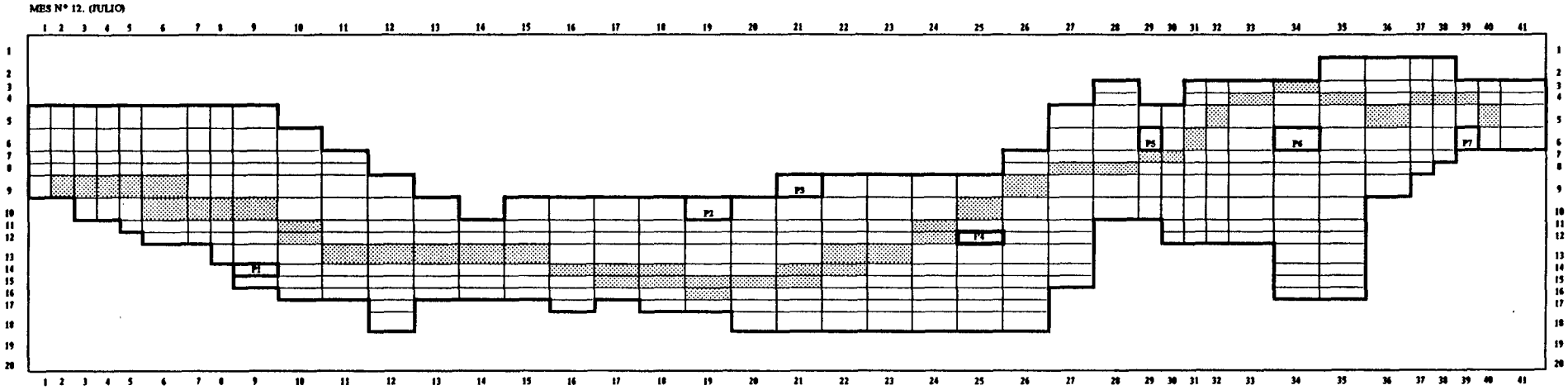
Los Pozos o norias usados en el contraste corresponden a :

Pozo	N o m b r e	Nº Anaconda
01	Pozo Noria A.P. El Queñe	Noria 5
02	Noria Parcela Nº 10 Sta Rosa	Noria 39
03	Noria Parcela Nº 6 Santa Rosa	Noria 45
04	Pozo Noria A.P. Higuerillas	Noria 8
05	Pozo Noria A.P. Jorquera	Noria 40
06	Pozo Profundo CORFO 861	Pozo 861
07	Pozo Noria A.P. Panguecillos.	Noria 23

Otros elementos de contraste corresponden a las zonas de vertientes ubicadas en las cercanías de Salamanca, donde el nivel de la napa se sitúa muy cerca de la superficie.

En la Figura 7.2-6 se presenta el mallaje con la ubicación de los puntos de contraste.

Figura 7.2-6
PUNTOS DE CONTRASTE (POZOS O NORIAS DE OBSERVACION)



P1: POZO NORIA AP. EL QUEÑE
P2:NORIA PARCELA #10 SANTA ROSA
P3:NORIA PARCELA #8 SANTA ROSA
P4:POZO NORIA AP. HIGUERILLAS
P5:POZO NORIA AP. JORQUERA
P6:POZO PROFUNDO CORFO 881
P7:POZO NORIA AP. PANGUECILLOS

Figura 7.2-6

3.6 DEFINICION DE VARIABLES Y PARAMETROS DE ENTRADA

Los datos de entrada al modelo están constituidos por los valores iniciales de la piezometría, los valores de T y S asignados a cada una de las celdas y los volúmenes de recarga en cada malla. Además de todas las características físicas del acuífero tales como la topografía de terreno y fondo del acuífero.

3.6.1 Topografía del Terreno

La fuente de origen de los antecedentes de niveles de terreno han sido los planos topográficos a escala 1:10.000 del presente "Proyecto Choapa".

En base a los planos topográficos se asignó un valor promedio para cada celda del mallaje.

En la Figura 7.2-7 se puede apreciar los datos de ingreso al modelo para la topografía del terreno.

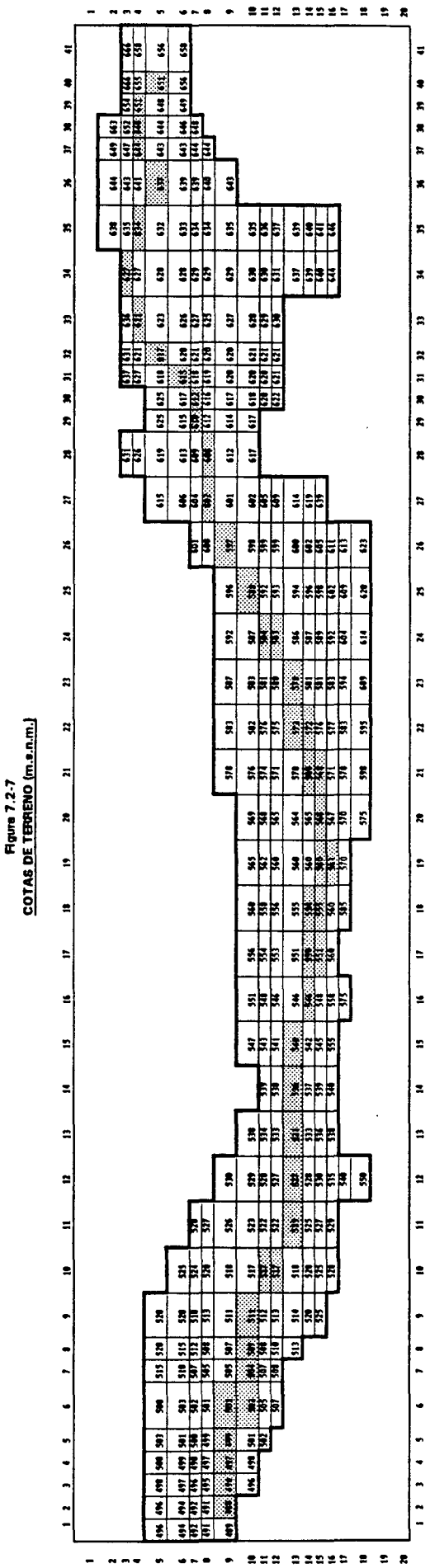


Figura 7.2-7

3.6.2 Topografía del Basamento Rocoso

La cota del Basamento Rocoso en cada celda se obtuvo por superposición del mallaje con el Plano de Basamento Rocoso referido al nivel del mar, obtenido del capítulo 6.1.2 "Estudio de Los Acuíferos Existentes".

La Figura 7.2-8 permite observar celda a celda los valores del nivel de la Roca de Basamento (m.s.n.m), que resultan de los datos discretos ingresados al modelo.

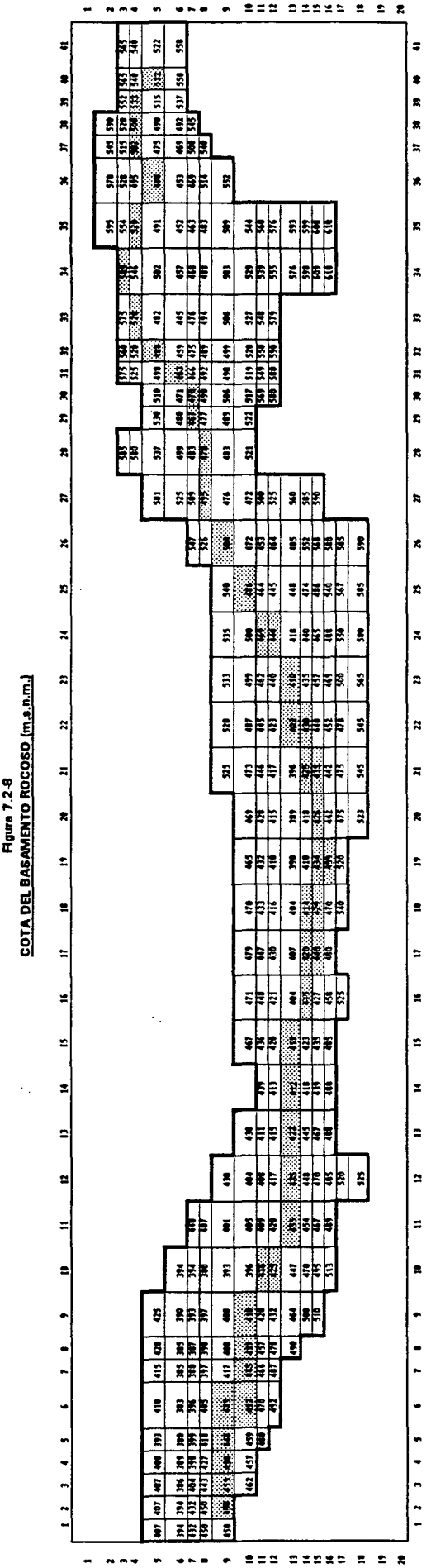


Figura 7.2-8

3.6.3 Piezometría Inicial

En cada una de las celdas del modelo se ha determinado la cota del nivel freático, para su obtención se ha tenido en cuenta los siguientes antecedentes:

-Nivelación de norias, pozos, vertientes, sondeos, puntos de aforo y fondo de río.

-Perfiles topográficos transversales del río en los sitios en que hay sondeos de reconocimiento.

-Mediciones de niveles del mes de agosto de 1981 en conjunto con mediciones del estudio Anaconda hasta 1982.

-Plano de Isopiezas ,construido en base a los antecedentes anteriores y presentado en el capítulo 3.9 "Diagnostico de la situación actual, Antecedentes Hidrogeológicos" del presente Proyecto Choapa.

La discretización de estos datos de entrada se ha efectuado de la misma manera ya expuesta, obteniéndose el resultado que aparece en la Figura 7.2-9 donde se indican las piezometrías iniciales.

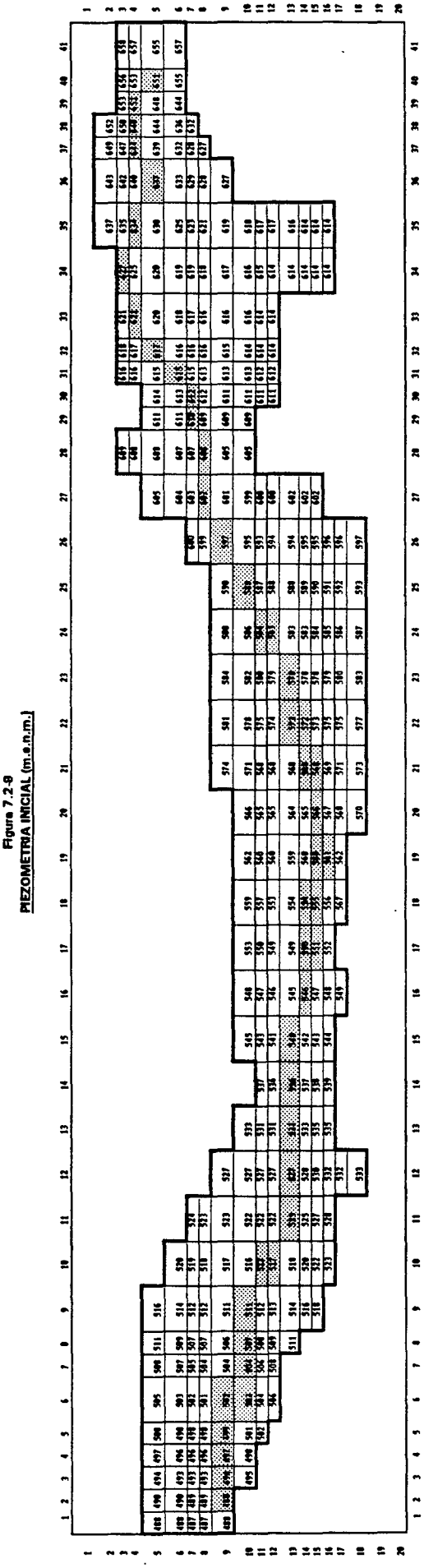


Figura 7.2-9

3.6.4 Transmisibidad y Permeabilidad

Se tomó como base los valores obtenidos en pruebas de bombeo realizadas en los sondeos de reconocimiento Nº1,2,3,4,5,y 13 efectuados por la minera Anaconda durante 1980-1981 y que se encuentran en la zona a modelar. Lo anterior da una densidad de información de un dato por cada 50 celdas del modelo.

Para la asignación de los valores se tomó un valor promedio de los resultados obtenidos en las pruebas de recuperación y bombeo, tanto en los pozos de bombeo como en los de observación en cada caso. Además se tuvo en cuenta la disminución de la transmisibidad en la parte baja del acuífero. Para efectuar interpolaciones se tomo en cuenta la configuración geométrica del embalse subterráneo siendo mayor la transmisibidad en el sector central del valle y menor hacia los costados del valle.

El modelo ingresa como dato de entrada la permeabilidad. No obstante lo anterior, se presentan los valores de T de la discretización del acuífero. Ver Figura 7.2-10 "Transmisibidad".

La Permeabilidad, o Conductividad Hidráulica Horizontal como es denominada en los manuales de Modflow, se obtuvo dividiendo los valores de T de cada celda por el correspondiente valor del Espesor Saturado en esa celda, de modo de obtener K (permeabilidad) discretizada para posteriormente ingresarla al modelo. La figura 7.2-11 permite apreciar los valores de k ingresados al modelo, distinguidos en el acuífero por rangos que van entre 1 y 30 m/día.

Los valores del Espesor Saturado se obtuvieron de la diferencia entre el Basamento Rocoso y la Piezometría Inicial. Los valores celda a celda del Espesor Saturado se presentan en la Figura 7.2-12.

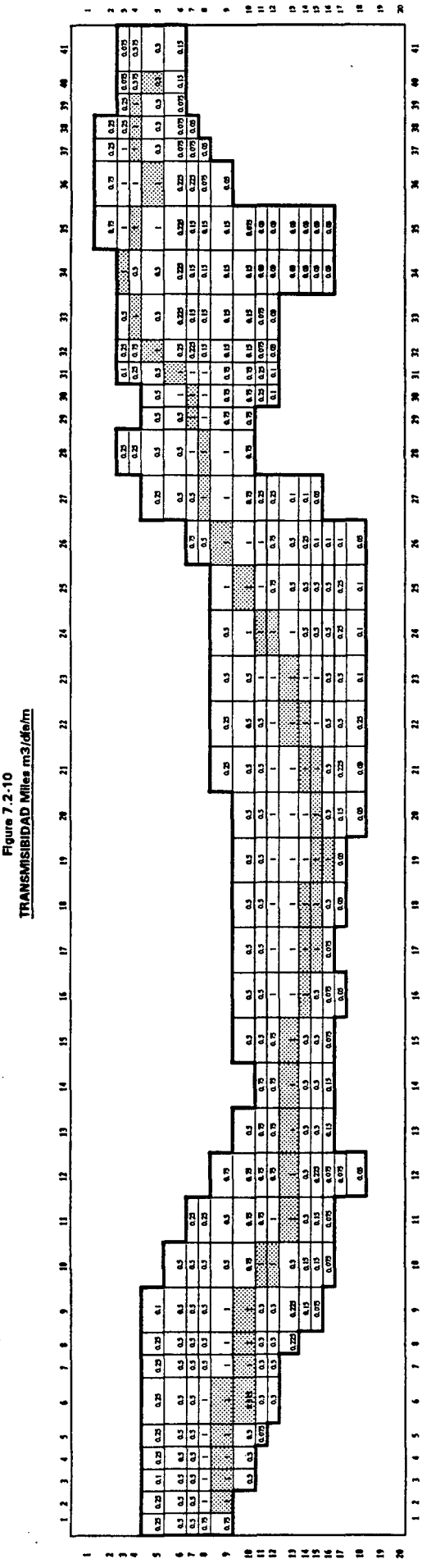


Figura 7.2-10

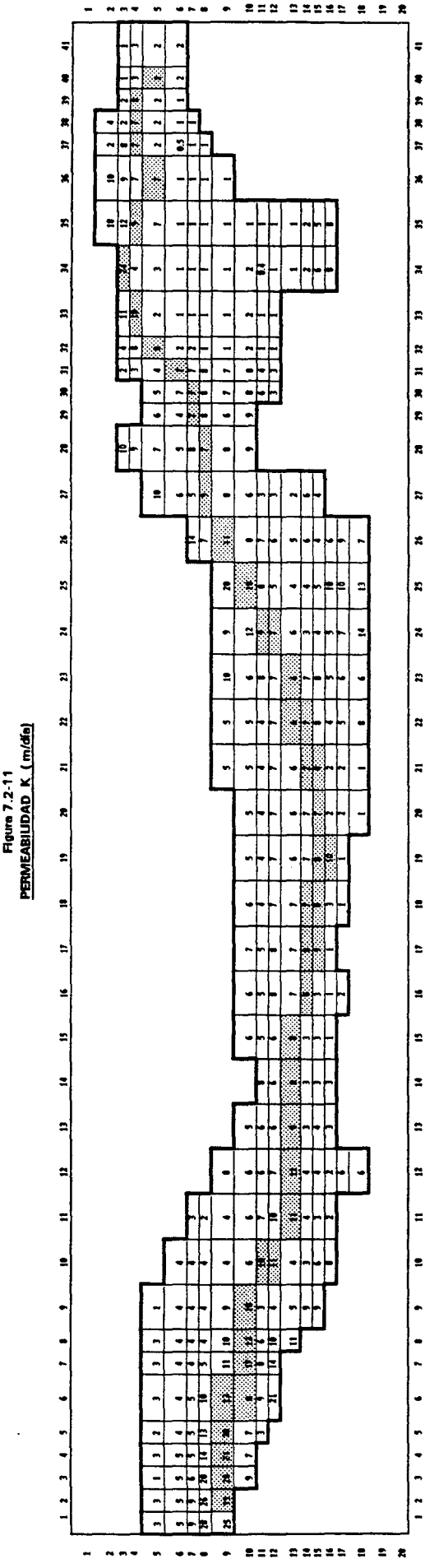


Figura 7.2-11

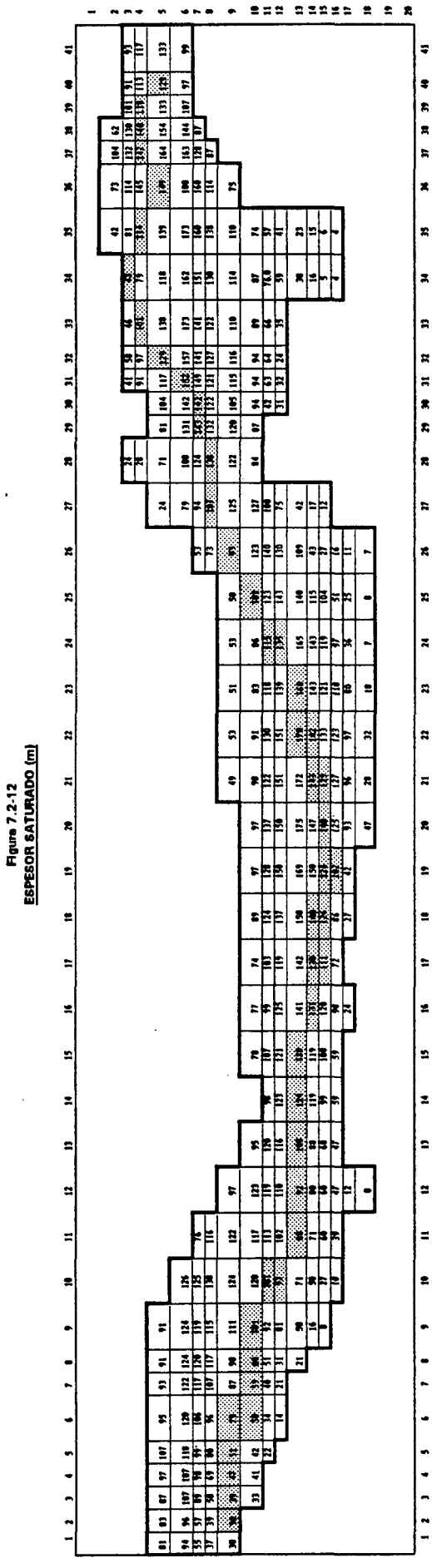


Figura 7.2-12

3.6.5 Coeficiente de Almacenamiento y Porosidad

El dato de entrada concerniente a este modelo es, en estricto rigor, la porosidad efectiva, puesto que es igual al coeficiente de almacenamiento de mediano plazo (anual). El paquete computacional utilizado para el ingreso de datos distingue entre porosidad, utilizada como coeficiente de almacenamiento por Modflow, y coeficiente de almacenamiento. El ingreso del coeficiente como porosidad se aplica en modelos en que éste es constante a lo largo del tiempo, como es el caso. El ingreso del coeficiente como tal, se aplica a modelos en que éste parámetro varía con el tiempo.

Los antecedentes tenidos en cuenta en la asignación del coeficiente de almacenamiento han sido similares a los usados para la transmisibidad. Salvo que en este caso se ha tenido en cuenta además la naturaleza libre del acuífero.

Los valores **obtenidos fluctúan entre 4% y 6%**.De acuerdo a las experiencias realizadas por motivo del estudio de AyP para Anaconda.

En la Figura 7.2-13 se pueden observar los valores del Coeficiente de Almacenamiento adoptados en la modelación para cada una de las celdas consideradas.

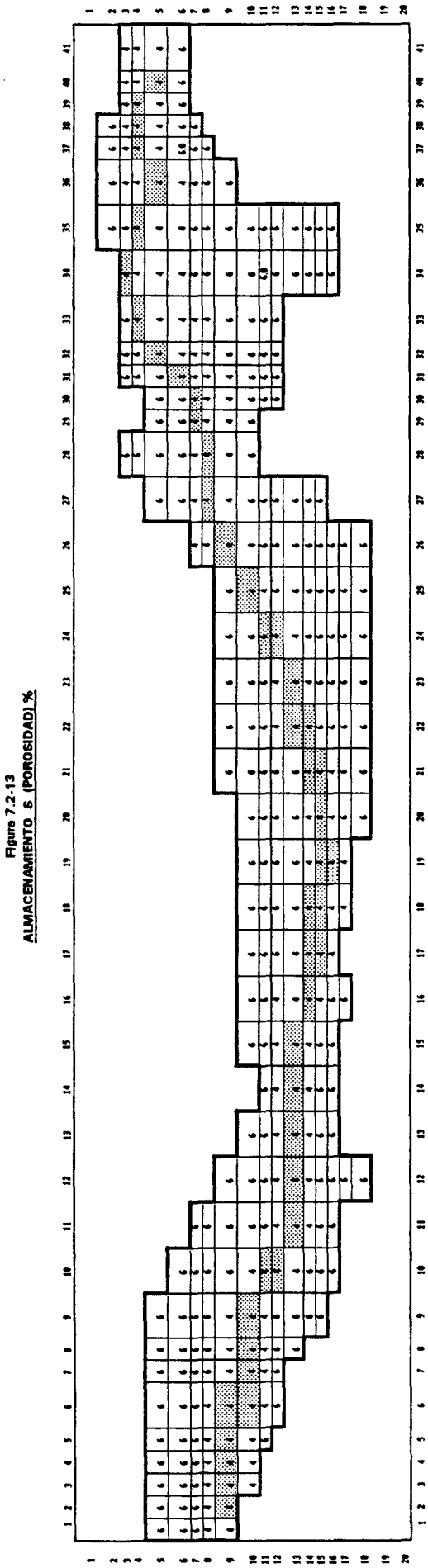


Figura 7.2-13

3.7 RECARGAS

El modelo considera 2 zonas del acuífero diferentes donde ocurre este tipo de recarga. Estas son :

-Infiltración producto de Regadío Predial
-Infiltración en los Cauces de los Canales.

3.7.1 Recargas Producto del Regadío Predial

Se determinó la zona regada donde se producen las recargas por este concepto.

Los canales involucrados en regar estas zonas corresponden a:

-Canal Buzeta
-Canal Panguecillos
-Canal LLimpo Breas
-Canal Chalingano

En el cuadro 7.2-1 se presentan los caudales medios mensuales de los canales involucrados

Cuadro 7.2-1

	CAUDALES MEDIOS MENSUALES m3/s											
CANALES	AGO	SEPT	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL
PANGUECILLO	0,000	0,260	0,203	0,347	0,376	0,289	0,096	0,203	0,058	0,029	0,029	0,000
EL QUEÑE	0,000	0,068	0,048	0,087	0,096	0,072	0,024	0,048	0,014	0,007	0,007	0,000
P O B L A C I O N (HIGUERAL)	0,000	0,482	0,502	1,128	0,386	0,723	0,627	0,473	0,482	0,482	0,033	0,000
C H A L I N G A N O (LLIMPO)	0,035	0,203	1,003	0,559	0,434	0,502	0,444	0,463	0,415	0,367	0,367	0,000
BUZETA	0,000	2,122	1,495	0,569	0,222	0,367	0,338	0,637	0,829	0,627	0,482	0,024

Fuente: Estudio AyP para Minera Anaconda

Se determinó la dotación de riego para cada canal en m^3/Ha/mes.

Se asignó el área de influencia de cada canal,comprendiendo un número de mallas del modelo.

Se consideró que un 60% de la dotación de riego calculada, se aplica realmente al riego predial y que el 40 % restante circulaba por los canales en horas de no regadío. Esto se basa

en el hecho que solamente se riega durante el día y que en general no existen tranques de acumulación nocturna.

La tasa de infiltración se consideró variable, según los meses del año, de acuerdo con la mayor o menor disponibilidad de agua en los canales y según el cuadro adjunto:

Cuadro 7.2-2

Mes	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago
Tasa %	20	20	20	15	15	10	10	10	0	0	0	0

Durante los meses de Mayo a Agosto no se consideró infiltración debido a que no hay regadío.

Las tasas de infiltración resultantes para las cuatro zonas en que se dividió la recarga predial se pueden indicar según el cuadro siguiente:

Cuadro 7.2-3

INFILTRACION POR RIEGO PREDIAL

SECTORES	PANGUECILLOS (HIGUERILLA, EL QUEÑE)	BUZETA	HIGERAL (POBLACION, CHALINGANO)	L L I M P O BREAS
HA REGADAS	542	54	528	94
SEP				
TASA m3/Ha	217	256	570	406
OCT				
TASA m3/Ha	167	179	1236	546
NOV				
TASA m3/Ha	291	68	1389	182
DIC				
TASA m3/Ha	232	20	503	92
ENE				
TASA m3/Ha	177	33	757	69
FEB				
TASA m3/Ha	41	21	441	64
MAR				
TASA m3/Ha	83	38	384	104
ABR				
TASA m3/Ha	24	50	370	108
TOTALES m3	667744	35910	2983200	147674

Las dotaciones por canal muestran gran variación con valores de 1230, 670, 5600 y 1570 m^3/Ha/año. Presentando una media alrededor de 2000 m^3/Ha/año.

En la página siguiente se presenta la Figura 7.2-14 donde se indican las Zonas con Recarga producto del Riego Predial.

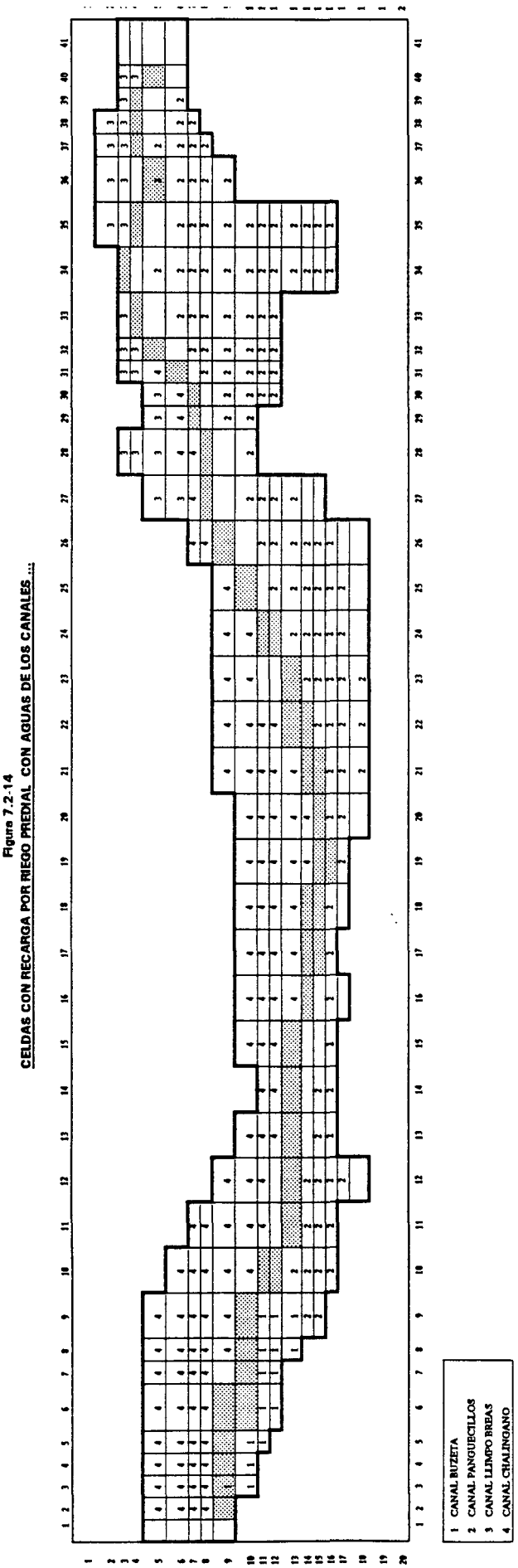

Figura 7.2-14
CELDAS CON RECARGA POR RIEGO PREDIAL CON AGUAS DE LOS CANALES ...
1 CANAL BUZETA
2 CANAL PANGUECILLOS
3 CANAL LLIMPO BREAS
4 CANAL CHALINGANO

Figura 7.2-14

3.7.2 Recargas Producto de Infiltración en Canales.

La infiltración desde los canal proviene de las pérdidas por conducción del flujo que transportan estos cursos, cuyo origen es el Río Choapa.

Los canales considerados durante la modelación y que se ubican en el sector corresponden a :

-Canal Panguecillo
-Canal LLimpo Breas
-Canal Higeral
-Canal El Queñe
-Canal Buzeta

El volumen mensual de agua infiltrada por los canales se ha calculado de la siguiente forma:

-Se partió de la estadística de caudales medios mensuales registrados entre 1981.

-Se asignó en una primera aproximación una infiltración de **8% del caudal de bocatoma por cada kilómetro de canal**, ello teniendo como base mediciones efectuadas en terreno durante el estudio Anaconda.

-Se determinaron las celdas que se ven afectadas por infiltración de canales.

Cuadro 7.2-4

TASAS DE INFILTRACION EN CANALES
(m3/mes) PARA 100 METROS DE LONGITUD DE CANAL

CANALES	% INFILTRACION	m3/mes POR CADA 100 m DE CANAL AGO	SEPT	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL
PANGUECILLO	0,08	0	5400	4200	7200	7800	6000	2000	4200	1200	600	600	0
EL QUEÑE	0,08	0	1400	1000	1800	2000	1500	500	1000	300	140	140	0
POBLACION (HIGUERAL)	0,08	0	10000	10400	23400	8000	15000	13000	9800	10000	10000	680	0
CHALINGANO (LLIMPO)	0,08	720	4200	20800	11600	9000	10400	9200	9600	8600	7600	7600	10
BUZETA	0,08	0	44000	31000	11800	4600	7600	7000	13200	17200	13000	10000	500

En la Figura 7.2-15 se presenta el mallaje con la identificación de las celdas con recarga desde los canales existentes en el sector.

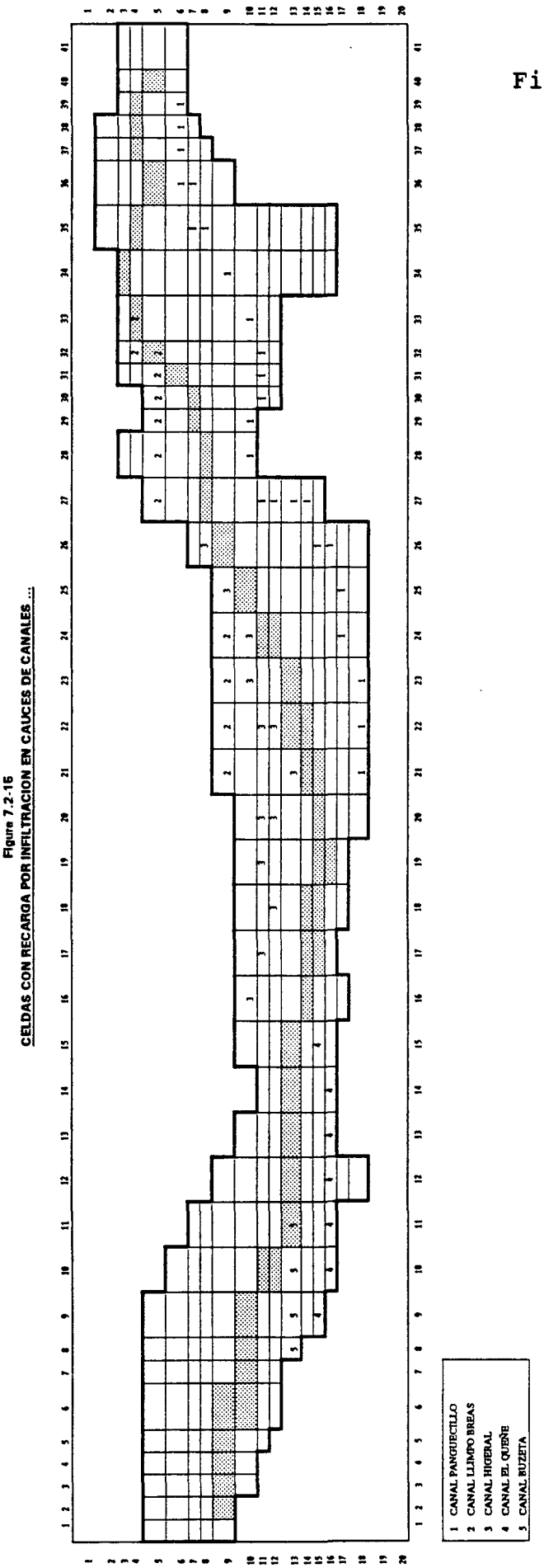


Figura 7.2-15

Figura 7.2-16
CELDAS CON RECARGA POR INFILTRACION EN CAUCES DE CANALES ...

3.7.3 Recarga desde el río Choapa

Conforme se ha discutido en el capítulo anterior, el río Choapa es una condición de borde, puesto que el río se ha considerado como fuente de recarga variable dependiente del nivel de la napa con respecto del nivel del río. Así su magnitud tanto como de recarga y descarga se obtendrá de la modelación misma del acuífero.

De la Ley de D'Arcy se tiene que la forma discretizada de la ecuación de recarga del Río es la siguiente :

Infiltración en cada celda de Río = $C_{i,j}$ x ($h_{Ri,j}$ - h) (4)

Con $C_{i,j} = k_{i,j} \times W_{i,j} \times L_{i,j} / M$
$h = h_{i,j}$ para $h_{i,j} < h_{BOTi,j}$
$h = h_{BOTi,j}$ para $h_{i,j} >= h_{BOTi,j}$

en que

$C_{i,j}$ Conductancia del Nodo i,j (L^2T^{-1})

h_R Cota de la superficie de agua del río en ese nodo. (L)

h Cota del agua bajo el lecho del río (L)

$k_{i,j}$ Permeabilidad del lecho del río en la celda i,j. (LT^{-1})

$W_{i,j}$ Dimensión de la celda i,j que se encuentra perpendicular al curso del río (L)

$L_{i,j}$ Dimensión de la celda i,j que se encuentra paralela al curso del río (L)

M Espesor del lecho del río (L)

$h_{i,j}$ Cota del agua subterránea en la celda i,j (L)

$h_{BOTi,j}$ Cota fondo del lecho del río en la celda i,j (L)

Al definir este tipo de recarga los datos que se deben ingresar son:

Conductancia del lecho del Río,
Cota del Fondo del lecho y
Cota de Agua en el Río.

La Conductancia, se obtiene de la expresión ya referida en la Ecuación 4, considerando los parámetros ahí descritos.

En la página siguiente se presenta el mallaje con los valores adoptados para la Conductancia según la Figura 7.2-16.

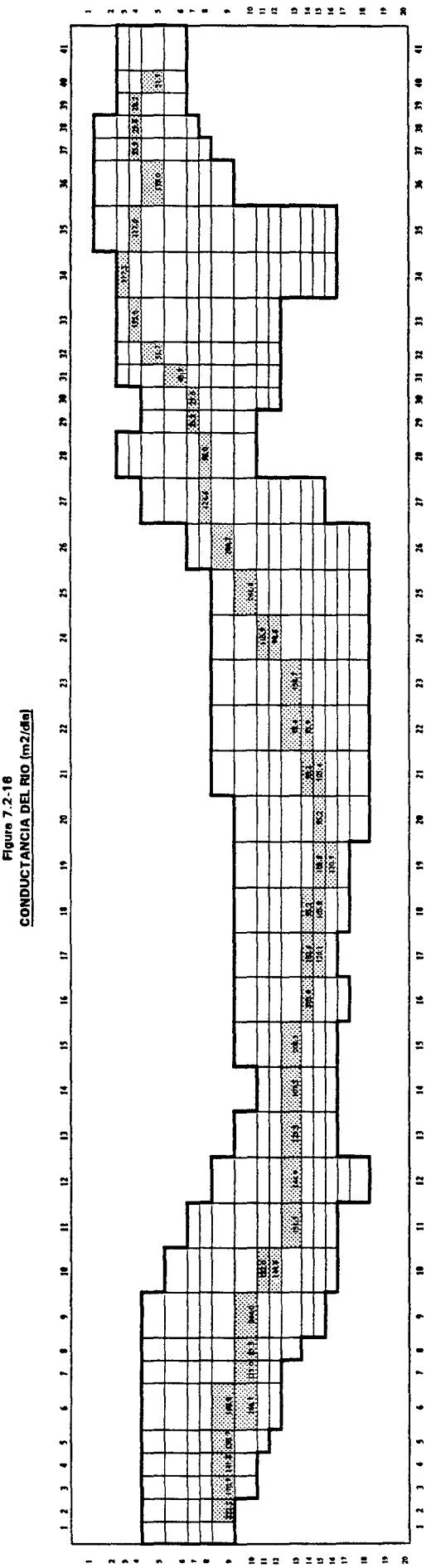


Figura 7.2-16

Las cotas del fondo del lecho y de la superficie se han referido a la topografía de terreno en cada celda, ya que se ha supuesto una cota del fondo del lecho inferior en 2 m. a la de terreno, y la cota del agua del río inferior en 0,5 m. al terreno para todos los períodos de simulación.

La permeabilidad vertical del río fue considerada como 1/10 de la permeabilidad del acuífero.

En las páginas siguientes se presentan los valores de ingreso al modelo para: Permeabilidad del lecho del río (Figura 7.2-17), Cota del agua en el río (Figura 7.2-18) y Cota de Fondo del lecho del río (Figura 7.2-19).

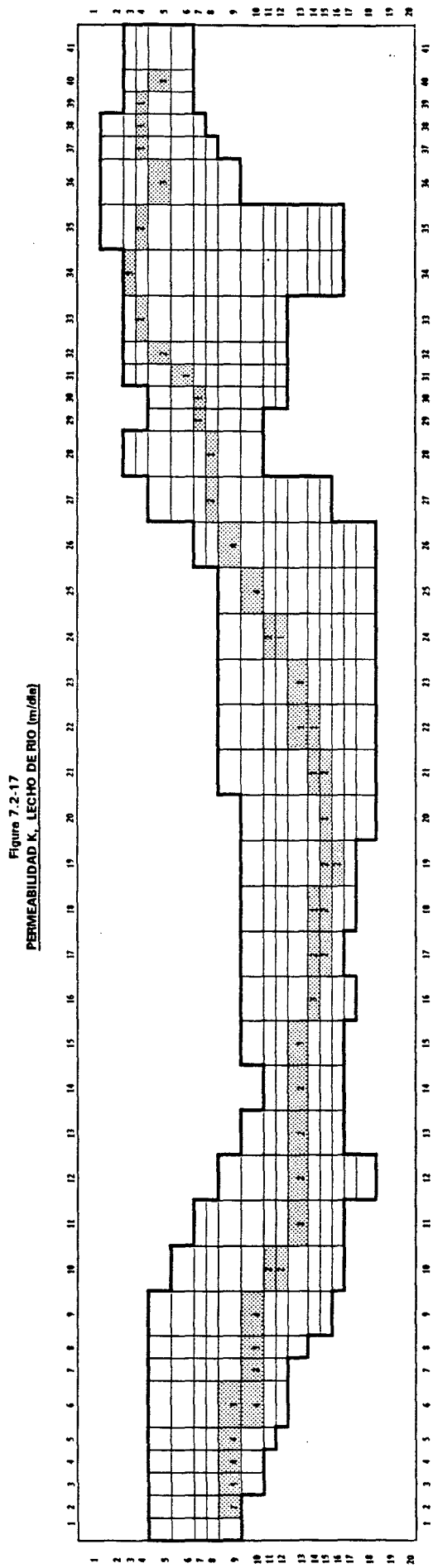


Figura 7.2-17

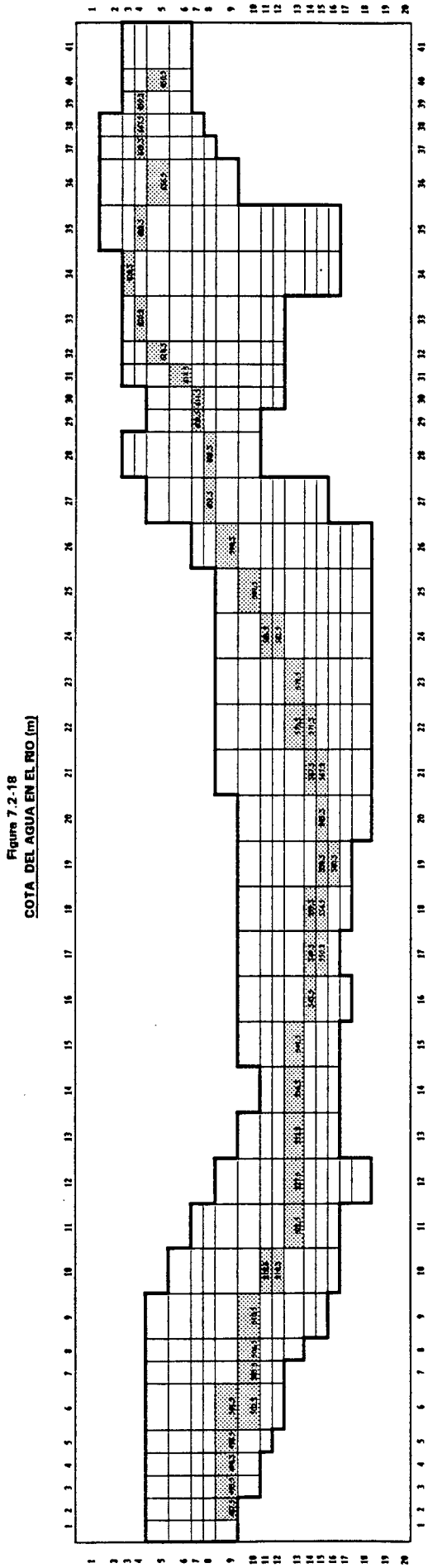


Figura 7.2-18

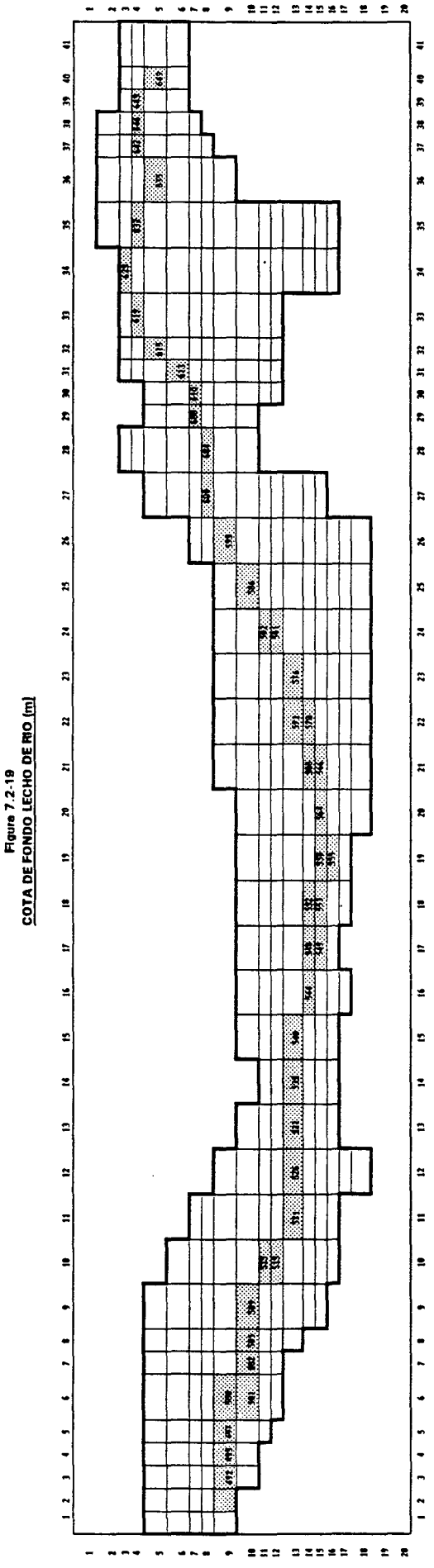


Figura 7.2-19

3.8 DESCARGAS

Las descargas de un acuífero principalmente son las extracciones artificiales, las descargas subterráneas hacia acuíferos de aguas abajo, afloramientos tanto hacia los terrenos adyacentes como hacia el río, si éste se encuentra presente y en condiciones de una cota menor que el nivel freático del acuífero.

Dadas las condiciones de mínima explotación del acuífero en el sector a modelar no se han considerado las extracciones artificiales por sondeos ya que estos son de pequeña magnitud.

3.9 PROCESO DE AJUSTE : DESCRIPCIÓN DE PASADAS Y COMENTARIOS.

3.9.1 Antecedentes Generales

El proceso de ajuste se describe y comenta en el presente capítulo, incluyéndose aspectos tales como la aplicación misma del modelo computacional, los motivos de la elección de las escalas de tiempo y longitud, etc.; a la vez que comentarios respecto de los resultados obtenidos.

Las escalas internas de tiempo y longitud se escogieron en virtud de la precisión requerida, la periodicidad de los datos de entrada y el tiempo total de cálculo. Conforme a ello, se seleccionó el **tiempo de simulación en días**, Stress Periods cada 30 días y Time Steps de duración 30 días. La longitud se expresó en metros.

Los datos se revisaron exhaustivamente antes de ser ingresados al modelo, puesto que un alto porcentaje de los problemas de la calibración son producto de errores en el ingreso de datos y estimaciones, como ha podido constatar el consultor en los varios modelos hidrogeológicos realizados.

Otra fuente de problemas en la calibración es la elección del método de convergencia y los parámetros de este método, ya que una mala elección puede significar un incremento realmente considerable de los tiempos de ejecución de cada pasada como la exactitud de convergencia.

Considerando el tipo de ecuaciones que resulta de la formulación ya establecida en capítulos anteriores, que resulta ser lineal, se ha escogido el método del Gradiente Parcial Conjugado Precondicionado, que convergerá siempre en un paso iterativo en cada mes.

Los elementos de contraste utilizados son las **piezometrías y el balance global.**

El balance se ha obtenido del dimensionamiento de los volúmenes mensuales recargados y descargados.

La recarga se compone de la infiltración por regadío predial y canales (ambos denominados recarga), río Choapa y entradas laterales desde el acuífero de aguas arriba.

La descargada resulta de la salida hacia el acuífero de aguas abajo y las salidas hacia el río.

3.9.2 Calibración del Modelo

El modelo matemático fue calibrado en sólo una pasada, gracias a las providencias tomadas en cuanto a minimizar los errores y cuantificando con precisión los contrastes. Pese a ello, el concepto de calibración depende de la precisión que el modelador considere aceptable, de modo que el criterio aplicado fue: **"coincidencia de un porcentaje superior al 50% de los puntos de contraste y balance con una diferencia entre entradas y salidas cercana al 5% de las entradas".**

Para ser más explícito, de los 7 puntos de contraste (pozos o norias de observación) 4 se ajustaron a la trayectoria de las curvas piezométricas medidas con diferencias no superiores a 1 m. Los restantes 3 puntos concuerdan con la trayectoria de las curvas de contraste, sin embargo distan varios metros (no superiores a 10) de dichas curvas. Los gráficos de contraste se acompañan al final de este capítulo, y en ellos se puede observar lo siguiente :

- De los 3 sondajes con diferencias apreciables entre los valores simulados y reales, dos están ubicados cercanos entre si y a la vez de los cerros (borde impermeable). Estos son el pozo noria de la Parcela #6 de Sta. Rosa y el pozo noria de la parcela #10 de Sta. Rosa. Como puede observarse en los gráficos respectivos, los niveles iniciales (t=0) se encuentran a la misma diferencia de cotas que los siguientes niveles, de manera que es posible pensar en una no acertada asignación de Ho o que la cota del pozo difiere en mucho de la cota promedio de la celda, o ambos. La primera alternativa es bastante factible, ya que no hay que olvidar que los valores de H0 se obtuvieron de las curvas generadas con motivos del estudio hidrogeológico, y el proceso de asignación de alturas iniciales a cada celda es el resultado de la interpolación

de estas curvas, de modo que es posible un error de 5-8 m en una celda de 200 x 400 m como son estas. La segunda alternativa tiene sentido, puesto que en una celda de 200 m en dirección al cerro 5 m de desnivel (2,5% de pendiente) puede ser e incluso puede haber una pendiente superior, de modo que la cota promedio de la celda es superior a la cota real del pozo si éste se encuentra en un sector extremo, ya sea alto o bajo.

- El tercer pozo con diferencias corresponde al sondaje profundo CORFO Nº 861. Este se encuentra en un sector de fuertes recargas y en una celda de 8 Há. En este caso puede suceder que las recargas estén sobredimensionadas en el sector aledaño a la celda, ya que ellas se han establecido en base a criterios promedio mensuales y se han aplicado a una extensa superficie, lo cual puede no ser cercano a la realidad de este pozo específico.

En cuanto al balance, que se adjunta, se puede comentar lo siguiente :

- La diferencia porcentual entre entradas y salidas es exactamente 6%.

- Anualmente el acuífero recibe del orden de **6 millones de** m^3, de los cuales un 20 % (1,18 millones de m^3) es aportado por el acuífero de aguas arriba (Sector Cuncumén - LLimpo) y el restante 80% (4,82 millones de m^3) proviene de recargas entre las que se distinguen las infiltraciones de riego predial y las de canales. Por su condición del nivel de la napa cercano al nivel de terreno y por consiguiente cercano al nivel del agua en el río éste no produce recargas. No obstante ello una vez que se explote el acuífero el nivel de la napa descenderá de manera que se genere un gradiente hidráulico que permita las infiltraciones desde el río.

- Las salidas a nivel anual son del orden de los 6,4 millones de m^3, compuestas de un 39% (2,47 Millones de m^3) de aportes hacia el acuífero de aguas abajo y un 61% (3,89 millones de m^3) de descargas hacia el Río Choapa.

- Los meses de mayor recarga 550.000 a 1.000.000 m^3 ocurren en el período que abarca desde el mes de Septiembre hasta el mes de Enero, vale decir 5 meses. Estos valores se deben a la recarga por riego y canales, que está de acuerdo con la época de mayores disponibilidades de agua de deshielo y la necesidad de riego intensivo. Las

descargas no presentan una estacionalidad o variación mensual apreciable, sino resultan más bien constantes durante el año.

- Pese a la estacionalidad de las recargas, no se produce tal estacionalidad con los niveles estáticos. La razón de ello es que el acuífero está no confinado y el río comunicado, de modo que cualquier variación en las recargas se refleja en las descargas hacia el río, como puede apreciarse en la columna Río del cuadro Balance Global, sin afectar los niveles de la napa.

- La variación anual del almacenamiento es menor que un 1% de los ingresos, con períodos de incremento del almacenamiento, sobretodo en el lapso Septiembre - Enero, y otros de caída, en el resto del año.

De lo anteriormente comentado se concluye lo siguiente :

- El Balance del acuífero se confirma y está en torno a los 6 millones de m^3 anuales.

- El conjunto de datos de entrada, conformado por las características geométricas, hidráulicas, de la napa y funcionamiento se ajustan a mediciones reales, de modo que el estudio hidrogeológico se reafirma con el modelo hidrogeológico.

- El hecho de que la recarga sea de 6 millones de m^3 anuales no significa necesariamente que la extracción máxima sea de ese tamaño, sino que podría extraerse una cantidad superior en la medida que disminuyan las salidas al río y éste pueda recargar en esas celdas donde ocurre la salida, a la vez que este acuífero es altamente susceptible de ser recargado artificialmente destinando una mayor proporción del agua a riego, o simplemente construyendo sondajes de recarga aguas arriba del acuífero o en el acuífero mismo, cuando las condiciones de explotación deprimieran las napa para permitir estas recargas.

- El punto anterior puede analizarse mediante simulación con el modelo.

- Este modelo debiera calibrarse permanentemente con otras medidas que se tomen en terreno en los mismos sondajes, con el objeto de determinar más exactamente las condiciones actuales, y precisar los resultados aquí entregados. Como asimismo obtener mediciones en otros

puntos del acuífero y que estos estén lo suficientemente repartidos y espaciados en el área de interés de manera que permitan calibrar el modelo lo más homogéneo en el espacio.

En el cuadro 7.2-5 se presenta el Cuadro del Balance Global del Modelo Salamanca - LLimpo.

Cuadro 7.2-5 Balance Global

		Balance Global (m3/mes)						
Modelo Hidrogeológico Acuífero Río Choapa, sector LLimpo - Salamanca								
MES	Borde H=cte	Borde H=cte	Río	Recarga	Tot in	Tot out	I-O	Variacion
	Superior	Inferior						Almac.
AGO	80.589	-190.530	-172.359	7.380	87.969	-362.889	-274.920	-277.815
SEP	95.573	-202.665	-238.632	580.740	674.313	-441.297	233.016	181.071
OCT	97.431	-212.409	-316.956	822.000	919.431	-529.365	390.066	367.998
NOV	98.802	-218.661	-392.324	911.520	1.010.322	-610.985	399.337	389.944
DIC	98.844	-216.252	-390.223	464.520	563.364	-606.475	-43.111	29.430
ENE	99.378	-214.308	-390.699	592.020	691.398	-605.007	86.391	63.821
FEB	100.638	-210.312	-379.021	387.900	488.538	-589.333	-100.795	-76.955
MAR	100.689	-207.414	-365.959	393.600	494.289	-573.373	-79.084	-35.830
ABR	101.232	-206.481	-362.832	345.780	447.012	-569.313	-122.301	-30.345
MAY	102.840	-200.448	-327.693	218.340	321.180	-528.141	-206.961	-183.024
JUN	103.284	-198.789	-315.579	109.500	212.784	-514.368	-301.584	-96.439
JUL	104.310	-195.903	-243.561	1.440	105.750	-439.464	-333.714	-331.934
AÑO	1.181.610	-2.474.172	-3.895.838	4.834.740	6.016.350	-6.370.010	-353.660	-78
%	20%	39%	61%	80%			-5,9%	0,0%

3.9.3 Contraste Piezométrico del Modelo Calibrado

En las Figuras 7.2-20 a la 7.2-26, se presentan los 7 gráficos con el contraste piezométrico del modelo calibrado. Estos pertenecen a pozos con mediciones periódicas durante 12 meses durante 1981 a 1982, período considerado en la modelación.

Los Pozos o norias usados en el contraste corresponden a :

Pozo	Nombre	Nº Anaconda
01	Pozo Noria A.P. El Queñe	Noria 5
02	Noria Parcela Nº 10 Santa Rosa	Noria 39
03	Noria Parcela Nº 6 Santa Rosa	Noria 45
04	Pozo Noria A.P. Higuerillas	Noria 8
05	Pozo Noria A.P. Jorquera	Noria 40
06	Pozo Profundo CORFO 861	Pozo 861
07	Pozo Noria A.P. Panguecillos.	Noria 23

Figura 7.2-20

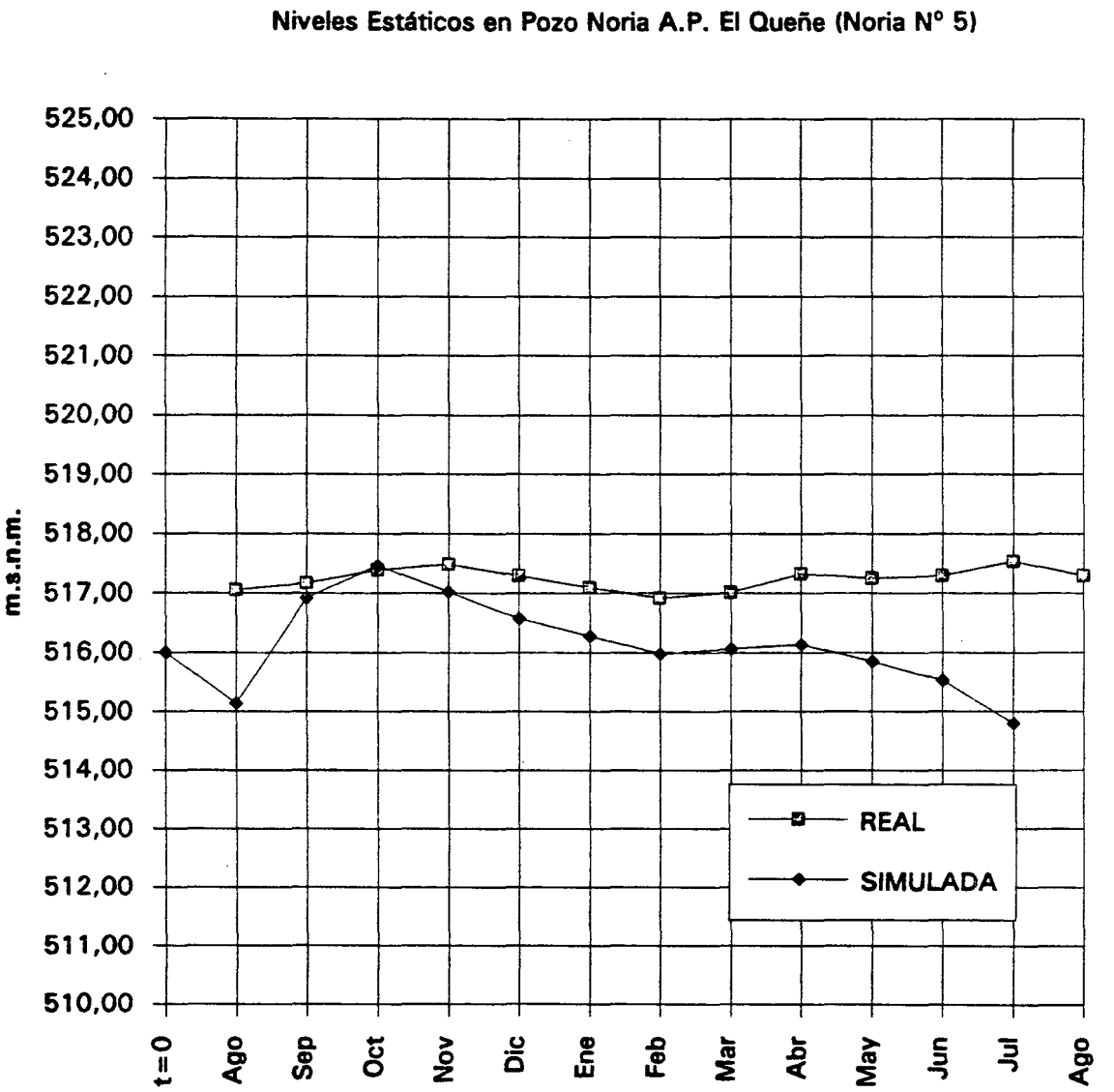

Niveles Estáticos en Pozo Noria A.P. El Queñe (Noria N° 5)
m.s.n.m.
525,00
524,00
523,00
522,00
521,00
520,00
519,00
518,00
517,00
516,00
515,00
514,00
513,00
512,00
511,00
510,00
t=0
Ago
Sep
Oct
Nov
Dic
Ene
Feb
Mar
Abr
May
Jun
Jul
Ago
REAL
SIMULADA

Figura 7.2-21

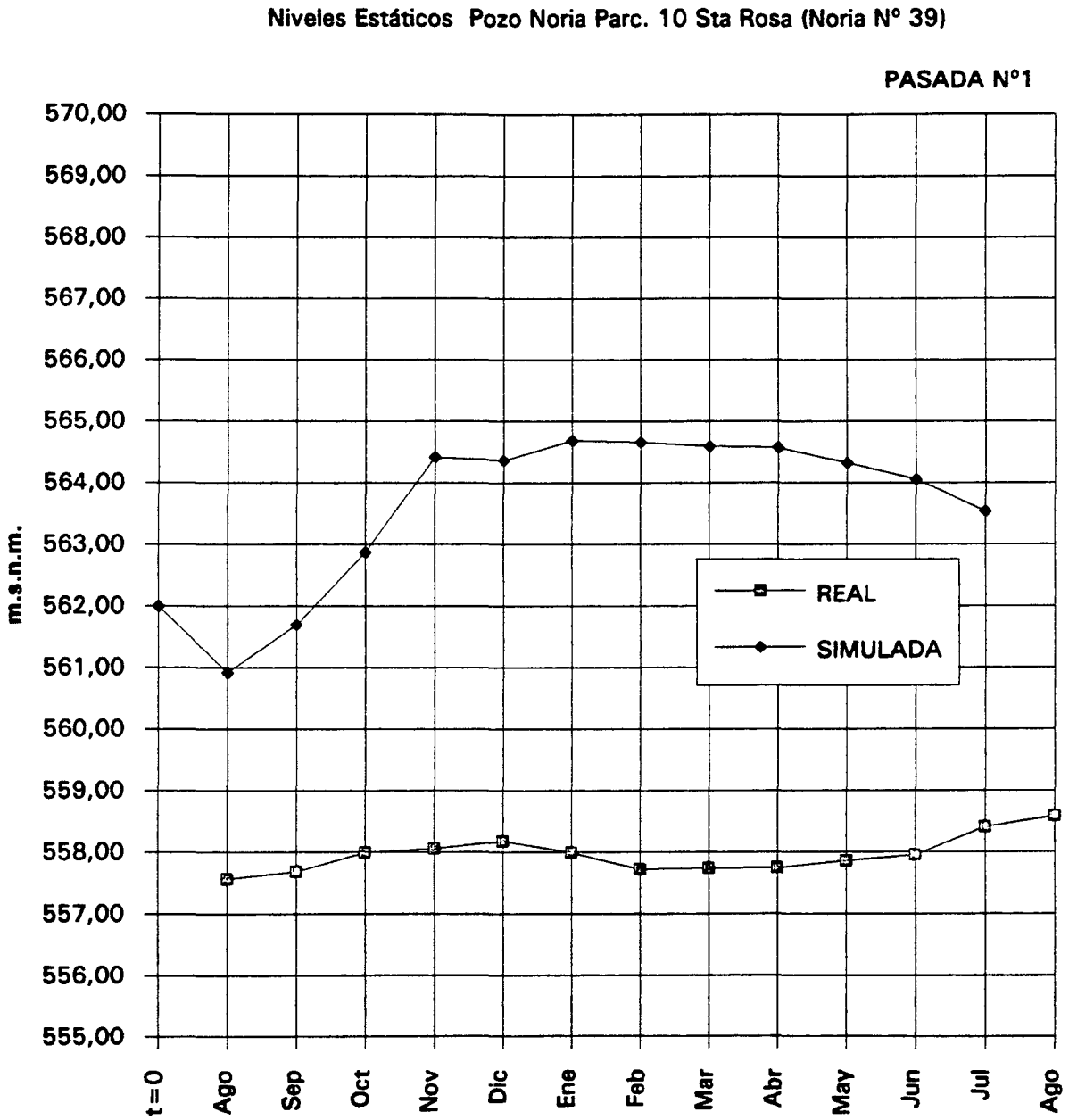

Niveles Estáticos Pozo Noria Parc. 10 Sta Rosa (Noria N° 39)
PASADA N°1
570,00
569,00
568,00
567,00
566,00
565,00
564,00
563,00
562,00
561,00
560,00
559,00
558,00
557,00
556,00
555,00
m.s.n.m.
REAL
SIMULADA
t=0
Ago
Sep
Oct
Nov
Dic
Ene
Feb
Mar
Abr
May
Jun
Jul
Ago

Figura 7.2-22

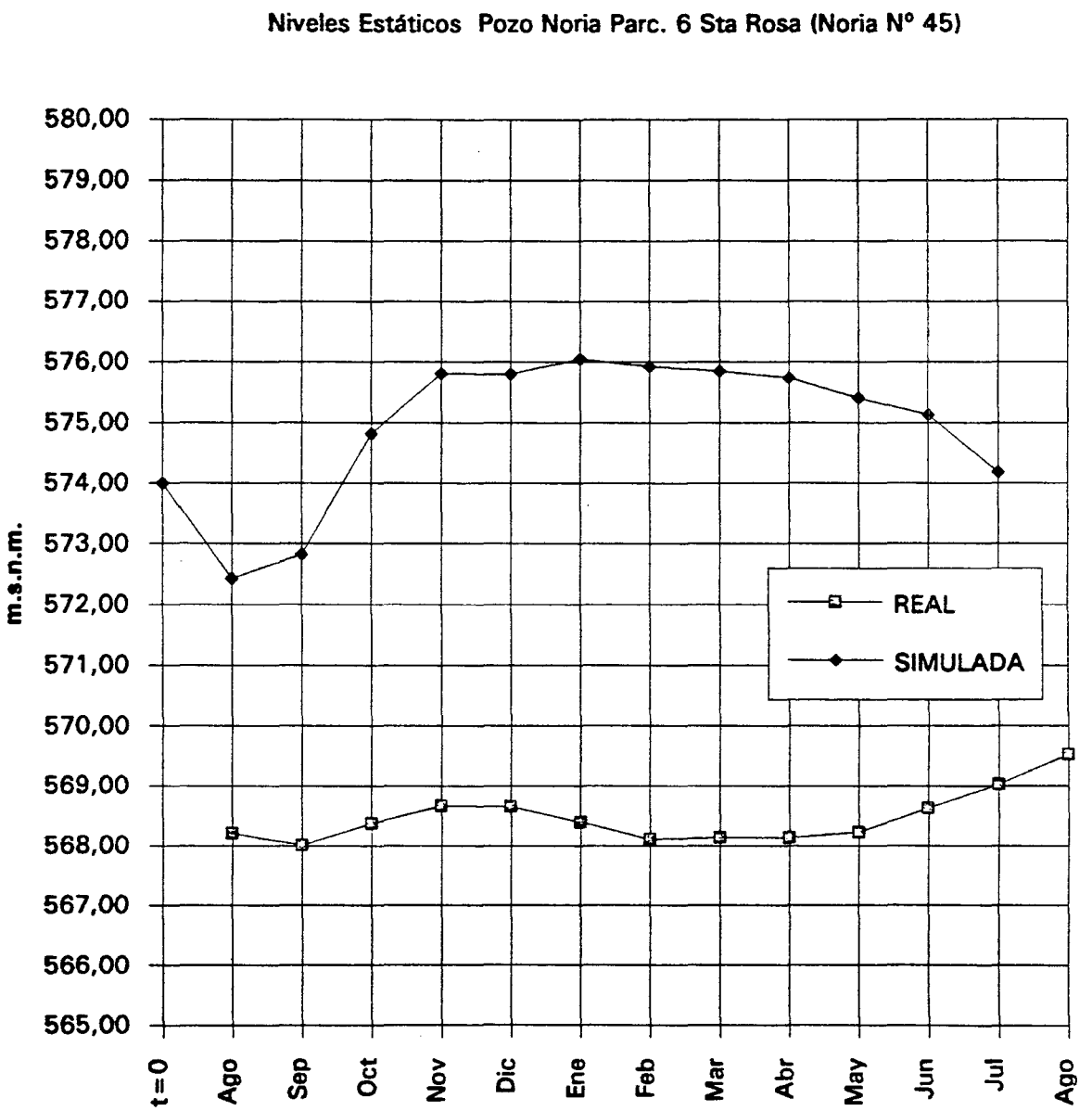

Niveles Estáticos Pozo Noria Parc. 6 Sta Rosa (Noria Nº 45)
m.s.n.m.
580,00
579,00
578,00
577,00
576,00
575,00
574,00
573,00
572,00
571,00
570,00
569,00
568,00
567,00
566,00
565,00
t=0
Ago
Sep
Oct
Nov
Dic
Ene
Feb
Mar
Abr
May
Jun
Jul
Ago
REAL
SIMULADA

Figura 7.2-23

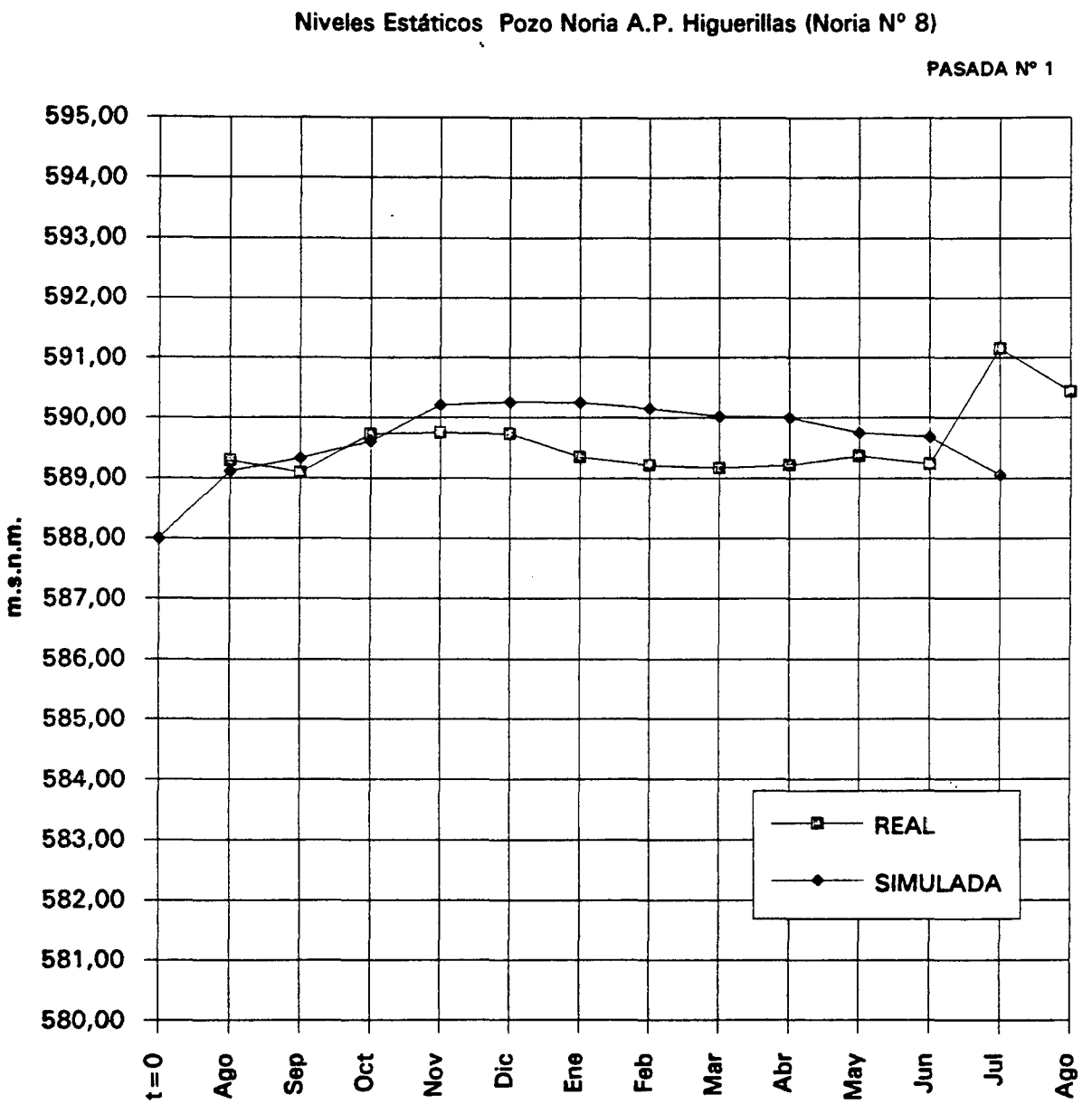

Niveles Estáticos Pozo Noria A.P. Higuerillas (Noria Nº 8)
PASADA Nº 1
595,00
594,00
593,00
592,00
591,00
590,00
589,00
588,00
587,00
586,00
585,00
584,00
583,00
582,00
581,00
580,00
m.s.n.m.
t=0
Ago
Sep
Oct
Nov
Dic
Ene
Feb
Mar
Abr
May
Jun
Jul
Ago
REAL
SIMULADA

Figura 7.2-24

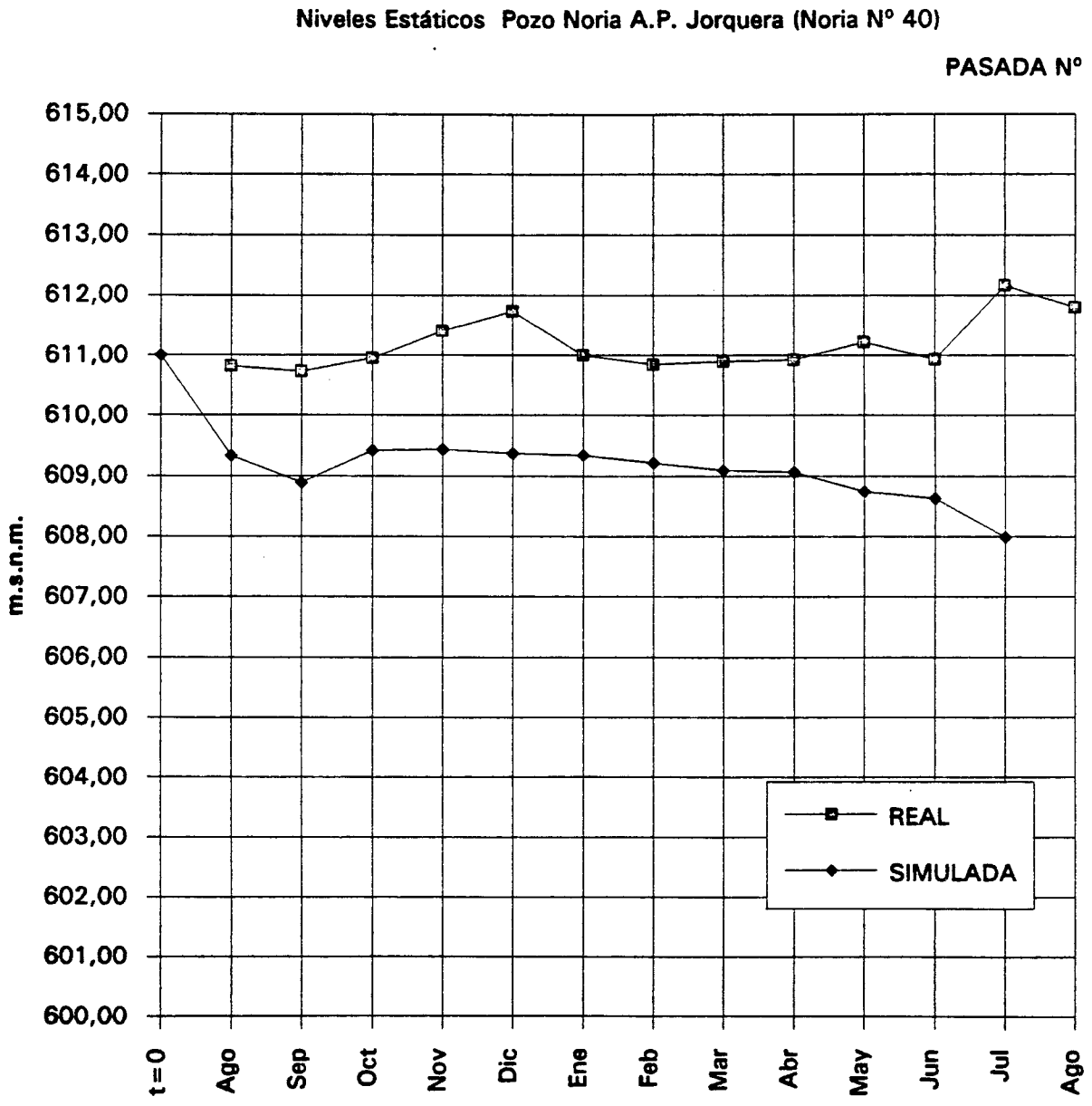

Niveles Estáticos Pozo Noria A.P. Jorquera (Noria Nº 40)
PASADA Nº 1
615,00
614,00
613,00
612,00
611,00
610,00
609,00
608,00
607,00
606,00
605,00
604,00
603,00
602,00
601,00
600,00
m.s.n.m.
t=0
Ago
Sep
Oct
Nov
Dic
Ene
Feb
Mar
Abr
May
Jun
Jul
Ago
REAL
SIMULADA

Figura 7.2-25

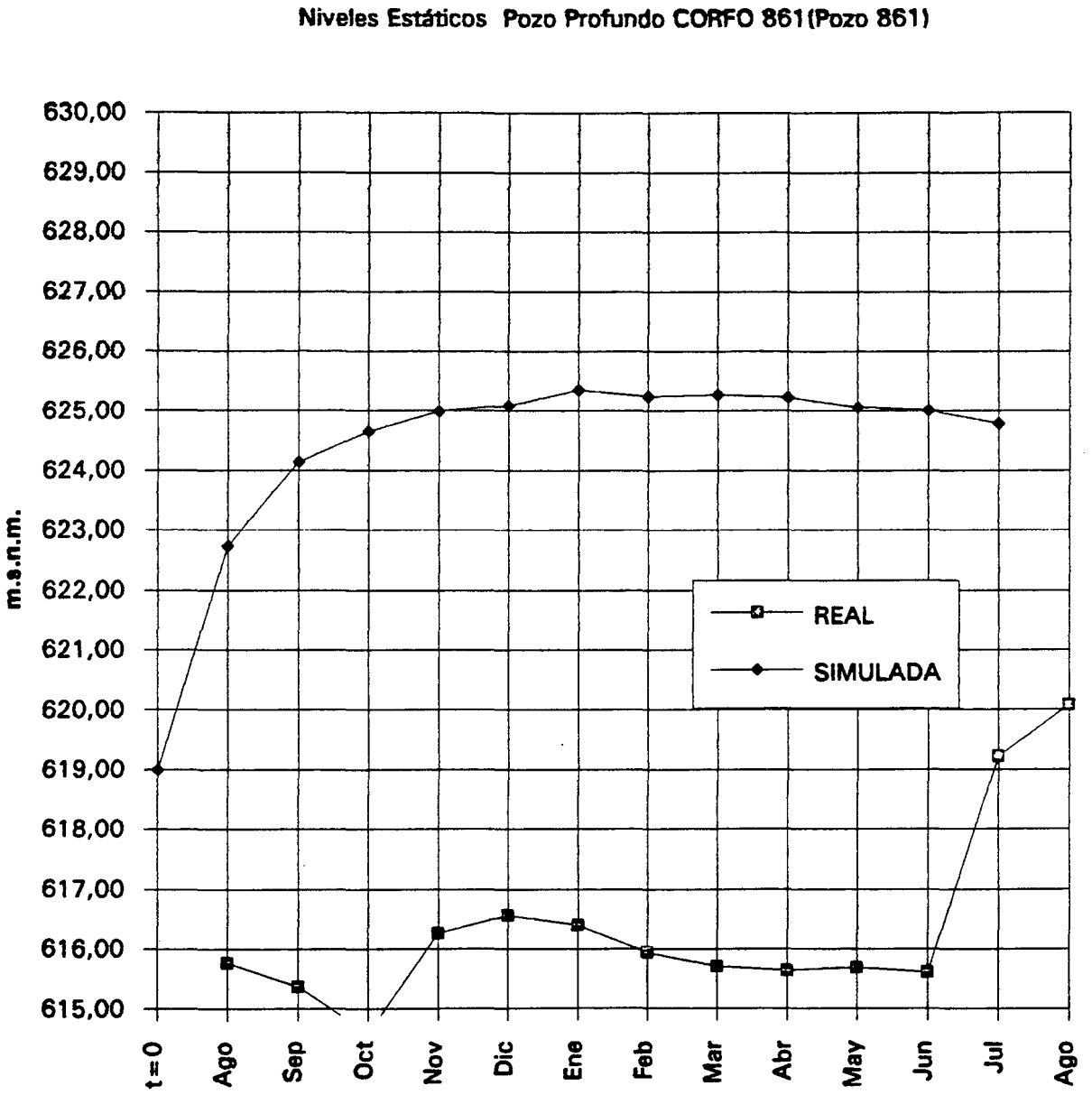
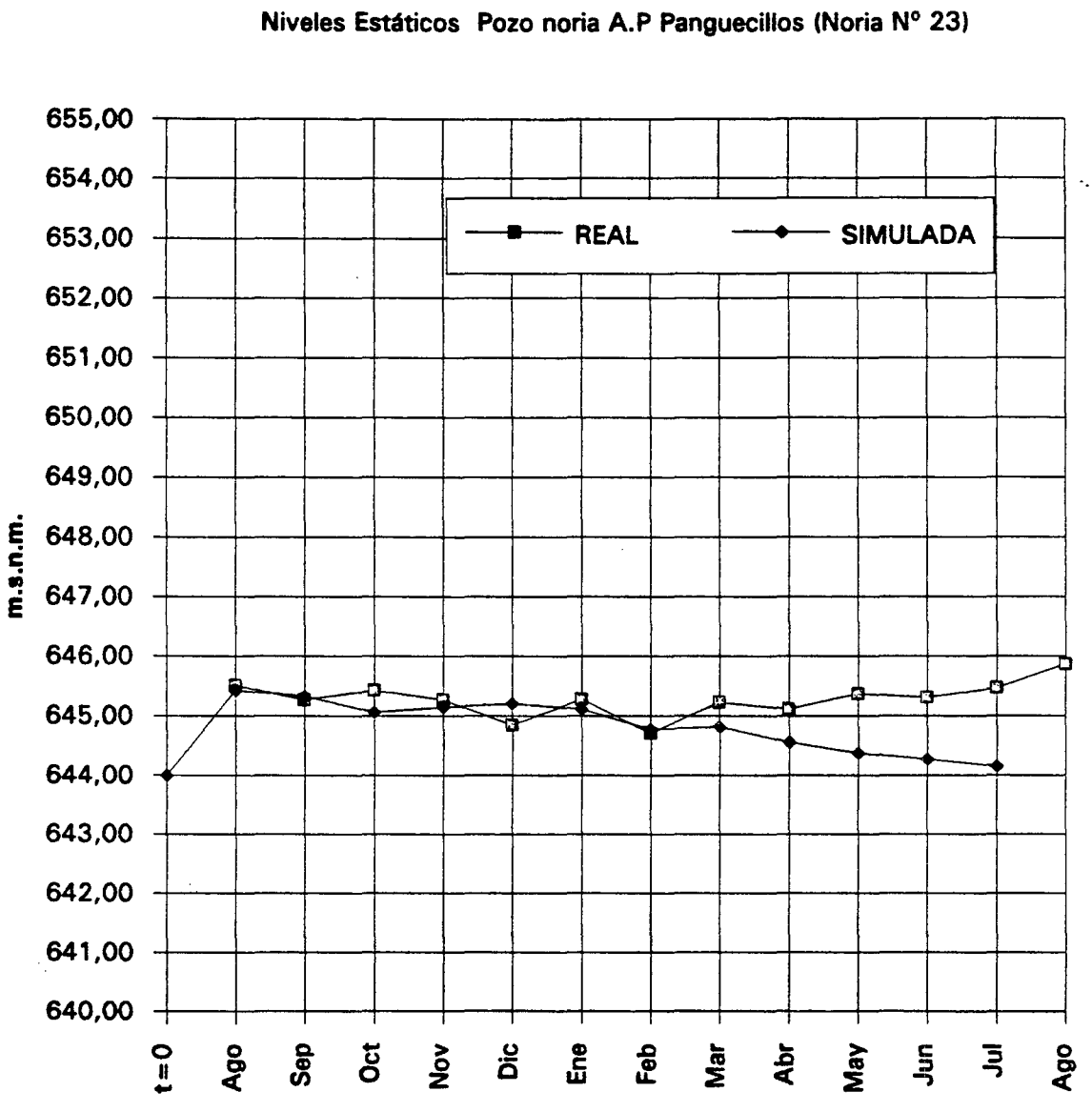

Niveles Estáticos Pozo Profundo CORFO 861(Pozo 861)
630,00
629,00
628,00
627,00
626,00
625,00
624,00
623,00
622,00
621,00
620,00
619,00
618,00
617,00
616,00
615,00
m.s.n.m.
REAL
SIMULADA
t=0
Ago
Sep
Oct
Nov
Dic
Ene
Feb
Mar
Abr
May
Jun
Jul
Ago

Figura 7.2-26


Niveles Estáticos Pozo noria A.P Panguecillos (Noria Nº 23)
REAL
SIMULADA
m.s.n.m.
655,00
654,00
653,00
652,00
651,00
650,00
649,00
648,00
647,00
646,00
645,00
644,00
643,00
642,00
641,00
640,00
t=0
Ago
Sep
Oct
Nov
Dic
Ene
Feb
Mar
Abr
May
Jun
Jul
Ago

A continuación en las Figuras 7.2-27 a 7.2-38 se presentan mes a mes los doce períodos de recargas ingresados al programa. Ellos expresados como m^3/día/Ha. En el álbum de planos se presenta el plano denominado Modelo Aguas Subterráneas - Sector Salamanca - Llimpo (643-5d2-7).

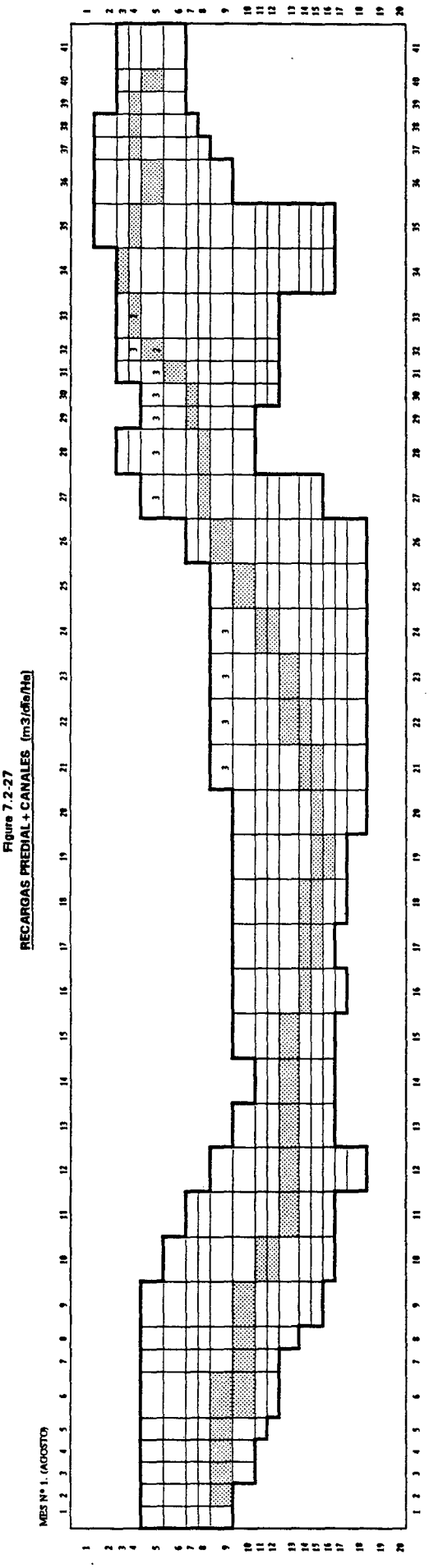

Figura 7.2-27
RECARGAS PREDIAL+CANALES (m3/dia/Ha)
MES N° 1. (AGOSTO)

Figura 7.2-27

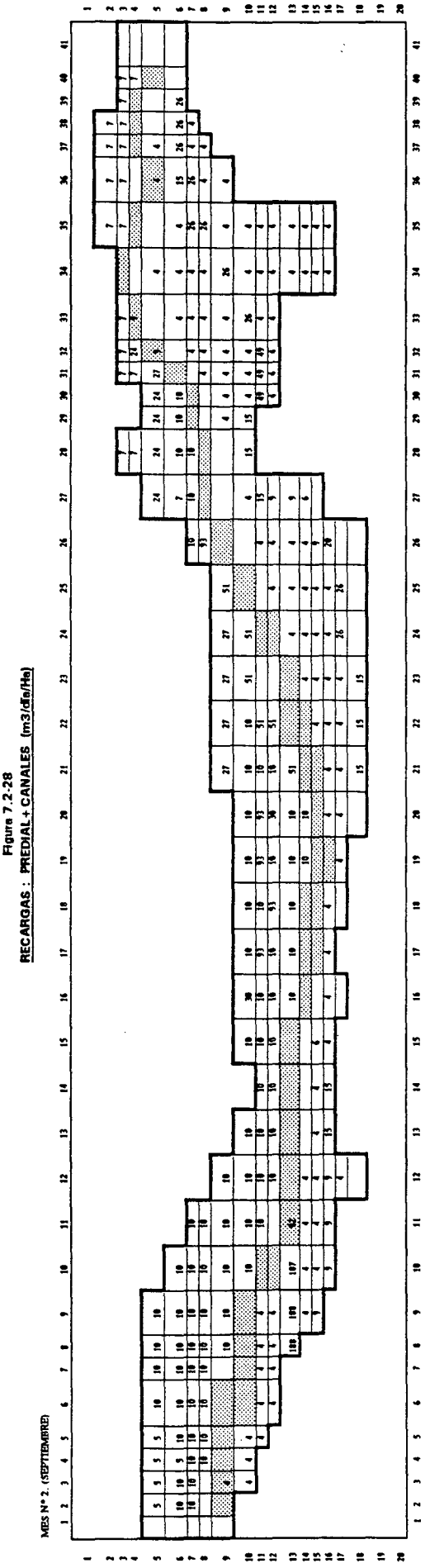

Figura 7.2-28
RECARGAS : PREDIAL+ CANALES (m3/dia/Ha)
MES N° 2. (SEPTIEMBRE)

Figura 7.2-28

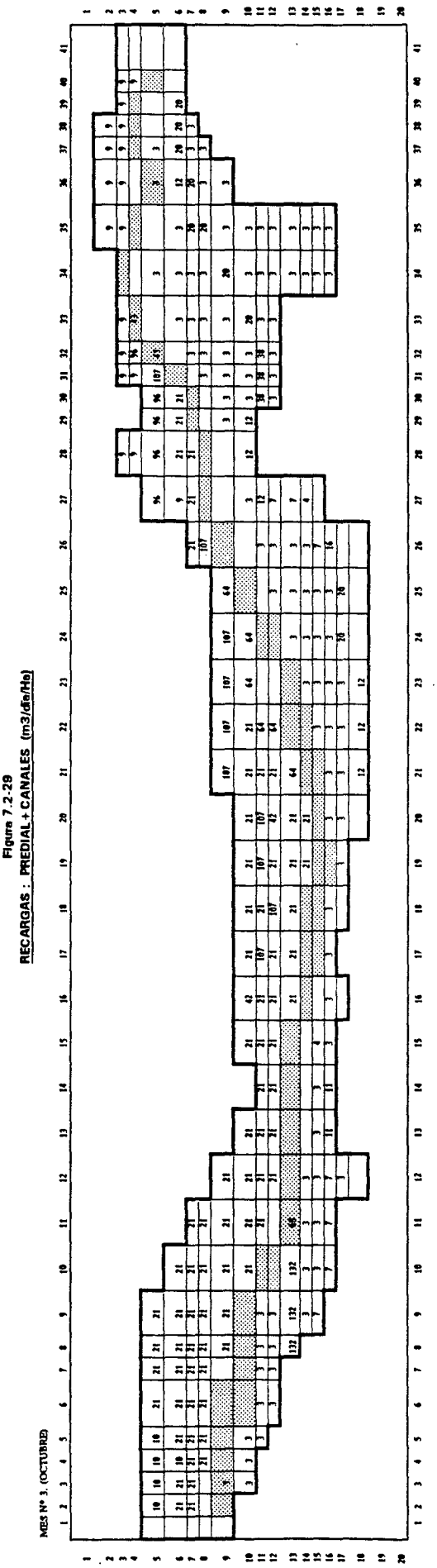

Figura 7.2-29
RECARGAS : PREDIAL+CANALES (m3/día/Ha)
MES N° 3. (OCTUBRE)

Figura 7.2-29

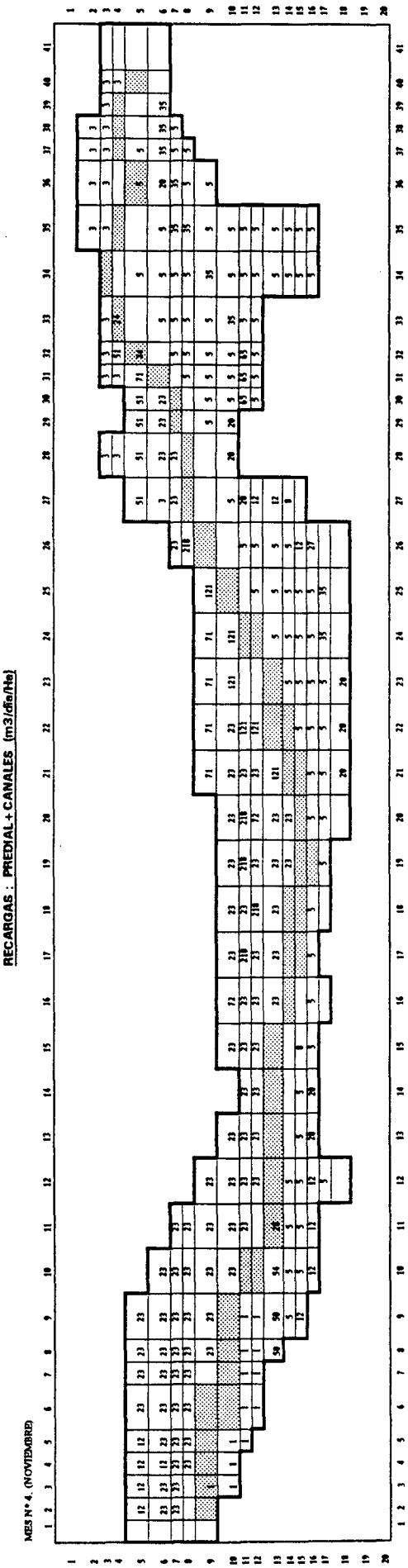

Figura 7.2-30
RECARGAS : PREDIAL+CANALES (m3/dia/Ha)
MES N° 4. (NOVIEMBRE)

Figura 7.2-30

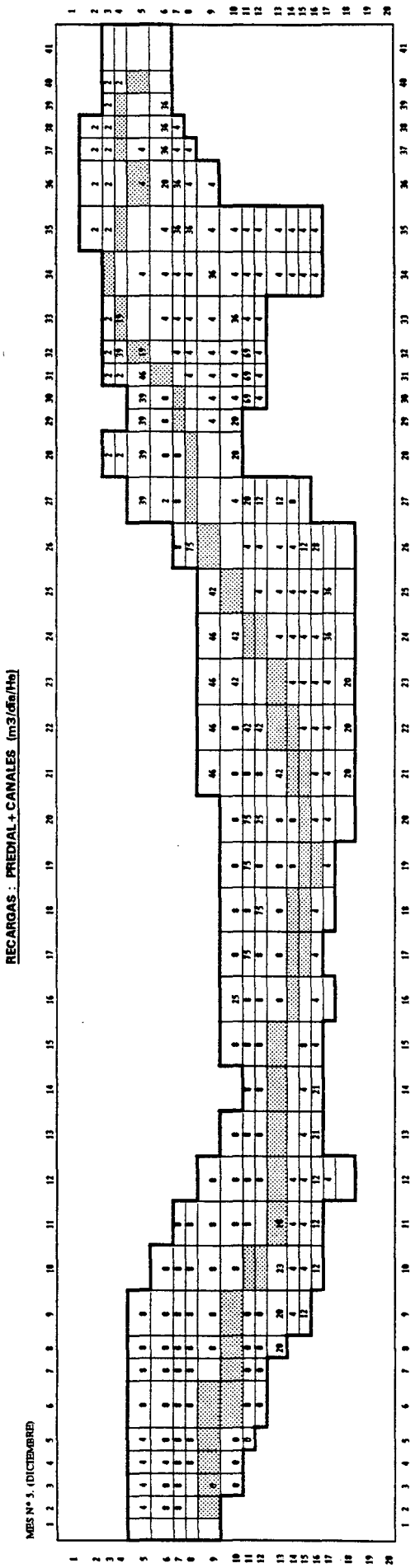

Figura 7.2-31
RECARGAS : PREDIAL+CANALES (m3/dia/Ha)
MES N° 5. (DICIEMBRE)

Figura 7.2-31

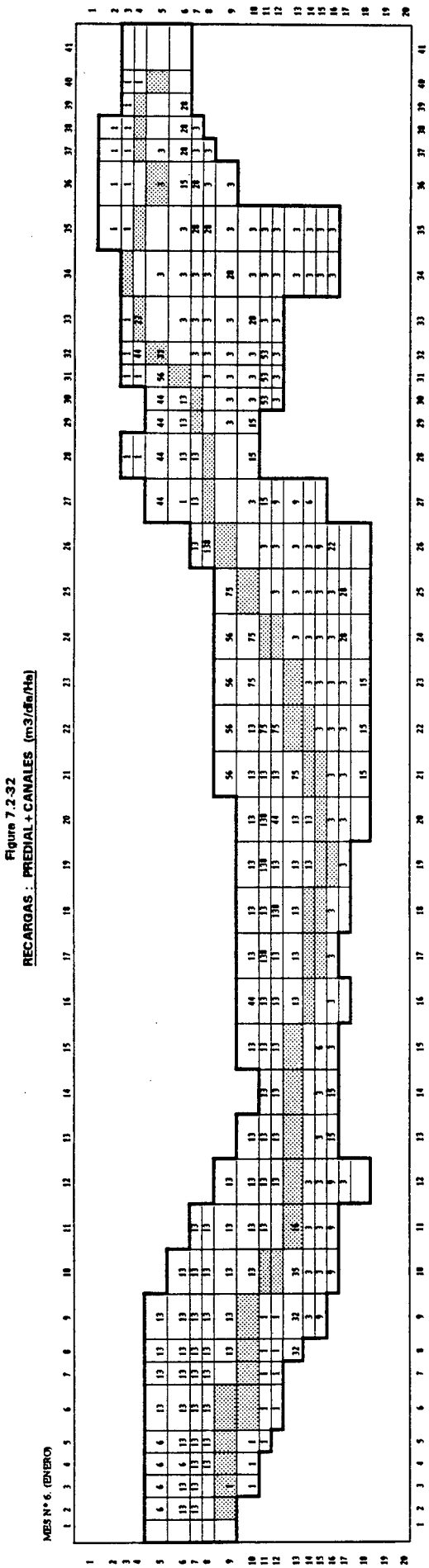


Figura 7.2-32

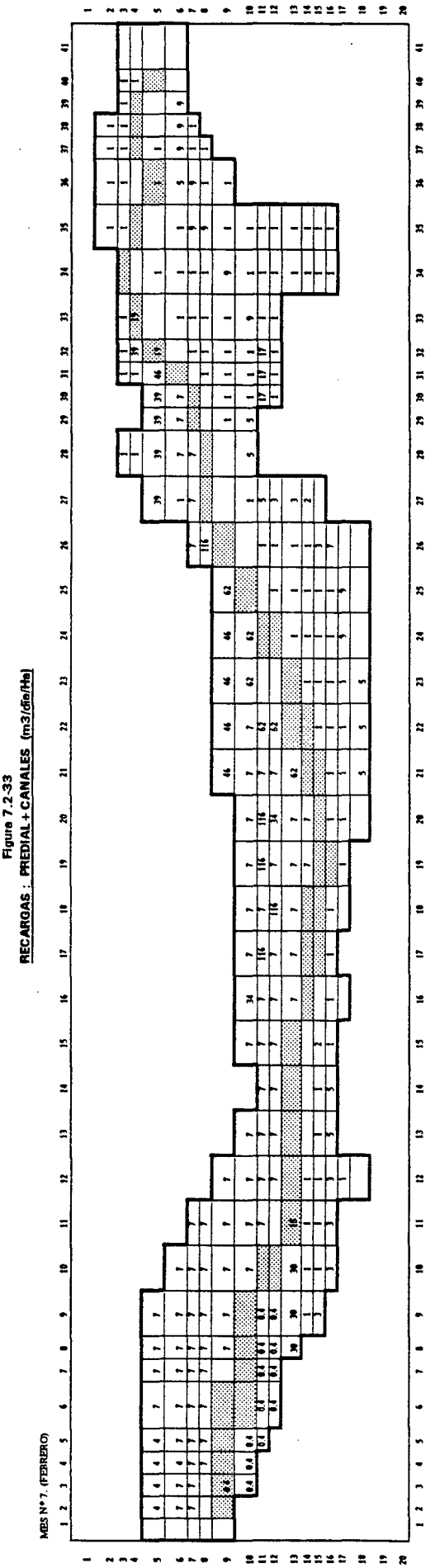

Figure 7.2-33
RECARGAS : PREDIAL + CANALES (m3/día/Hа)
MES N° 7. (FEBRERO)

Figura 7.2-33

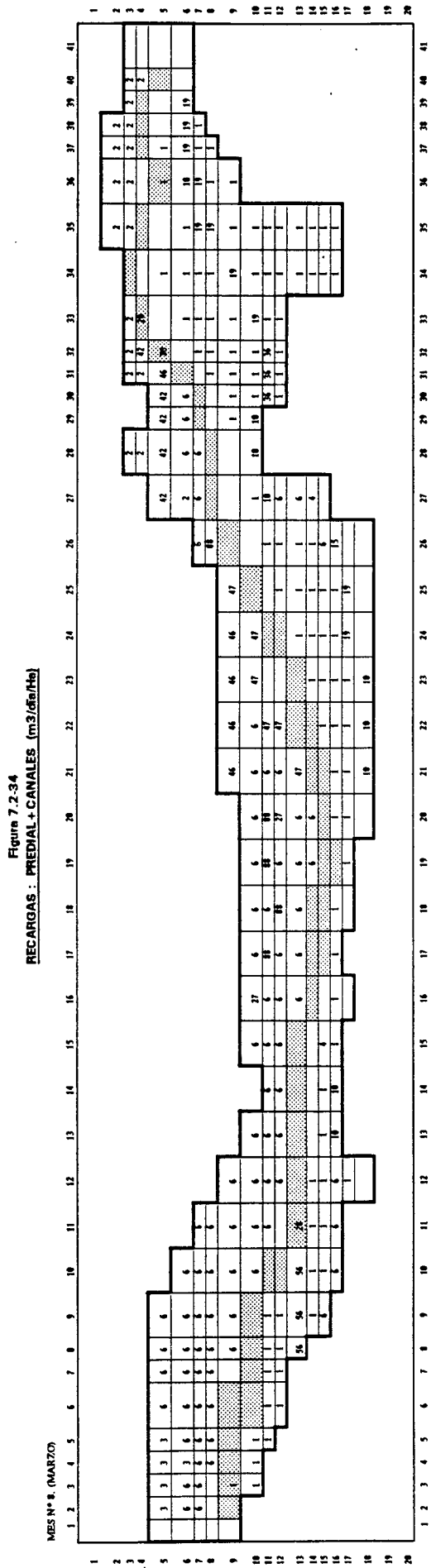


Figura 7.2-34

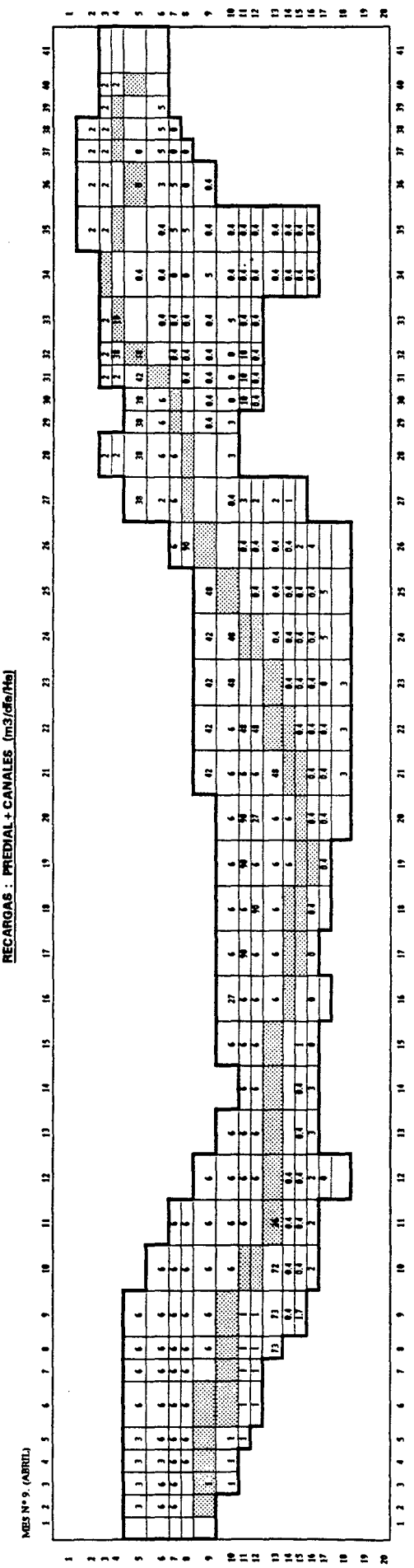


Figura 7.2-35

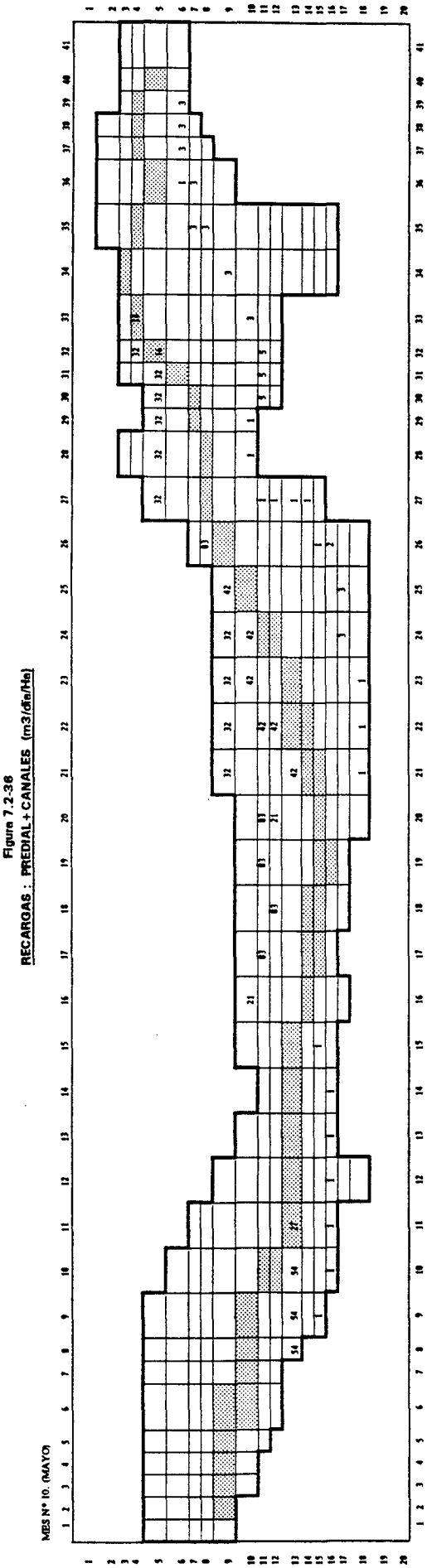


Figura 7.2-36

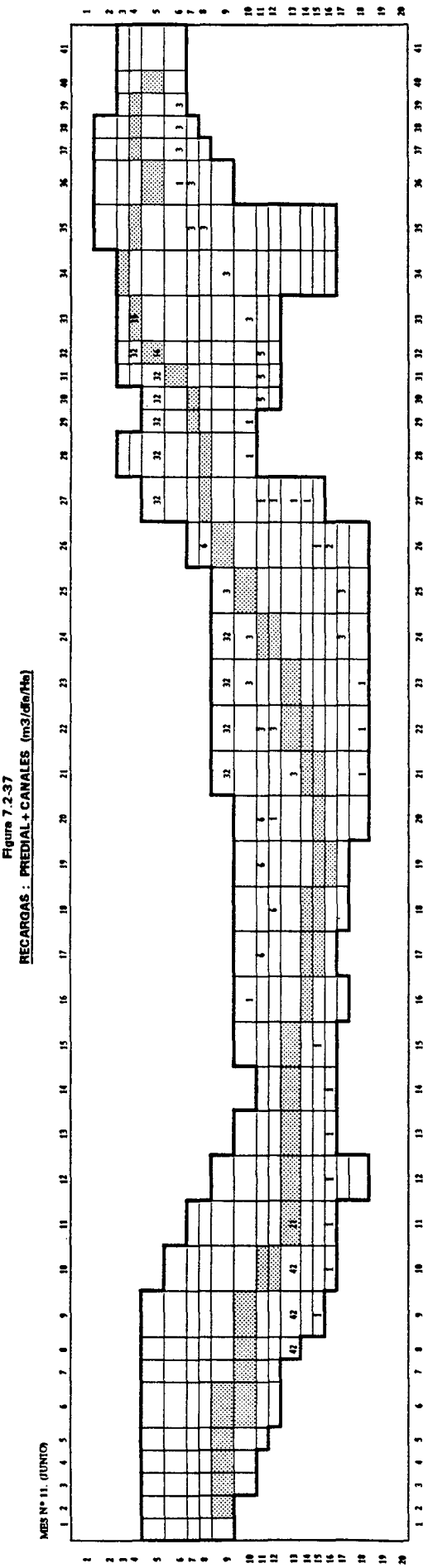

Figura 7.2-37
RECARGAS : PREDIAL+CANALES (m3/dia/Ha)
MES N° 11. (JUNIO)

Figura 7.2-37

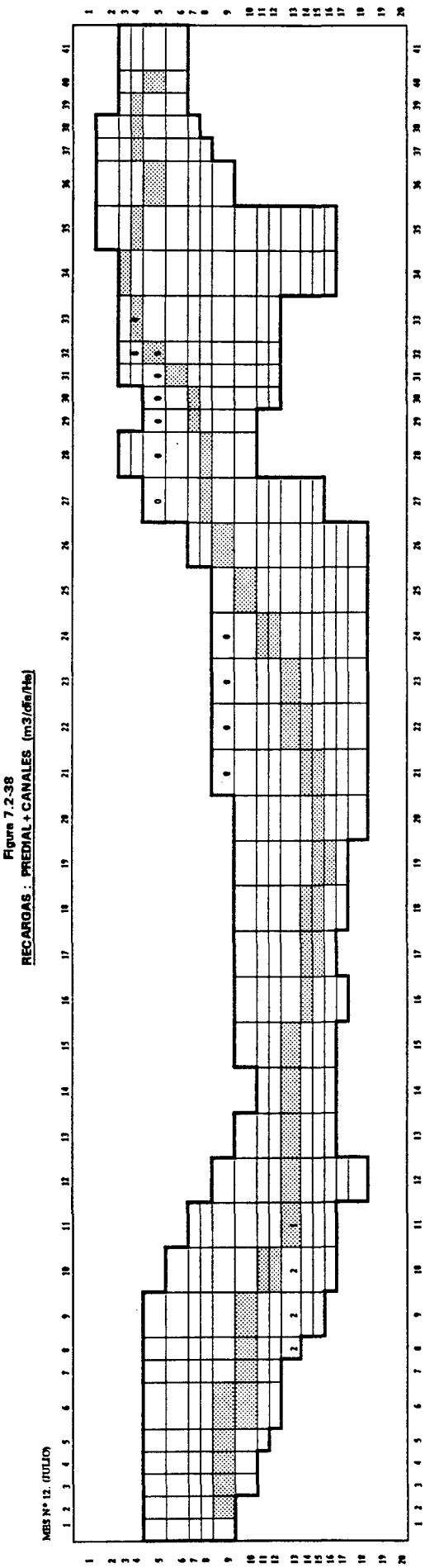

Figura 7.2-38
RECARGAS : PREDIAL + CANALES (m3/dia/Ha)
MES N° 12. (JULIO)

Figura 7.2-38

4. MODELO CONCEPTUAL DE AGUAS SUBTERRANEAS

ACUIFEROS:

-CUNCUMEN SALAMANCA
-CHALINGA
-SALAMANCA LAS JUNTAS
-ILLAPEL
-MINCHA DESEMBOCADURA

4.1 ANTECEDENTES GENERALES

A continuación se describe el esquema conceptual de la modelación en base a entradas, salidas, volumen embalsado y volumen utilizable, todo ello mediante un balance mes a mes.

De los 8 acuíferos identificados en el valle del río Choapa se modelarán 5 de ellos. Los acuíferos de Canela, Camisas y Coyuntagua-Tunga Norte no se han considerado en esta ocasión por su menor importancia relativa al resto y además por que se encuentran ubicados en los sectores más occidentales del valle donde la modelación conjunta con los sistemas superficiales no los considera ya que son abastecidos por los embalses superficiales.

4.2 DESCRIPCION MODELO AGUAS SUBTERRANEAS

Dentro del esquema de funcionamiento de los acuíferos cabe señalar que las entradas hídricas provienen fundamentalmente de:

Entradas por:

-Infiltración del agua que circula por los canales
-Infiltración de agua, por aplicación de regadío predial
-La recarga por infiltración desde el río Choapa
-Infiltración por lluvia directa
-Ingreso lateral por lluvia en el piedemonte
-Ingresos subterráneos desde los acuíferos conectados de aguas arriba.

Salidas se producen por:

-Descarga por vertientes y evaporación
-Afloramientos en el lecho del río
-Salidas laterales subterráneas
-Extracción artificial por Sondeos

Cada uno de estos términos merece ser descrito brevemente, con el fin de evitar confusiones a posterior.

4.2.1 Ingresos

4.2.1.1 Infiltración de Agua que Circula por los Canales:

Corresponde a un porcentaje del agua en circulación por los canales de regadío o del volumen que ellos transportan. Esta infiltración en términos generales se puede estimar entre un 4% y 8% del volumen conducido para canales secundarios y terciarios. Para efectos prácticos se puede adoptar el valor 6% como media.

En los canales matrices también se producen pérdidas principalmente en los pasos de quebradas y sectores en mal estado o paso por terrenos más permeables. Estas pérdidas son muy diversas y su destino corresponde a derrames hacia canales ubicados a cota más baja, retornos al río, consumo de vegetación adyacente, infiltraciones al acuífero, etc. Un valor medio a considerar corresponde a un 20% del caudal conducido.

4.2.1.2 Infiltración de Agua Aplicada a Regadío Predial.

Corresponde a un porcentaje del agua aplicada a los cultivos que logra percolar y potencialmente constituir recarga al acuífero. Esta se ha adoptado de 20% de la dotación para la modelación en conjunto a los supuestos considerados. No obstante lo anterior, valores entre 15 y 20 % son considerados correctos dependiendo de las eficiencias de riego involucradas.

4.2.1.3 Recarga desde el Río Choapa

Dada la existente conexión hidráulica entre el río y los acuíferos se produce una recarga continua al embalse subterráneo (descarga si el embalse está lleno), que se puede dividir en: recarga en días normales y recarga en épocas de crecida. Lo anterior ocurre si el acuífero tiene capacidad de aceptar estos ingresos. En caso contrario solo correspondería a una tasa de infiltración potencial que presentaría el río respecto al acuifero.

Durante la época normal, el río escurre por su angosto cauce, lo cual mantiene una tasa prácticamente constante de infiltración al acuífero. Estos valores generalmente se encuentran entre 0,3 -0,6 m/día (35 y 70 l/s/Ha) como lámina

de agua infiltrada o potencialmente infiltrable. Se adoptará en este caso un valor medio de 0,5 l/día (55 l/s/Há) como tasa potencial de infiltración desde el río.

En épocas de crecida, el área inundada aumenta considerablemente y adicionalmente se produce la limpieza del cauce, produciéndose una mejor condición para la infiltración, aumentando con ello la tasa potencial de infiltración a valores cercanos a 0.9 a 1.3 m/día (100 a 150 l/s/Ha) para posteriormente descender asintóticamente hasta los valores de infiltración correspondiente a época normal entre 0.6 - 0.3 m/día.

En las condiciones actuales los acuíferos se encuentran sub-explotados y en casi todos ellos el nivel de la napa se encuentra cercano a la superficie (0.5 - 1.5 m). Lo anterior, implica al acuífero con su volumen embalsado máximo. Por lo tanto, actualmente las recargas potenciales desde el río no tienen posibilidad de percolar y retornan por consiguiente al escurrimiento superficial. Al usar el embalse subterráneo se producirán descensos tales que permitan estas infiltraciones antes mencionadas.

4.2.1.4 Infiltración por Lluvia Directa

Corresponde principalmente a aquellas precipitaciones que caen sobre la superficie del acuífero. De acuerdo al estado del nivel freático son capaces de constituir percolaciones al embalse subterráneo. En general el área superficial del acuífero es pequeña en comparación al total de la cuenca aportante y por lo tanto, estas infiltraciones son de pequeña magnitud. Además, el acuífero se encuentra en la actualidad con sus niveles freáticos muy cercanos a la superficie, por lo que se reduce el área potencial de permitir recargas desde las precipitaciones directas. Los valores de precipitación media anual fluctúan entre 180 y 220 mm anuales como promedio histórico.

4.2.1.5 Ingreso Lateral por Lluvia

Corresponde a las infiltraciones que se producen en el borde del acuífero, producto de percolaciones de escorrentías en las quebradas laterales que al ingresar al sector plano se encuentran con terrenos con buenas condiciones para infiltrar. Corresponde a infiltraciones en el piedemonte.

4.2.2 Las Salidas

4.2.2.1 Descargas por Vertientes y Evaporación

Las vertientes son el resultados de afloramientos del agua subterránea en aquellos lugares que presentan bajos topográficos, angosturas o condiciones tales de permeabilidad que condicionan afloramientos en zonas donde el nivel de la napa se encuentra cercano a la superficie.

Dichos afloramientos por vertientes se ven acompañados de zonas de vegas donde las freatófitas tienen la posibilidad de evapotranspirar aguas de origen subterráneo. Además la cercanía del nivel freático al nivel de terreno presenta zonas potenciales de evaporación directa.

4.2.2.2 Afloramientos en el Lecho del Río

Son del mismo tipo y origen de las vertientes pero que el lugar de su ocurrencia coincide con el curso del río, por lo que dichas aguas de origen subterráneo ingresan al escurrimiento superficial. En algunos casos estos afloramientos entregan volúmenes comparables al propio escurrimiento superficial.

Si se cuantifican los afloramientos a futuro, una vez que se explote el acuífero, en el mediano plazo se puede considerar que éstos podrían disminuir en aproximadamente un 20% de la situación actual.

4.2.2.3 Salidas Subterráneas Laterales

El agua subterránea manifiesta un flujo subterráneo desde oriente a poniente que se puede calcular mediante la ley de Darcy en función de la transmisibilidad del acuífero, el gradiente hidráulico y el ancho superficial de la sección donde se calcule dicho flujo.

Estos escurrimientos corresponden a los aportes que los acuíferos de aguas arriba hacen con los de aguas abajo en forma subterránea.

4.2.2.4 Extracción Artificial por Sondeos

Corresponde al volumen que en conjunto captan los sondeos ubicados en los acuíferos en estudio. Estos valores en la actualidad no son de significación por la condición de sub-

explotación del valle, ya que son muy pocos los sondeos construidos y menos aún, aquellos en operación.

Es importante agregar que en la actualidad existe un alto grado de inexplotabilidad del agua subterránea, lo cual se ve reflejado en las pequeñas variaciones históricas de niveles. Por lo anterior, los sondajes proyectados a futuro deben considerar las fluctuaciones estacionales y anuales de la napa de manera de sobrellevar los períodos de sequía que se reflejan en mayores variaciones del nivel freático.

4.3 BASES PARA LA MODELACIÓN

Corresponde ésta a una valorización de los volúmenes involucrados de las aguas subterráneas, todo ello en base a las condiciones de desarrollo agropecuario planteadas en el presente estudio Integral de Riego.

Para ello se presentan:

-Volumen embalsado
-Demanda anual
-Volúmenes a recargar por riego
-Volúmenes potenciales de recargas desde el río.
-Volumen de regulación

Se analizarán dos condiciones básicas como sistema de operación de las aguas subterraneas. Ellas consideran las situaciones más extremas que se pudiesen presentar, y en base a ello se puede estimar el comportamiento de los acuíferos.

Se considera en esta modelación, como condición de operación extrema de los embalses subterráneos que: las demandas de agua del riego, se satisfacen en una totalidad con aguas subterráneas.

Primera condición de operación:

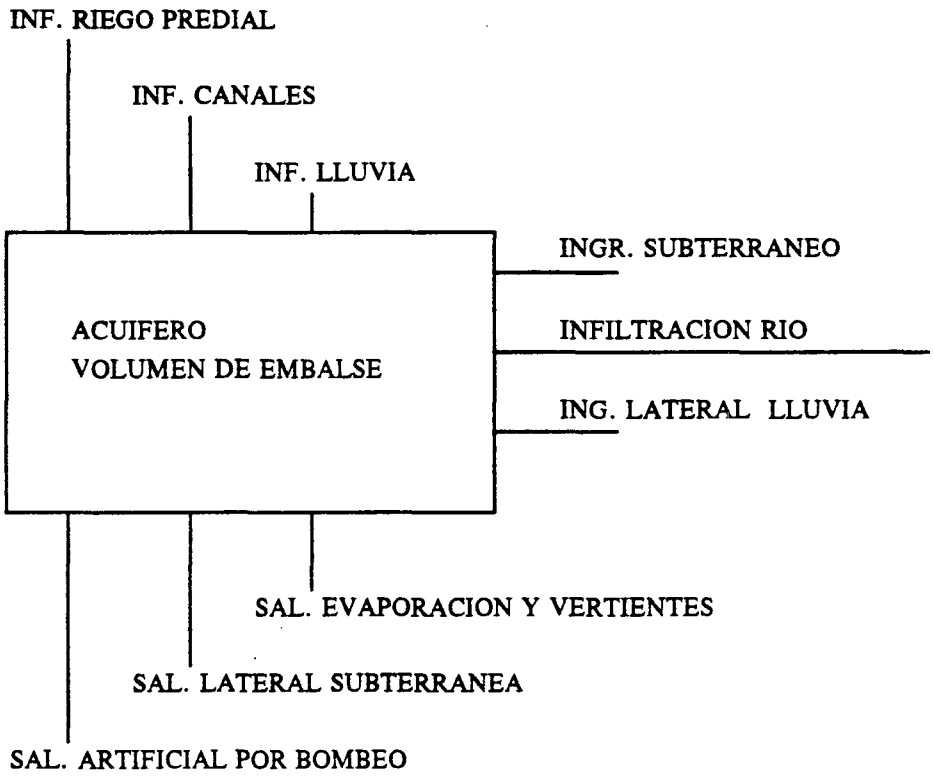
Cada uno de los acuíferos opera en forma independiente del resto (aguas arriba y aguas abajo). Se analizarán bajo condiciones naturales del escurrimiento del río, tanto para sus caudales mínimos mensuales y para sus caudales promedio mensuales.

Segunda condición de operación:

Los acuíferos funcionan conectados entre sí y los de aguas abajo dependen del funcionamiento de aguas arriba. En este caso

se adoptarán algunos valores de retorno de riego de un acuífero al de aguas abajo, más los aportes del río que no fueron utilizados en el embalse subterráneo de aguas arriba.

ESQUEMA MODELO OPERACIONAL
AGUAS SUBTERRANEAS



4.4 FUNCIONAMIENTO DE ACUIFEROS INDEPENDIENTES ENTRE SI

Se consideran los acuíferos independientes de lo que ocurre en el acuífero de aguas arriba.

4.4.1 Acuífero Choapa entre Cuncumen y Salamanca.

Aunque este acuífero ha sido modelado en detalle aquí se presenta de manera de tener una base común de comparaciones.

Corresponde éste, a uno de los acuíferos con mayores expectativas; por su condición de embalse de cabecera, su gran volumen de regulación y buenas características hidrogeológicas.

Entre las características físicas de este embalse subterráneo se puede indicar que presenta un volumen de acuífero cercano a los 3000 millones de m^3, por lo tanto capaz de almacenar entre 150 a 300 millones de m^3 de agua subterránea. Presenta un área superficial del acuífero alrededor de los 3400 Ha.

La superficie total futura a regar se estima en 5218 Ha, de las cuales, en la actualidad se riegan unas 2940 Ha. La dotación anual de riego promedio considerada, correspondiente al Area de Planificación Interior, es de unos 14000 m^3/Ha/año.

Dado que el río es la principal fuente de recarga del acuífero se puede señalar que los caudales considerados de ingreso superficial al sector, en las condiciones actuales, corresponden a unos 9,2 m^3/s, como promedio anual, con valores medios mensuales entre 4 y 23 m^3/s. Ellos se obtienen considerando la fluviometría del río Choapa en Cuncumén.

En las dos páginas sub-siguientes se presentan los cuadros 7.2-6 y 7.2-7 que contienen los datos considerados en la operación del embalse subterráneo.

4.4.1.1 Operación Simulada del Acuífero

En la página subsiguiente se presenta la operación del embalse subterráneo para condiciones de años secos y años promedio. Esto de manera de tener una visión en condiciones extremas , es decir regando todo con agua subterránea y considerando años secos y medios.

Para comprender el sistema de recarga anual y multianual se presenta dicha operación durante 24 meses.

Se muestran principalmente las demandas de riego, el estado del embalse (partiendo de la condición de embalse completo como ocurre en la actualidad), los descensos medios del embalse, las recargas potenciales hacia el acuífero y los caudales ingresos al embalse subterráneo.

Cuadro 7.2-6 Características Cuncumen-Salamanca

ACUIFERO CUNCUMEN SALAMANCA			
Caracteristicas Agrícolas			
Superficie regada actual	2940	Ha	
Superficie regada a futuro	5218	Ha	
Aumento de superficie	2278	Ha	
Dotación promedio	14000	m3/Ha/año	
Demanda Actual	41,2	Mill m3/año	
Demanda Futura	73,1	Mill m3/año	
Aumento Demanda	31,9	Mill m3/año	
Características del Acuífero			
Volumen embalse subterraneo	2950	Mill m3	
Area superficial embalse subt.	3420	Ha	
Coeficiente almacenamiento menor	5%		
Coeficiente almacenamiento mayor	10%		
Mínimo volumen embalsado	148	Mill m3	
Máximo volumen embalsado	295	Mill m3	
Almacenamiento Unitario Minimo	1,7	Mill m3	
Almacenamiento Unitario Maximo	3,4	Mill m3	
Caracteristicas Varias			
Longitud del rio	33,5	Km	
Ancho rio epoca normal	15	m	
Ancho rio epoca crecidas	40	m	
Area rio epoca normal	0,5	Km2	
Area rio epoca crecida	1,3	Km2	
Tasa potencial inf. rio normal	0,5	m/día	
Tasa potencial inf. rio crecida	1,0	m/día	
Precipitaciones medias anuales	220	mm/año	

Cuadro 7.2-7 Modelación Cuncumen Salamanca

ACUIFERO CUNCUMEN SALAMANCA																					
Meses	% uso	Demanda		Infiltración	Estado Embalse		Prof Napa		Rec. Potencial		Recargas RIO			Rec. POTENCIAL		Caudales RIO			Volúmenes Rio		
	agua	Riego Futuro		Riego	Hm3		m	m	rio normal	rio crecida	Minimas	Promedio	Maxima	rio normal	rio crecida	Minimo	Promedios	Maximos	Minimo	Promedios	Maximos
	riego	m3/Ha	Hm3/mes	Hm3	rio minimo	rio medio	seco	normal	Hm3	Hm3	Hm3	Hm3	Hm3	m3/s	m3/s	m3/s	m3/s	m3/s	Hm3	Hm3	Hm3
May	0%	0	0,00	0,00	295,0	295,0	1,0	1,0								1,4	3,8	8,4	3,5	9,8	21,6
Jun	0%	0	0,00	0,00	295,0	295,0	1,0	1,0								1,6	4,4	7,9	4,1	11,3	20,5
Jul	0%	0	0,00	0,00	295,0	295,0	1,0	1,0	7,5		3,8	7,5	7,5	2,91		1,5	4,9	14,3	3,8	12,6	37,0
Ago	1%	140	0,73	0,18	295,0	295,0	1,0	1,0	7,5		3,9	7,5	7,5	2,91		1,5	6,0	24,9	3,9	15,5	64,4
Sep	2%	280	1,46	0,35	295,0	295,0	1,0	1,0	7,5		6,2	7,5	7,5	2,91		2,4	7,1	17,1	6,2	18,4	44,3
Oct	8%	1120	5,84	1,40	295,0	295,0	1,0	1,0	7,5		6,3	7,5	7,5	2,91		2,4	13,6	40,5	6,3	35,3	105,1
Nov	14%	1960	10,23	2,45	293,2	295,0	1,5	1,0		40,2	6,0	40,2	40,2		15,51	2,3	23,6	67,6	6,0	61,2	175,2
Dic	20%	2800	14,61	3,51	291,1	295,0	2,2	1,0		40,2	9,0	40,2	40,2		15,51	3,5	23,7	125,7	9,0	61,4	325,9
Ene	25%	3500	18,26	4,38	284,4	288,7	4,1	2,9	7,5		7,2	7,5	7,5	2,91		2,8	12,6	59,6	7,2	32,7	154,5
Feb	18%	2520	13,15	3,16	279,1	286,2	5,7	3,6	7,5		4,6	7,5	7,5	2,91		1,8	6,2	26,3	4,6	16,0	68,2
Mar	12%	1680	8,77	2,10	274,7	283,3	6,9	4,4	3,8		2,4	3,8	3,8	1,45		0,9	4,4	15,4	2,4	11,4	39,9
Abr	0%	0	0,00	0,00	274,7	283,3	6,9	4,4								1,1	4,0	10,5	2,9	10,4	27,2
May	0%	0	0,00	0,00	274,7	283,3	6,9	4,4								1,4	3,8	8,4	3,5	9,8	21,6
Jun	0%	0	0,00	0,00	274,7	283,3	6,9	4,4								1,6	4,4	7,9	4,1	11,3	20,5
Jul	0%	0	0,00	0,00	278,5	290,8	5,8	2,2	7,5		3,8	7,5	7,5	2,91		1,5	4,9	14,3	3,8	12,6	37,0
Ago	1%	140	0,73	0,18	281,9	295,0	4,8	1,0	7,5		3,9	7,5	7,5	2,91		1,5	6,0	24,9	3,9	15,5	64,4
Sep	2%	280	1,46	0,35	287,0	295,0	3,3	1,0	7,5		6,2	7,5	7,5	2,91		2,4	7,1	17,1	6,2	18,4	44,3
Oct	8%	1120	5,84	1,40	288,8	295,0	2,8	1,0	7,5		6,3	7,5	7,5	2,91		2,4	13,6	40,5	6,3	35,3	105,1
Nov	14%	1960	10,23	2,45	287,0	295,0	3,3	1,0		40,2	6,0	40,2	40,2		15,51	2,3	23,6	67,6	6,0	61,2	175,2
Dic	20%	2800	14,61	3,51	284,9	295,0	4,0	1,0		40,2	9,0	40,2	40,2		15,51	3,5	23,7	125,7	9,0	61,4	325,9
Ene	25%	3500	18,26	4,38	278,2	288,7	5,9	2,9	7,5		7,2	7,5	7,5	2,91		2,8	12,6	59,6	7,2	32,7	154,5
Feb	18%	2520	13,15	3,16	272,9	286,2	7,5	3,6	7,5		4,6	7,5	7,5	2,91		1,8	6,2	26,3	4,6	16,0	68,2
Mar	12%	1680	8,77	2,10	268,6	283,3	8,7	4,4	3,8		2,4	3,8	3,8	1,45		0,9	4,4	15,4	2,4	11,4	39,9
Abr	0%	0	0,00	0,00	268,6	283,3	8,7	4,4								1,1	4,0	10,5	2,9	10,4	27,2
H:millones																					

4.4.1.2 Resultados de la Operación

Tal como se puede observar del cuadro anterior se simula el comportamiento del embalse subterráneo sometido a la demanda total de agua de riego discretizado en forma mensual.

Si se consideran los años de caudales mínimos mensuales (caso extremo) con las máximas demandas de riego (sin disminuirlas como es lo normal). Se observan las siguientes situaciones:

- El acuífero en dichas condiciones podría disminuir hasta unos 7 metros sus niveles medios.

- El volumen extraído para riego alcanza una cifra cercana a los 70 millones de m^3 anuales, no obstante ello, el volumen desembalsado acumulado desde el acuífero alcanza a unos 12 millones de m^3. Cifra pequeña en comparación a volumen utilizado.

Si se consideran los años de caudales promedio,correspondiente a un año hidrológico medio, se tiene:

-El acuífero entra en un ciclo de embalse - desembalse durante un período de 16 meses aproximadamente. Por lo tanto el acuífero no sufre descensos importantes de sus niveles.

-El acuífero presenta sus mayores depresiones de la napa hasta valores cercanos a los 4,5 metros bajo el nivel actual que se ha considerado en promedio a 1 metro bajo nivel de terreno en promedio.

4.4.2 Acuífero del Estero Chalinga

Este embalse subterráneo es el que presenta menores expectativas de operación que el resto de los acuíferos considerados. Todo ello en base a presentar un área futura de riego importante (1973 Ha.) y además es aquel que presenta menores caudales superficiales ingresando al embalse subterráneo.

Entre las características físicas de este embalse subterráneo se puede indicar que presenta un volumen de acuífero cercano a los 1800 millones de m^3, por lo tanto es capaz de almacenar entre 90 a 180 millones de m^3 de agua subterránea. Presenta un área superficial del acuífero de alrededor de los 1480 Ha.

La superficie total futura a regar se estima en 1973 Ha, de las cuales en la actualidad se riegan unas 762. La dotación anual de riego promedio considerada, correspondiente al Area de Planificación Interior es de unos 14000 m^3/Ha/año.

Las fuentes de recarga superficial provenientes del estero Chalinga son más bien modestas presentando caudales promedio anuales cercanos a 0,68 m^3/s, con valores medios mensuales entre 0,4 y 1,0 m^3.

En las páginas siguientes se presentan los cuadros 7.2-8 a 7.2-11 que contienen los datos considerados en la operación del embalse subterráneo.

4.4.2.1 Operación Simulada del Acuífero

En la página subsiguiente se presenta la operación del embalse subterráneo para condiciones de años secos y años promedio.

Para comprender el sistema de recarga anual y multianual se presenta dicha operación durante 24 meses.

Se muestran principalmente las demandas de riego, el estado del embalse (partiendo de la condición de embalse completo como ocurre en la actualidad),los descensos medios del embalse, las recargas potenciales hacia el acuífero y los caudales ingresos al embalse subterráneo.

Durante la operación de funcionamiento con demandas totales de agua subterránea para satisfacer 1973 Ha previstas de regar a futuro no se logra estabilizar los descensos de los niveles del embalse por lo que se presenta dicha situación y además se procede a modelar con la superficie de riego actual de 762 Ha. En esta segunda situación ya se producen estabilizaciones de los volúmenes extraídos y recargados.

Cuadro 7.2-8

ACUIFERO CHALINGA			
Caracteristicas Agrícolas			
Superficie regada actual	762	Ha	
Superficie regada a futuro	1973	Ha	
Aumento de superficie	1211	Ha	
Dotación promedio	14000	m3/Ha/año	
Demanda Actual	10,7	Mill m3/año	
Demanda Futura	27,6	Mill m3/año	
Aumento Demanda	17,0	Mill m3/año	
Características del Acuífero			
Volumen embalse subterraneo	1775	Mill m3	
Area superficial embalse subt.	1480	Ha	
Coeficiente almacenamiento menor	5%		
Coeficiente almacenamiento mayor	10%		
Mínimo volumen embalsado	89	Mill m3	
Máximo volumen embalsado	178	Mill m3	
Almacenamiento Unitario Minimo	0,7	Mill m3	
Almacenamiento Unitario Maximo	1,5	Mill m3	
Caracteristicas Varias			
Longitud del rio	22,5	Km	
Ancho rio epoca normal	7	m	
Ancho rio epoca crecidas	30	m	
Area rio epoca normal	0,2	Km2	
Area rio epoca crecida	0,7	Km2	
Tasa potencial inf. rio normal	0,5	m/día	
Tasa potencial inf. rio crecida	1,0	m/día	
Precipitaciones medias anuales	220	mm/año	

ACUIFERO CHALINGA

Meses	% uso	Demanda		Infiltración	EstadoEmbalse		Prof Napa		Rec. Potencial		Recargas RIO			Rec. POTENCIAL		Caudales RIO			Volúmenes Rio		
	agua	Riego	Futura	Riego	Hm3		m	m	rio normal	rio crecida	Mínimas	Promedio	Maxima	rio normal	rio crecida	Mínimo	Promedios	Maximos	Mínimo	Promedios	Maximos
	riego	m3/Ha	Hm3/mes	Hm3	rio mínimo	rio medio	seco	normal	Hm3	Hm3	Hm3	Hm3	Hm3	m3/s	m3/s	m3/s	m3/s	m3/s	Hm3	Hm3	Hm3
May	0%	0	0,00	0,00	177,5	177,5	1,0	1,0								0,01	0,55	2,15	0,0	1,4	5,6
Jun	0%	0	0,00	0,00	177,5	177,5	1,0	1,0								0,15	0,79	2,18	0,4	2,0	5,7
Jul	0%	0	0,00	0,00	177,5	177,5	1,0	1,0	2,4		0,4	2,4	2,4	0,91		0,16	0,93	3,89	0,4	2,4	10,1
Ago	1%	140	0,28	0,07	177,5	177,5	1,0	1,0	2,4		0,2	2,3	2,4	0,91		0,08	0,88	6,19	0,2	2,3	16,0
Sep	2%	280	0,55	0,13	177,3	177,5	1,1	1,0	2,4		0,3	2,2	2,4	0,91		0,10	0,86	5,01	0,3	2,2	13,0
Oct	8%	1120	2,21	0,53	175,9	177,5	2,1	1,0	2,4		0,3	1,9	2,4	0,91		0,11	0,74	3,28	0,3	1,9	8,5
Nov	14%	1960	3,87	0,93	173,3	176,8	3,8	1,5		20,3	0,3	2,3	4,8		7,81	0,13	0,87	4,76	0,3	2,3	12,3
Dic	20%	2800	5,52	1,33	169,3	174,9	6,5	2,8		20,3	0,2	2,3	5,3		7,81	0,08	0,88	5,34	0,2	2,3	13,8
Ene	25%	3500	6,91	1,66	164,4	171,0	9,9	5,4	2,4		0,3	1,3	2,4	0,91		0,10	0,51	2,52	0,3	1,3	6,5
Feb	18%	2520	4,97	1,19	160,8	168,1	12,3	7,3	2,4		0,2	0,9	1,3	0,91		0,09	0,36	1,34	0,2	0,9	3,5
Mar	12%	1680	3,31	0,80	158,5	166,6	13,8	8,4	1,2		0,2	1,0	1,2	0,46		0,08	0,38	1,48	0,2	1,0	3,8
Abr	0%	0	0,00	0,00	158,5	166,6	13,8	8,4								0,03	0,45	1,40	0,1	1,2	3,6
May	0%	0	0,00	0,00	158,5	166,6	13,8	8,4								0,01	0,55	2,15	0,0	1,4	5,6
Jun	0%	0	0,00	0,00	158,5	166,6	13,8	8,4								0,15	0,79	2,18	0,4	2,0	5,7
Jul	0%	0	0,00	0,00	158,9	169,0	13,6	6,8	2,4		0,4	2,4	2,4	0,91		0,16	0,93	3,89	0,4	2,4	10,1
Ago	1%	140	0,28	0,07	158,9	171,0	13,6	5,4	2,4		0,2	2,3	2,4	0,91		0,08	0,88	6,19	0,2	2,3	16,0
Sep	2%	280	0,55	0,13	158,8	172,8	13,7	4,2	2,4		0,3	2,2	2,4	0,91		0,10	0,86	5,01	0,3	2,2	13,0
Oct	8%	1120	2,21	0,53	157,4	173,1	14,6	4,0	2,4		0,3	1,9	2,4	0,91		0,11	0,74	3,28	0,3	1,9	8,5
Nov	14%	1960	3,87	0,93	154,8	172,4	16,4	4,5		20,3	0,3	2,3	4,8		7,81	0,13	0,87	4,76	0,3	2,3	12,3
Dic	20%	2800	5,52	1,33	150,8	170,5	19,1	5,7		20,3	0,2	2,3	5,3		7,81	0,08	0,88	5,34	0,2	2,3	13,8
Ene	25%	3500	6,91	1,66	145,8	166,5	22,4	8,4	2,4		0,3	1,3	2,4	0,91		0,10	0,51	2,52	0,3	1,3	6,5
Feb	18%	2520	4,97	1,19	142,2	163,7	24,8	10,3	2,4		0,2	0,9	1,3	0,91		0,09	0,36	1,34	0,2	0,9	3,5
Mar	12%	1680	3,31	0,80	139,9	162,2	26,4	11,4	1,2		0,2	1,0	1,2	0,46		0,08	0,38	1,48	0,2	1,0	3,8
Abr	0%	0	0,00	0,00	139,9	162,2	26,4	11,4								0,03	0,45	1,40	0,1	1,2	3,6

H:millones

Cuadro 7.2-10

ACUIFERO CHALINGA			
Caracteristicas Agrícolas			
Superficie regada actual	762	Ha	
Superficie regada a futuro	762	Ha	
Aumento de superficie	0	Ha	
Dotación promedio	14000	m3/Ha/año	
Demanda Actual	10,7	Mill m3/año	
Demanda Futura	10,7	Mill m3/año	
Aumento Demanda	0,0	Mill m3/año	
Características del Acuífero			
Volumen embalse subterraneo	1775	Mill m3	
Area superficial embalse subt.	1480	Ha	
Coeficiente almacenamiento menor	5%		
Coeficiente almacenamiento mayor	10%		
Mínimo volumen embalsado	89	Mill m3	
Máximo volumen embalsado	178	Mill m3	
Almacenamiento Unitario Minimo	0,7	Mill m3	
Almacenamiento Unitario Maximo	1,5	Mill m3	
Caracteristicas Varias			
Longitud del rio	22,5	Km	
Ancho rio epoca normal	7	m	
Ancho rio epoca crecidas	30	m	
Area rio epoca normal	0,2	Km2	
Area rio epoca crecida	0,7	Km2	
Tasa potencial inf. rio normal	0,5	m/día	
Tasa potencial inf. rio crecida	1,0	m/día	
Precipitaciones medias anuales	220	mm/año	

ACUIFERO CHALINGA

Meses	% uso	Demanda		Infiltración	EstadoEmbalse		Prof Napa		Rec. Potencial		Recargas RIO			Rec. POTENCIAL		Caudales RIO			Volúmenes Rio		
	agua	Riego	Futura	Riego	Hm3		m	m	rio normal	rio crecida	Minimas	Promedio	Maxima	rio normal	rio crecida	Minimo	Promedios	Maximos	Minimo	Promedios	Maximos
	riego	m3/Ha	Hm3/mes	Hm3	rio minimo	rio medio	seco	normal	Hm3	Hm3	Hm3	Hm3	Hm3	m3/s	m3/s	m3/s	m3/s	m3/s	Hm3	Hm3	Hm3
May	0%	0	0,00	0,00	177,5	177,5	1,0	1,0								0,01	0,55	2,15	0,0	1,4	5,6
Jun	0%	0	0,00	0,00	177,5	177,5	1,0	1,0								0,15	0,79	2,18	0,4	2,0	5,7
Jul	0%	0	0,00	0,00	177,5	177,5	1,0	1,0	2,4		0,4	2,4	2,4	0,91		0,16	0,93	3,89	0,4	2,4	10,1
Ago	1%	140	0,11	0,03	177,5	177,5	1,0	1,0	2,4		0,2	2,3	2,4	0,91		0,08	0,88	6,19	0,2	2,3	16,0
Sep	2%	280	0,21	0,05	177,5	177,5	1,0	1,0	2,4		0,3	2,2	2,4	0,91		0,10	0,86	5,01	0,3	2,2	13,0
Oct	8%	1120	0,85	0,20	177,1	177,5	1,2	1,0	2,4		0,3	1,9	2,4	0,91		0,11	0,74	3,28	0,3	1,9	8,5
Nov	14%	1960	1,49	0,36	176,3	177,5	1,8	1,0		20,3	0,3	2,3	4,8		7,81	0,13	0,87	4,76	0,3	2,3	12,3
Dic	20%	2800	2,13	0,51	174,9	177,5	2,7	1,0		20,3	0,2	2,3	5,3		7,81	0,08	0,88	5,34	0,2	2,3	13,8
Ene	25%	3500	2,67	0,64	173,2	176,8	3,9	1,5	2,4		0,3	1,3	2,4	0,91		0,10	0,51	2,52	0,3	1,3	6,5
Feb	18%	2520	1,92	0,46	171,9	176,3	4,8	1,8	2,4		0,2	0,9	1,3	0,91		0,09	0,36	1,34	0,2	0,9	3,5
Mar	12%	1680	1,28	0,31	171,2	176,3	5,3	1,8	1,2		0,2	1,0	1,2	0,46		0,08	0,38	1,48	0,2	1,0	3,8
Abr	0%	0	0,00	0,00	171,2	176,3	5,3	1,8								0,03	0,45	1,40	0,1	1,2	3,6
May	0%	0	0,00	0,00	171,2	176,3	5,3	1,8								0,01	0,55	2,15	0,0	1,4	5,6
Jun	0%	0	0,00	0,00	171,2	176,3	5,3	1,8								0,15	0,79	2,18	0,4	2,0	5,7
Jul	0%	0	0,00	0,00	171,6	177,5	5,0	1,0	2,4		0,4	2,4	2,4	0,91		0,16	0,93	3,89	0,4	2,4	10,1
Ago	1%	140	0,11	0,03	171,7	177,5	4,9	1,0	2,4		0,2	2,3	2,4	0,91		0,08	0,88	6,19	0,2	2,3	16,0
Sep	2%	280	0,21	0,05	171,8	177,5	4,8	1,0	2,4		0,3	2,2	2,4	0,91		0,10	0,86	5,01	0,3	2,2	13,0
Oct	8%	1120	0,85	0,20	171,4	177,5	5,1	1,0	2,4		0,3	1,9	2,4	0,91		0,11	0,74	3,28	0,3	1,9	8,5
Nov	14%	1960	1,49	0,36	170,6	177,5	5,6	1,0		20,3	0,3	2,3	4,8		7,81	0,13	0,87	4,76	0,3	2,3	12,3
Dic	20%	2800	2,13	0,51	169,2	177,5	6,6	1,0		20,3	0,2	2,3	5,3		7,81	0,08	0,88	5,34	0,2	2,3	13,8
Ene	25%	3500	2,67	0,64	167,5	176,8	7,8	1,5	2,4		0,3	1,3	2,4	0,91		0,10	0,51	2,52	0,3	1,3	6,5
Feb	18%	2520	1,92	0,46	166,2	176,3	8,6	1,8	2,4		0,2	0,9	1,3	0,91		0,09	0,36	1,34	0,2	0,9	3,5
Mar	12%	1680	1,28	0,31	165,5	176,3	9,1	1,8	1,2		0,2	1,0	1,2	0,46		0,08	0,38	1,48	0,2	1,0	3,8
Abr	0%	0	0,00	0,00	165,5	176,3	9,1	1,8								0,03	0,45	1,40	0,1	1,2	3,6

H:millones

4.4.2.2 Resultados de la Operación

Tal como se puede observar en los cuadros anteriores se simula el comportamiento del embalse subterráneo sometido a la demanda total de agua de riego en forma mensual.

Caso a) Riego de 1973 Ha.

En estas condiciones los años promedio no son suficientes para recargar el acuífero y se producen descensos sostenidos de los niveles freáticos, registrando estos valores entre 8 y 11 metros para el primer y segundo año medio considerando.

Posteriormente se analizó para una serie histórica de 10 años y los descensos continuaron siendo constantes.

En vista de lo anterior , se procedió a simular el comportamiento con un área de riego menor de 762 Ha. tales como sería la situación actual.Esta situación será descrita en lo que se ha llamado caso b).

Caso b) Riego de 762 Ha.

Si se consideran los años de caudales mínimos mensuales (caso extremo) con las demandas de riego para 762 Ha. Se observan las siguientes situaciones:

-El acuífero en dichas condiciones podría disminuir hasta unos 5,3 metros sus niveles medios durante un año seco y si este se repite, se podrían esperar descensos de hasta 9 metros al segundo año.

-El volumen extraído para riego alcanza una cifra cercana a los 10 millones de m^3 anuales no obstante ello el volumen desembalsado acumulado desde el acuífero alcanza a unos 6 millones de m^3.

Si se consideran los años de caudales promedio, relacionado a un año hidrológico medio, se tiene:

-El acuífero entra en un ciclo de embalse - desembalse durante un período de 14 meses aproximadamente. Por lo tanto el acuífero no sufre descensos importantes de sus niveles. El acuífero es capaz de soportar una explotación como la considerada.

-El acuífero presenta sus mayores depresiones de la napa hasta valores cercanos a los 1,8 metros bajo el nivel

actual. Dicho descenso corresponde a un pequeño volumen de 1,2 millones de m^3.

4.4.3 Acuífero Choapa entre Salamanca-Las Juntas.

Corresponde este a uno de los acuíferos de mayores extensión superficial. Presenta sus mejores zonas en la parte alta del embalse en la desembocadura del estero Chalinga aguas abajo de Salamanca.

Entre las características físicas de este embalse subterráneo se puede indicar que presenta un volumen de acuífero cercano a los 4180 millones de m^3, por lo tanto capaz de almacenar entre 210 a 415 millones de m^3 de agua subterránea. Presenta un área superficial del acuífero de alrededor de los 4300 Ha.

La superficie total futura a regar se estima en 6242 Ha, de las cuales en la actualidad se riegan unas 2826 Ha. La dotación anual de riego promedio considerada, correspondiente al Area de Planificación Intermedia, es de unos 12000 m^3/Ha/año.

Dado que el río constituye la principal fuente de recarga del acuífero, se puede señalar que los caudales considerados de ingreso superficial al sector, en las condiciones actuales, corresponden a unos 10,3 m^3/s como promedio anual, con valores medios mensuales entre 2 y 25 m^3/s. Ellos considerando fluviometría del río Choapa en Salamanca.

En las páginas siguientes se presentan los cuadros 7.2-12 y 7.2-13 que contienen los datos considerados en la operación del embalse subterráneo.

4.4.3.1 Operación Simulada del Acuifero

En la página subsiguiente se presenta la operación del embalse subterráneo para condiciones de años secos y años promedio.

Para comprender el sistema de recarga anual y multianual se presenta dicha operación durante 24 meses.

Se muestran principalmente las demandas de riego, el estado del embalse (partiendo de la condición de embalse completo como ocurre en la actualidad),los descensos medios del embalse, las recargas potenciales hacia el acuífero y los caudales ingresos al embalse subterráneo.

Cuadro 7.2-12

ACUIFERO SALAMANCA LAS JUNTAS			
Caracteristicas Agrícolas			
Superficie regada actual	2826	Ha	
Superficie regada a futuro	6242	Ha	
Aumento de superficie	3416	Ha	
Dotación promedio	12000	m3/Ha/año	
Demanda Actual	33,9	Mill m3/año	
Demanda Futura	74,9	Mill m3/año	
Aumento Demanda	41,0	Mill m3/año	
Características del Acuífero			
Volumen embalse subterraneo	4180	Mill m3	
Area superficial embalse subt.	4300	Ha	
Coeficiente almacenamiento menor	5%		
Coeficiente almacenamiento mayor	10%		
Mínimo volumen embalsado	209	Mill m3	
Máximo volumen embalsado	418	Mill m3	
Almacenamiento Unitario Minimo	2,2	Mill m3	
Almacenamiento Unitario Maximo	4,3	Mill m3	
Caracteristicas Varias			
Longitud del rio	34	Km	
Ancho rio epoca normal	15	m	
Ancho rio epoca crecidas	50	m	
Area rio epoca normal	0,5	Km2	
Area rio epoca crecida	1,7	Km2	
Tasa potencial inf. rio normal	0,5	m/día	
Tasa potencial inf. rio crecida	1,0	m/día	
Precipitaciones medias anuales	200	mm/año	

ACUIFERO SALAMANCA LAS JUNTAS

Meses	% uso	Demanda		Infiltración	EstadoEmbalse		Prof Napa		Rec. Potencial		Recargas RIO			Rec. POTENCIAL		Caudales RIO			Volúmenes Rio		
	agua	Riego	Futura	Riego	Hm3		m	m	rio normal	rio crecida	Mínimas	Promedio	Maxima	rio normal	rio crecida	Mínimo	Promedios	Maximos	Mínimo	Promedios	Maximos
	riego	m3/Ha	Hm3/mes	Hm3	rio mínimo	rio medio	seco	normal	Hm3	Hm3	Hm3	Hm3	Hm3	m3/s	m3/s	m3/s	m3/s	m3/s	Hm3	Hm3	Hm3
May	0%	0	0,00	0,00	418,0	418,0	1,0	1,0								0,00	3,06	13,19	0,0	7,9	34,2
Jun	0%	0	0,00	0,00	418,0	418,0	1,0	1,0								0,20	4,91	11,77	0,5	12,7	30,5
Jul	0%	0	0,00	0,00	418,0	418,0	1,0	1,0	7,7		0,5	7,7	7,7	2,95		0,19	8,65	38,75	0,5	22,4	100,4
Ago	1%	120	0,75	0,18	418,0	418,0	1,0	1,0	7,7		0,5	7,7	7,7	2,95		0,21	8,02	46,60	0,5	20,8	120,8
Sep	2%	240	1,50	0,36	417,3	418,0	1,2	1,0	7,7		0,4	7,7	7,7	2,95		0,17	8,42	30,90	0,4	21,8	80,1
Oct	8%	960	5,99	1,44	413,3	418,0	2,1	1,0	7,7		0,6	7,7	7,7	2,95		0,23	15,41	168,00	0,6	39,9	435,5
Nov	14%	1680	10,49	2,52	406,3	418,0	3,7	1,0		51,0	0,9	51,0	51,0		19,68	0,35	26,56	85,98	0,9	68,8	222,9
Dic	20%	2400	14,98	3,60	395,8	418,0	6,2	1,0		51,0	0,9	51,0	51,0		19,68	0,36	24,47	154,00	0,9	63,4	399,2
Ene	25%	3000	18,73	4,49	381,7	411,4	9,4	2,5	7,7		0,1	7,7	7,7	2,95		0,04	13,16	92,21	0,1	34,1	239,0
Feb	18%	2160	13,48	3,24	371,4	408,8	11,8	3,1	7,7		0,0	7,7	7,7	2,95		0,00	7,44	78,10	0,0	19,3	202,4
Mar	12%	1440	8,99	2,16	364,9	405,8	13,3	3,8	3,8		0,3	3,8	3,8	1,48		0,12	1,76	7,47	0,3	4,6	19,4
Abr	0%	0	0,00	0,00	364,9	405,8	13,3	3,8								0,06	2,17	14,50	0,2	5,6	37,6
May	0%	0	0,00	0,00	364,9	405,8	13,3	3,8								0,00	3,06	13,19	0,0	7,9	34,2
Jun	0%	0	0,00	0,00	364,9	405,8	13,3	3,8								0,20	4,91	11,77	0,5	12,7	30,5
Jul	0%	0	0,00	0,00	365,4	413,5	13,2	2,1	7,7		0,5	7,7	7,7	2,95		0,19	8,65	38,75	0,5	22,4	100,4
Ago	1%	120	0,75	0,18	365,4	418,0	13,2	1,0	7,7		0,5	7,7	7,7	2,95		0,21	8,02	46,60	0,5	20,8	120,8
Sep	2%	240	1,50	0,36	364,7	418,0	13,4	1,0	7,7		0,4	7,7	7,7	2,95		0,17	8,42	30,90	0,4	21,8	80,1
Oct	8%	960	5,99	1,44	360,7	418,0	14,3	1,0	7,7		0,6	7,7	7,7	2,95		0,23	15,41	168,00	0,6	39,9	435,5
Nov	14%	1680	10,49	2,52	353,7	418,0	16,0	1,0		51,0	0,9	51,0	51,0		19,68	0,35	26,56	85,98	0,9	68,8	222,9
Dic	20%	2400	14,98	3,60	343,2	418,0	18,4	1,0		51,0	0,9	51,0	51,0		19,68	0,36	24,47	154,00	0,9	63,4	399,2
Ene	25%	3000	18,73	4,49	329,1	411,4	21,7	2,5	7,7		0,1	7,7	7,7	2,95		0,04	13,16	92,21	0,1	34,1	239,0
Feb	18%	2160	13,48	3,24	318,8	408,8	24,1	3,1	7,7		0,0	7,7	7,7	2,95		0,00	7,44	78,10	0,0	19,3	202,4
Mar	12%	1440	8,99	2,16	312,3	405,8	25,6	3,8	3,8		0,3	3,8	3,8	1,48		0,12	1,76	7,47	0,3	4,6	19,4
Abr	0%	0	0,00	0,00	312,3	405,8	25,6	3,8								0,06	2,17	14,50	0,2	5,6	37,6

4.4.3.2 Resultados de la Operación

Como se puede observar del cuadro anterior, se simula el comportamiento del embalse subterráneo sometido a la demanda total de agua de riego (6242 Ha.) en forma mensual.

Si se consideran los años de caudales mínimos mensuales (caso extremo)en conjunto con las máximas demandas de riego (sin disminuirlas por ser año seco). Se observan las siguientes situaciones:

-El acuífero en dichas condiciones podría disminuir hasta unos 13 metros sus niveles medios en el transcurso de un año extremo seco.

-El volumen extraído para riego alcanza una cifra cercana a los 75 millones de m^3 anuales no obstante ello el volumen desembalsado acumulado desde el acuífero alcanza a unos 54 millones de m^3.

Si se consideran los años de caudales promedio,asignable a un año hidrológico medio, se tiene:

-El acuífero entra en un ciclo de embalse - desembalse durante un período de 17 meses aproximadamente. Por lo tanto el acuífero no sufre descensos importantes de sus niveles.

-El acuífero presenta sus mayores depresiones de la napa hasta valores cercanos a los 3,8 metros bajo el nivel actual, que se ha considerado a 1,0 m bajo nivel de terreno en promedio.

-Por lo tanto en las condiciones medias el acuífero es capaz de soportar una explotación total para riego.

4.4.4 Acuífero del río Illapel

Este embalse subterráneo presenta buenas condiciones de operación. Tanto por su condición de embalse de cabecera, por sus caudales superficiales que ingresan al sector como por sus condiciones hidrogeológicas.

Entre las características físicas de este embalse subterráneo se puede indicar que presenta un volumen de acuífero cercano a los 2600 millones de m^3, por lo tanto capaz de almacenar entre

130 a 260 millones de m^3 de agua subterránea. Presenta un área superficial del acuífero de alrededor de los 3700 Ha.

La superficie total futura a regar se estima en 3371 Ha, de las cuales en la actualidad se riegan unas 1469 Ha. La dotación anual de riego promedio considerada, correspondiente al Area de Planificación Intermedia es de unos 12000 m^3/Ha/año.

Las fuentes de recarga superficial provenientes del río Illapel presentan caudales promedio anuales cercanos a 3,1 m^3/s, con valores medios mensuales entre 2,0 y 7,0 m^3/s.

En las páginas siguientes se presentan los cuadros 7.2-14 y 7.2-15 que contienen los datos considerados en la operación del embalse subterráneo.

4.4.4.1 Operación Simulada del Acuífero

En la página subsiguiente se presenta la operación del embalse subterráneo para condiciones de años secos y años promedio.

Para comprender el sistema de recarga anual y multianual se presenta dicha operación durante 24 meses.

Se muestran principalmente las demandas de riego, el estado del embalse (partiendo de la condición de embalse completo como ocurre en la actualidad),los descensos medios del embalse, las recargas potenciales hacia el acuífero y los caudales ingresos al embalse subterráneo.

Cuadro 7.2-14

ACUIFERO ILLAPEL			
Caracteristicas Agrícolas			
Superficie regada actual	1469	Ha	
Superficie regada a futuro	3331	Ha	
Aumento de superficie	1862	Ha	
Dotación promedio	12000	m3/Ha/año	
Demanda Actual	17,6	Mill m3/año	
Demanda Futura	40,0	Mill m3/año	
Aumento Demanda	22,3	Mill m3/año	
Características del Acuífero			
Volumen embalse subterraneo	2660	Mill m3	
Area superficial embalse subt.	3770	Ha	
Coeficiente almacenamiento menor	5%		
Coeficiente almacenamiento mayor	10%		
Mínimo volumen embalsado	133	Mill m3	
Máximo volumen embalsado	266	Mill m3	
Almacenamiento Unitario Minimo	1,9	Mill m3	
Almacenamiento Unitario Maximo	3,8	Mill m3	
Caracteristicas Varias			
Longitud del rio	30	Km	
Ancho rio epoca normal	10	m	
Ancho rio epoca crecidas	30	m	
Area rio epoca normal	0,3	Km2	
Area rio epoca crecida	0,9	Km2	
Tasa potencial inf. rio normal	0,5	m/día	
Tasa potencial inf. rio crecida	1,0	m/día	
Precipitaciones medias anuales	200	mm/año	

ACUIFERO ILLAPEL																				
Meses	% uso	Demanda		Infiltración	EstadoEmbalse		Prof Napa		Rec. Potencial		Recargas RIO			Rec. POTENCIAL		Caudales RIO			Volúmenes Rio		
	agua	Riego	Futura	Riego	Hm3		m	m	rio normal	rio crecida	Minimas	Promedio	Maxima	rio normal	rio crecida	Minimo	Promedios	Maximos	Mínimo	Promedios	Maximos
	riego	m3/Ha	Hm3/mes	Hm3	rio mínimo	rio medio	seco	normal	Hm3	Hm3	Hm3	Hm3	Hm3	m3/s	m3/s	m3/s	m3/s	m3/s	Hm3	Hm3	Hm3
May	0%	0	0,00	0,00	266,0	266,0	1,0	1,0								0,26	1,75	8,22	0,7	4,5	21,3
Jun	0%	0	0,00	0,00	266,0	266,0	1,0	1,0								0,24	1,96	7,79	0,6	5,1	20,2
Jul	0%	0	0,00	0,00	266,0	266,0	1,0	1,0	4,5		1,1	4,5	4,5	1,74		0,42	2,24	6,97	1,1	5,8	18,1
Ago	1%	120	0,40	0,10	266,0	266,0	1,0	1,0	4,5		1,2	4,5	4,5	1,74		0,46	2,22	7,11	1,2	5,8	18,4
Sep	2%	240	0,80	0,19	266,0	266,0	1,0	1,0	4,5		1,1	4,5	4,5	1,74		0,42	3,60	16,35	1,1	9,3	42,4
Oct	8%	960	3,20	0,77	264,8	266,0	1,3	1,0	4,5		1,2	4,5	4,5	1,74		0,46	4,10	19,50	1,2	10,6	50,5
Nov	14%	1680	5,60	1,34	261,5	266,0	2,2	1,0		27,0	1,0	16,2	27,0		10,42	0,38	6,25	32,80	1,0	16,2	85,0
Dic	20%	2400	7,99	1,92	256,1	266,0	3,6	1,0		27,0	0,7	16,9	27,0		10,42	0,26	6,52	34,40	0,7	16,9	89,2
Ene	25%	3000	9,99	2,40	249,1	262,9	5,5	1,8	4,5		0,6	4,5	4,5	1,74		0,24	3,40	17,10	0,6	8,8	44,3
Feb	18%	2160	7,19	1,73	243,8	261,9	6,9	2,1	4,5		0,2	4,5	4,5	1,74		0,07	2,08	8,19	0,2	5,4	21,2
Mar	12%	1440	4,80	1,15	240,5	260,5	7,8	2,4	2,3		0,3	2,3	2,3	0,87		0,13	1,67	6,24	0,3	4,3	16,2
Abr	0%	0	0,00	0,00	240,5	260,5	7,8	2,4								0,24	1,63	6,81	0,6	4,2	17,7
May	0%	0	0,00	0,00	240,5	260,5	7,8	2,4								0,26	1,75	8,22	0,7	4,5	21,3
Jun	0%	0	0,00	0,00	240,5	260,5	7,8	2,4								0,24	1,96	7,79	0,6	5,1	20,2
Jul	0%	0	0,00	0,00	241,6	265,0	7,5	1,3	4,5		1,1	4,5	4,5	1,74		0,42	2,24	6,97	1,1	5,8	18,1
Ago	1%	120	0,40	0,10	242,5	266,0	7,2	1,0	4,5		1,2	4,5	4,5	1,74		0,46	2,22	7,11	1,2	5,8	18,4
Sep	2%	240	0,80	0,19	243,0	266,0	7,1	1,0	4,5		1,1	4,5	4,5	1,74		0,42	3,60	16,35	1,1	9,3	42,4
Oct	8%	960	3,20	0,77	241,7	266,0	7,4	1,0	4,5		1,2	4,5	4,5	1,74		0,46	4,10	19,50	1,2	10,6	50,5
Nov	14%	1680	5,60	1,34	238,5	266,0	8,3	1,0		27,0	1,0	16,2	27,0		10,42	0,38	6,25	32,80	1,0	16,2	85,0
Dic	20%	2400	7,99	1,92	233,1	266,0	9,7	1,0		27,0	0,7	16,9	27,0		10,42	0,26	6,52	34,40	0,7	16,9	89,2
Ene	25%	3000	9,99	2,40	226,1	262,9	11,6	1,8	4,5		0,6	4,5	4,5	1,74		0,24	3,40	17,10	0,6	8,8	44,3
Feb	18%	2160	7,19	1,73	220,8	261,9	13,0	2,1	4,5		0,2	4,5	4,5	1,74		0,07	2,08	8,19	0,2	5,4	21,2
Mar	12%	1440	4,80	1,15	217,5	260,5	13,9	2,4	2,3		0,3	2,3	2,3	0,87		0,13	1,67	6,24	0,3	4,3	16,2
Abr	0%	0	0,00	0,00	217,5	260,5	13,9	2,4								0,24	1,63	6,81	0,6	4,2	17,7

4.4.4.2 Resultados de la Operación

Tal como se puede observar del cuadro anterior se simula el comportamiento del embalse subterráneo sometido a la demanda total de agua de riego en forma mensual.

Si se consideran los años de caudales mínimos mensuales (caso extremo) con las demandas de riego para 3370 Ha. Se observan las siguientes situaciones:

-El acuífero en dichas condiciones podría disminuir hasta unos 7,8 metros sus niveles medios durante un año seco y si este se repite, se podrían esperar descensos de hasta 14 metros al segundo año. Esta situación es la más extrema que se puede suponer al considerar que se producirán en forma consecutiva dos años de sequía extrema y se siga cultivando la misma superficie total de 3370 Ha.

-El volumen extraído para riego alcanza una cifra cercana a los 40 millones de m^3 anuales, no obstante ello el volumen desembalsado acumulado desde el acuífero alcanza a unos 26 millones de m^3.

Si se consideran los años de caudales promedio, asociable a un año hidrológico medio, se tiene:

-El acuífero entra en un ciclo de embalse - desembalse durante un período de 17 meses aproximadamente. Por lo tanto el acuífero no sufre descensos importantes de sus niveles. El acuífero es capaz de soportar una explotación total como la considerada.

-El acuífero presenta sus mayores depresiones de la napa hasta valores cercanos a los 2,4 metros bajo el nivel actual. Dicho descenso corresponde a un pequeño volumen de 5,5 millones de m^3 anual.

4.4.5 Acuífero Choapa entre Mincha y Desembocadura

Este embalse subterráneo es el que presenta mejores condiciones de recarga para las demandas consideradas de riego de 1143 Ha. que se ubican en su sector.

Entre las características físicas de este embalse subterráneo se puede indicar que presenta un volumen de acuífero cercano a los 800 millones de m^3, por lo tanto capaz de almacenar entre 40 a 80 millones de m^3 de agua subterránea. Presenta un área

superficial del acuífero de alrededor de los 2000 Ha. El menor volumen de acuífero respecto al los restantes es producto de la menor profundidad de relleno que se presenta en esta zona.

La superficie total futura a regar se estima en 1143 Ha, de las cuales en la actualidad se riegan unas 509 Ha. La dotación anual de riego promedio considerada, correspondiente al Area de Planificación Costa es de unos 10000 m^3/Ha/año.

Las fuentes de recarga superficial provenientes del río Choapa y sus afluentes, presentan caudales promedio anuales cercanos a 11 m^3/s, con valores medios mensuales entre 3,0 y 25,0 m^3/s.

En las páginas siguientes se presentan los cuadros 7.2-16 y 7.2-17 que contienen los datos considerados en la operación del embalse subterráneo.

4.4.5.1 Operación Simulada del Acuífero

En la página subsiguiente se presenta la operación del embalse subterráneo para condiciones de años secos y años promedio.

Para comprender el sistema de recarga anual y multianual se presenta dicha operación durante 24 meses.

Se muestran principalmente las demandas de riego, el estado del embalse (partiendo de la condición de embalse completo como ocurre en la actualidad),los descensos medios del embalse, las recargas potenciales hacia el acuífero y los caudales ingresos al embalse subterráneo.

ACUIFERO MINCHA DESEMBOCADURA			
Caracteristicas Agrícolas			
Superficie regada actual	509	Ha	
Superficie regada a futuro	1143	Ha	
Aumento de superficie	634	Ha	
Dotación promedio	10000	m3/Ha/año	
Demanda Actual	5,1	Mill m3/año	
Demanda Futura	11,4	Mill m3/año	
Aumento Demanda	6,3	Mill m3/año	
Características del Acuífero			
Volumen embalse subterraneo	880	Mill m3	
Area superficial embalse subt.	2060	Ha	
Coeficiente almacenamiento menor	5%		
Coeficiente almacenamiento mayor	10%		
Mínimo volumen embalsado	44	Mill m3	
Máximo volumen embalsado	88	Mill m3	
Almacenamiento Unitario Minimo	1,0	Mill m3	
Almacenamiento Unitario Maximo	2,1	Mill m3	
Caracteristicas Varias			
Longitud del rio	20,5	Km	
Ancho rio epoca normal	12	m	
Ancho rio epoca crecidas	30	m	
Area rio epoca normal	0,2	Km2	
Area rio epoca crecida	0,6	Km2	
Tasa potencial inf. rio normal	0,5	m/día	
Tasa potencial inf. rio crecida	1,0	m/día	
Precipitaciones medias anuales	180	mm/año	

ACUIFERO MINCHA DESEMBOCADURA

Meses	% uso	Demanda		Infiltración	EstadoEmbalse		Prof Napa		Rec. Potencial		Recargas RIO			Rec. POTENCIAL		Caudales RIO			Volúmenes Rio		
	agua	Riego	Futura	Riego	Hm3		m	m	rio normal	rio crecida	Minimas	Promedio	Maxima	rio normal	rio crecida	Minimo	Promedios	Maximos	Minimo	Promedios	Maximos
	riego	m3/Ha	Hm3/mes	Hm3	rio mínimo	rio medio	seco	normal	Hm3	Hm3	Hm3	Hm3	Hm3	m3/s	m3/s	m3/s	m3/s	m3/s	Hm3	Hm3	Hm3
May	0%	0	0,00	0,00	88,0	88,0	1,0	1,0								0,14	4,59	13,70	0,4	11,9	35,5
Jun	0%	0	0,00	0,00	88,0	88,0	1,0	1,0								0,43	8,15	20,40	1,1	21,1	52,9
Jul	0%	0	0,00	0,00	88,0	88,0	1,0	1,0	3,7		1,2	3,7	3,7	1,42		0,46	12,98	66,20	1,2	33,6	171,6
Ago	1%	100	0,11	0,03	88,0	88,0	1,0	1,0	3,7		2,5	3,7	3,7	1,42		0,97	10,95	60,74	2,5	28,4	157,4
Sep	2%	200	0,23	0,05	88,0	88,0	1,0	1,0	3,7		1,8	3,7	3,7	1,42		0,68	10,84	41,30	1,8	28,1	107,0
Oct	8%	800	0,91	0,22	88,0	88,0	1,0	1,0	3,7		2,1	3,7	3,7	1,42		0,80	14,36	57,00	2,1	37,2	147,7
Nov	14%	1400	1,60	0,38	87,9	88,0	1,1	1,0		18,5	1,1	18,5	18,5		7,12	0,42	26,37	107,00	1,1	68,4	277,3
Dic	20%	2000	2,29	0,55	87,1	88,0	1,4	1,0		18,5	1,0	18,5	18,5		7,12	0,37	24,66	188,85	1,0	63,9	489,5
Ene	25%	2500	2,86	0,69	85,5	88,0	2,2	1,0	3,7		0,6	3,7	3,7	1,42		0,24	10,55	73,00	0,6	27,3	189,2
Feb	18%	1800	2,06	0,49	84,5	88,0	2,7	1,0	3,7		0,5	3,7	3,7	1,42		0,19	3,21	27,90	0,5	8,3	72,3
Mar	12%	1200	1,37	0,33	83,4	88,0	3,2	1,0	1,8		0,0	1,8	1,8	0,71		0,00	3,26	18,60	0,0	8,4	48,2
Abr	0%	0	0,00	0,00	83,4	88,0	3,2	1,0								0,09	3,55	22,60	0,2	9,2	58,6
May	0%	0	0,00	0,00	83,4	88,0	3,2	1,0								0,14	4,59	13,70	0,4	11,9	35,5
Jun	0%	0	0,00	0,00	83,4	88,0	3,2	1,0								0,43	8,15	20,40	1,1	21,1	52,9
Jul	0%	0	0,00	0,00	84,6	88,0	2,6	1,0	3,7		1,2	3,7	3,7	1,42		0,46	12,98	66,20	1,2	33,6	171,6
Ago	1%	100	0,11	0,03	87,1	88,0	1,5	1,0	3,7		2,5	3,7	3,7	1,42		0,97	10,95	60,74	2,5	28,4	157,4
Sep	2%	200	0,23	0,05	88,0	88,0	1,0	1,0	3,7		1,8	3,7	3,7	1,42		0,68	10,84	41,30	1,8	28,1	107,0
Oct	8%	800	0,91	0,22	88,0	88,0	1,0	1,0	3,7		2,1	3,7	3,7	1,42		0,80	14,36	57,00	2,1	37,2	147,7
Nov	14%	1400	1,60	0,38	87,9	88,0	1,1	1,0		18,5	1,1	18,5	18,5		7,12	0,42	26,37	107,00	1,1	68,4	277,3
Dic	20%	2000	2,29	0,55	87,1	88,0	1,4	1,0		18,5	1,0	18,5	18,5		7,12	0,37	24,66	188,85	1,0	63,9	489,5
Ene	25%	2500	2,86	0,69	85,5	88,0	2,2	1,0	3,7		0,6	3,7	3,7	1,42		0,24	10,55	73,00	0,6	27,3	189,2
Feb	18%	1800	2,06	0,49	84,5	88,0	2,7	1,0	3,7		0,5	3,7	3,7	1,42		0,19	3,21	27,90	0,5	8,3	72,3
Mar	12%	1200	1,37	0,33	83,4	88,0	3,2	1,0	1,8		0,0	1,8	1,8	0,71		0,00	3,26	18,60	0,0	8,4	48,2
Abr	0%	0	0,00	0,00	83,4	88,0	3,2	1,0								0,09	3,55	22,60	0,2	9,2	58,6

4.4.5.2 Resultados de la Operación

Tal como se puede observar del cuadro anterior se simula el comportamiento del embalse subterráneo sometido a la demanda total de agua de riego en forma mensual.

Si se consideran los años de caudales mínimos mensuales (caso extremo) con las demandas de riego para 1143 Ha. Se observan las siguientes situaciones:

-El acuífero en dichas condiciones podría disminuir hasta unos 3,2 metros sus niveles medios durante un año seco y si este se repite, es capaz de entrar en un ciclo recuperando sus niveles originales.Por lo tanto aún en las condiciones más extremas este acuífero es capaz de operar sin mostrar descensos constantes de los niveles freáticos.

-El volumen extraído para riego alcanza una cifra cercana a los 11,5 millones de m^3 anuales, no obstante ello el volumen desembalsado acumulado desde el acuífero alcanza sus valores máximos de unos 4,6 millones de m^3.

Si se consideran los años de caudales promedio, asociable a año hidrológico medio, se tiene:

-Con mayor razón el acuífero es capaz de soportar una demanda de riego de 1143 Ha.

-El embalse sufre una recarga constante a medida de se explota por lo que no arroja cambios significativos en sus niveles si se consideran años medios.

-El acuífero no presenta depresiones de la napa.

4.5 FUNCIONAMIENTO DE ACUIFEROS CONECTADOS

En los capítulos anteriores se analizaron en forma independiente las formas de operación de los embalses subterráneos. Ahora se pretende comunicar la operación de los acuíferos y sus influencias en aquellos ubicados aguas abajo. Lo anterior se traduce en relacionar los caudales circulantes y los excedentes de riego de un sector que pasan a ser aportes al sector de aguas abajo.

Las principales variaciones consisten en:

-El caudal superficial del río disponible de ser infiltrado en un sector, dependerá del grado de utilización que se haga de él en el sector de agua arriba.

-Se consideran ciertos caudales de retorno al riego como un porcentaje del volumen destinado a riego (10%) del sector de aguas arriba.

-Se consideran los aportes de los afluentes.

Los acuíferos ubicados en cabecera (es decir no tienen un embalse subterráneo agua arriba) en este nuevo esquema no sufren variaciones. Ellos son Cuncumén-Salamanca, Chalinga e Illapel.

Por lo tanto los acuíferos de Salamanca-Las Juntas y Mincha-Desembocadura serán analizados en conjunto con sus vecinos de aguas arriba.

4.5.1 Acuífero Choapa entre Salamanca-Las Juntas.

Corresponde este a uno de los acuíferos de mayor extensión superficial. Presenta sus mejores zonas en la parte alta del embalse en la desembocadura del estero Chalinga aguas abajo de Salamanca.

Entre las características físicas de este embalse subterráneo se puede indicar que presenta un volumen de acuífero cercano a los 4180 millones de m^3, por lo tanto capaz de almacenar entre 210 a 415 millones de m^3 de agua subterránea. Presenta un área superficial del acuífero de alrededor de los 4300 Ha.

La superficie total futura a regar se estima en 6242 Ha, de las cuales en la actualidad se riegan unas 2826 Ha. La dotación anual de riego promedio considerada, correspondiente al Area de Planificación Intermedia, es de unos 12000 m^3/Ha/año.

Dado que el río constituye la principal fuente de recarga del acuífero, se puede señalar que los caudales considerados de ingreso superficial al sector, en las condiciones actuales, corresponden a unos 10,3 m^3/s como promedio anual, con valores medios mensuales entre 2 y 25 m^3/s. Ellos considerando fluviometría del río Choapa en Salamanca.

4.5.1.1 Operación Simulada del Acuífero

En la página siguiente, en el cuadro 7.2-18, se presenta la operación del embalse subterráneo para condiciones de años secos y años promedio.

Para comprender el sistema de recarga anual y multianual se presenta dicha operación durante 24 meses.

Se muestran principalmente las demandas de riego, el estado del embalse (partiendo de la condición de embalse completo como ocurre en la actualidad),los descensos medios del embalse, las recargas potenciales hacia el acuífero y los caudales ingresos al embalse subterráneo.

Se considera la operación de este embalse con aportes de excedentes de la utilización del embalse de aguas arriba (Cuncumen-Salamanca) y los retornos de riego del sector de Chalinga que son mínimos y que pueden ser despreciables. Las aguas potenciales de infiltrar desde el rió Choapa son las excedentes de la operación del acuífero de Cuncumen -Salamanca.

ACUIFERO SALAMANCA LAS JUNTAS																				
FUNCIONANDO EN CONJUNTO CON CUNCUMEN-SALAMANCA Y CHALINGA																				
Meses	% uso	Demanda	Demanda	Infiltración	EstadoEmbalse		Prof Napa		Rec. Potencial		Recargas RIO			Rec. POTENCIAL		Caudales RIO			Volúmenes Rio		
	agua	Riego	Futura	Riego	Hm3		m	m	rio normal	rio crecida	Mínimas	Promedio	Maxima	rio normal	rio crecida	Mínimo	Promedios	Maximos	Mínimo	Promedios	Maximos
	riego	m3/Ha	Hm3/mes	Hm3	rio mínimo	rio medio	seco	normal	Hm3	Hm3	Hm3	Hm3	Hm3	m3/s	m3/s	m3/s	m3/s	m3/s	Hm3	Hm3	Hm3
May	0%	0	0,00	0,00	418,0	418,0	1,0	1,0								1,36	4,35	13,19	3,5	11,3	34,2
Jun	0%	0	0,00	0,00	418,0	418,0	1,0	1,0								1,75	5,15	11,77	4,5	13,3	30,5
Jul	0%	0	0,00	0,00	418,0	418,0	1,0	1,0	7,7		0,0	5,1	7,7	2,95		0,00	1,96	38,75	0,0	5,1	100,4
Ago	1%	120	0,75	0,18	417,5	418,0	1,1	1,0	7,7		0,1	7,7	7,7	2,95		0,03	3,11	46,60	0,1	8,1	120,8
Sep	2%	240	1,50	0,36	416,5	418,0	1,3	1,0	7,7		0,2	7,7	7,7	2,95		0,06	4,24	30,90	0,2	11,0	80,1
Oct	8%	960	5,99	1,44	412,7	418,0	2,2	1,0	7,7		0,7	7,7	7,7	2,95		0,26	10,95	168,00	0,7	28,4	435,5
Nov	14%	1680	10,49	2,52	405,9	418,0	3,8	1,0		51,0	1,2	22,2	51,0		19,68	0,45	8,56	85,98	1,2	22,2	222,9
Dic	20%	2400	14,98	3,60	396,2	418,0	6,1	1,0		51,0	1,7	22,8	51,0		19,68	0,65	8,81	154,00	1,7	22,8	399,2
Ene	25%	3000	18,73	4,49	384,0	411,4	8,9	2,5	7,7		2,1	7,7	7,7	2,95		0,81	10,51	92,21	2,1	27,2	239,0
Feb	18%	2160	13,48	3,24	375,3	408,8	10,9	3,1	7,7		1,5	7,7	7,7	2,95		0,58	3,85	78,10	1,5	10,0	202,4
Mar	12%	1440	8,99	2,16	369,4	405,8	12,3	3,8	3,8		1,0	3,8	3,8	1,48		0,39	3,34	7,47	1,0	8,7	19,4
Abr	0%	0	0,00	0,00	369,4	405,8	12,3	3,8								1,16	4,46	14,50	3,0	11,6	37,6
May	0%	0	0,00	0,00	369,4	405,8	12,3	3,8								1,36	4,35	13,19	3,5	11,3	34,2
Jun	0%	0	0,00	0,00	369,4	405,8	12,3	3,8								1,75	5,15	11,77	4,5	13,3	30,5
Jul	0%	0	0,00	0,00	369,4	410,9	12,3	2,7	7,7		0,0	5,1	7,7	2,95		0,00	1,96	38,75	0,0	5,1	100,4
Ago	1%	120	0,75	0,18	369,0	418,0	12,4	1,0	7,7		0,1	7,7	7,7	2,95		0,03	3,11	46,60	0,1	8,1	120,8
Sep	2%	240	1,50	0,36	368,0	418,0	12,6	1,0	7,7		0,2	7,7	7,7	2,95		0,06	4,24	30,90	0,2	11,0	80,1
Oct	8%	960	5,99	1,44	364,1	418,0	13,5	1,0	7,7		0,7	7,7	7,7	2,95		0,26	10,95	168,00	0,7	28,4	435,5
Nov	14%	1680	10,49	2,52	357,3	418,0	15,1	1,0		51,0	1,2	22,2	51,0		19,68	0,45	8,56	85,98	1,2	22,2	222,9
Dic	20%	2400	14,98	3,60	347,6	418,0	17,4	1,0		51,0	1,7	22,8	51,0		19,68	0,65	8,81	154,00	1,7	22,8	399,2
Ene	25%	3000	18,73	4,49	335,5	411,4	20,2	2,5	7,7		2,1	7,7	7,7	2,95		0,81	10,51	92,21	2,1	27,2	239,0
Feb	18%	2160	13,48	3,24	326,7	408,8	22,2	3,1	7,7		1,5	7,7	7,7	2,95		0,58	3,85	78,10	1,5	10,0	202,4
Mar	12%	1440	8,99	2,16	320,9	405,8	23,6	3,8	3,8		1,0	3,8	3,8	1,48		0,39	3,34	7,47	1,0	8,7	19,4
Abr	0%	0	0,00	0,00	320,9	405,8	23,6	3,8								1,16	4,46	14,50	3,0	11,6	37,6

4.5.1.2 Resultados de la Operación

Como se puede observar del cuadro anterior, se simula el comportamiento del embalse subterráneo sometido a la demanda total de agua de riego (6242 Ha.) en forma mensual.

Los aportes superficiales están regidos por la operación del embalse subterráneo de aguas arriba.

Si se consideran los años de caudales mínimos mensuales (caso extremo)en conjunto con las máximas demandas de riego (sin disminuirlas por ser año seco). Se observan las siguientes situaciones:

-El acuífero en dichas condiciones podría disminuir hasta unos 12 metros sus niveles medios en el transcurso de un año extremo seco. Este valor se puede incrementar ha 23 metros si dos años de extrema sequía se presentaran. Esta situación es muy extrema y se analiza para conocer que rigurosa se puede hacer la explotación. Los valores obtenidos difieren levemente de lo obtenido en condiciones de acuifero independiente (13 y 25 m).

-El volumen extraído para riego alcanza una cifra cercana a los 75 millones de m^3 anuales no obstante ello el volumen desembalsado acumulado desde el acuífero alcanza a unos 48 millones de m^3.

Si se consideran los años de caudales promedio,asignable a un año hidrológico medio, se tiene:

-El acuífero entra en un ciclo de embalse - desembalse durante un período de 17 meses aproximadamente. Por lo tanto el acuífero no sufre descensos importantes de sus niveles.Esta condición es semejante a la situación con acuíferos independientes.

-El acuífero presenta sus mayores depresiones de la napa hasta valores cercanos a los 3,8 metros bajo el nivel actual, que se ha considerado a 1,0 m bajo nivel de terreno en promedio.Estos descensos de la napa corresponden a variaciones en el almacenamiento por 12 millones de m^3.

-Por lo tanto en las condiciones medias el acuífero es capaz de soportar una explotación total para riego de 6242 Ha.

4.5.2 Acuífero Mincha -Desembocadura

Una operación simulada en conjunto con el funcionamiento del acuífero de Illapel y del acuífero de Salamanca-Las Juntas se presenta en la página siguiente, en el Cuadro 7.2-19.

Se puede indicar que este acuífero arroja los mismos resultados que la situación anterior de considerarlo independiente del funcionamiento de los embalses subterráneos de aguas arriba.

ACUIFERO MINCHA DESEMBOCADURA																				
FUNCIONANDO EN CONJUNTO CON SALAMANCA LAS JUNTAS																				
Meses	% uso	Demanda		Infiltración	Estado Embalse		Prof Napa		Rec. Potencial		Recargas RIO			Rec. POTENCIAL		Caudales RIO			Volúmenes Rio		
	agua	Riego Futura		Riego	Hm3		m	m	rio normal	rio crecida	Minimas	Promedio	Maxima	rio normal	rio crecida	Minimo	Promedios	Maximos	Minimo	Promedios	Maximos
	riego	m3/Ha	Hm3/mes	Hm3	rio minimo	rio medio	seco	normal	Hm3	Hm3	Hm3	Hm3	Hm3	m3/s	m3/s	m3/s	m3/s	m3/s	Hm3	Hm3	Hm3
May	0%	0	0,00	0,00	88,0	88,0	1,0	1,0								1,62	6,10	13,70	4,2	15,8	35,5
Jun	0%	0	0,00	0,00	88,0	88,0	1,0	1,0								1,99	7,11	20,40	5,2	18,4	52,9
Jul	0%	0	0,00	0,00	88,0	88,0	1,0	1,0	3,7		0,0	1,3	3,7	1,42		0,00	0,50	66,20	0,0	1,3	171,6
Ago	1%	100	0,11	0,03	88,0	88,0	1,0	1,0	3,7		0,1	1,8	3,7	1,42		0,04	0,69	60,74	0,1	1,8	157,4
Sep	2%	200	0,23	0,05	88,0	88,0	1,0	1,0	3,7		0,2	3,7	3,7	1,42		0,09	3,24	41,30	0,2	8,4	107,0
Oct	8%	800	0,91	0,22	88,0	88,0	1,0	1,0	3,7		0,9	3,7	3,7	1,42		0,35	10,72	57,00	0,9	27,8	147,7
Nov	14%	1400	1,60	0,38	88,0	88,0	1,0	1,0		18,5	1,6	1,6	18,5		7,12	0,62	0,62	107,00	1,6	1,6	277,3
Dic	20%	2000	2,29	0,55	88,0	88,0	1,0	1,0		18,5	2,3	2,3	18,5		7,12	0,89	0,89	188,85	2,3	2,3	489,5
Ene	25%	2500	2,86	0,69	88,0	88,0	1,0	1,0	3,7		2,9	3,7	3,7	1,42		1,11	10,33	73,00	2,9	26,8	189,2
Feb	18%	1800	2,06	0,49	88,0	88,0	1,0	1,0	3,7		2,1	3,7	3,7	1,42		0,80	2,04	27,90	2,1	5,3	72,3
Mar	12%	1200	1,37	0,33	88,0	88,0	1,0	1,0	1,8		1,4	1,8	1,8	0,71		0,53	3,20	18,60	1,4	8,3	48,2
Abr	0%	0	0,00	0,00	88,0	88,0	1,0	1,0								1,40	6,09	22,60	3,6	15,8	58,6
May	0%	0	0,00	0,00	88,0	88,0	1,0	1,0								1,62	6,10	13,70	4,2	15,8	35,5
Jun	0%	0	0,00	0,00	88,0	88,0	1,0	1,0								1,99	7,11	20,40	5,2	18,4	52,9
Jul	0%	0	0,00	0,00	88,0	88,0	1,0	1,0	3,7		0,0	1,3	3,7	1,42		0,00	0,50	66,20	0,0	1,3	171,6
Ago	1%	100	0,11	0,03	88,0	88,0	1,0	1,0	3,7		0,1	1,8	3,7	1,42		0,04	0,69	60,74	0,1	1,8	157,4
Sep	2%	200	0,23	0,05	88,0	88,0	1,0	1,0	3,7		0,2	3,7	3,7	1,42		0,09	3,24	41,30	0,2	8,4	107,0
Oct	8%	800	0,91	0,22	88,0	88,0	1,0	1,0	3,7		0,9	3,7	3,7	1,42		0,35	10,72	57,00	0,9	27,8	147,7
Nov	14%	1400	1,60	0,38	88,0	88,0	1,0	1,0		18,5	1,6	1,6	18,5		7,12	0,62	0,62	107,00	1,6	1,6	277,3
Dic	20%	2000	2,29	0,55	88,0	88,0	1,0	1,0		18,5	2,3	2,3	18,5		7,12	0,89	0,89	188,85	2,3	2,3	489,5
Ene	25%	2500	2,86	0,69	88,0	88,0	1,0	1,0	3,7		2,9	3,7	3,7	1,42		1,11	10,33	73,00	2,9	26,8	189,2
Feb	18%	1800	2,06	0,49	88,0	88,0	1,0	1,0	3,7		2,1	3,7	3,7	1,42		0,80	2,04	27,90	2,1	5,3	72,3
Mar	12%	1200	1,37	0,33	88,0	88,0	1,0	1,0	1,8		1,4	1,8	1,8	0,71		0,53	3,20	18,60	1,4	8,3	48,2
Abr	0%	0	0,00	0,00	88,0	88,0	1,0	1,0								1,40	6,09	22,60	3,6	15,8	58,6

7.3 OPERACION SIMULADA DEL SISTEMA DE RIEGO

1. GENERALIDADES

Bajo este punto se da a conocer la representación de los proyectos de riego propuestos mediante el modelo desarrollado, la metodología utilizada para encontrar el funcionamiento óptimo de dichos esquemas de riego y los resultados obtenidos de las simulaciones realizadas.

Como se analizó en el capítulo 6.1.6, los sistemas de riego propuestos buscan obtener un aprovechamiento óptimo de los recursos del río Choapa de modo de maximizar el área regada con un 85% de seguridad. Para esto se han proyectado embalses y canales que conforman una red que permite regular y transportar los recursos en forma eficiente.

El análisis de optimización de los sistemas de riego, redujo el número de embalses que debían ser considerados en el estudio del Balance Hídrico del Sistema de Riego Integral de la cuenca del río Choapa a sólo tres de ellos, éstos son los embalses:

- Cerrillos y Canelillo en el río Choapa.
- Corrales en el estero Camisas.

Posteriormente y gracias a la operación del modelo fue excluido el embalse Las Astas al percatarse que el embalse Corrales era capaz de regar los sectores que se encuentran en el área de influencia del embalse Las Astas en una forma más económica.

Estos tres embalses pueden interrelacionarse mediante sistemas de canales y por lo tanto pueden constituir sistemas de riego.

Sobre la base de lo anteriormente expuesto, se visualizan dos sistemas de riego para desarrollar el riego futuro del área del proyecto, denominados Sistema de Riego A y Sistema de Riego B.

Sistema de Riego 'A': Compuesto por los embalses Canelillo y Corrales y su sistema de canales asociados.

Sistema de Riego 'B': Compuesto por los embalses Cerrillos y Corrales y su sistema de canales asociados.

2 DESCRIPCION DE LOS SISTEMAS

2.1 SISTEMA DE RIEGO 'A'

Este sistema de riego, que se muestra esquemáticamente en la Figura 6.2.4-1, ha sido descrito en el capítulo 6.2.4 y está compuesto por las obras principales que se representan por los elementos descritos en el Cuadro 7.3-1.

CUADRO 7.3-1

Obras	Ubicación en la Topología
Embalse Canelillo	entre NB07 y ND01
Embalse Corrales	entre NB09 y NB10
Canal Alimentador Corrales	entre NA04 y NB09
Canal Matriz Corrales	entre NB10 y NB02
Canal Choapa	entre NB05, NB16, NC06 y SC09
Canal Canelillo	entre ND01 y ND05
Canal Costero Norte	entre ND05 y SD03
Canal Costero Sur	entre ND04 y SD04

Además, de las obras antes indicadas, este Sistema cuenta con todas las fuentes hídricas del área del proyecto, vale decir: los ríos Choapa, Illapel, Chalinga, del Valle, Cuncumén y Carén, los esteros Manque, Quelén, Camisas, Limáhuida, Millahue, Quilmenco, Aucó, Atelcura y La Canela y los acuíferos identificados como Cuncumén - Salamanca, Chalinga, estero Camisas, Salamanca - Las Juntas, Illapel, Coyuntagua - Tunga Norte, Estero La Canela y Mincha - Desembocadura.

Los recursos hídricos antes mencionados se usaron para definir a través del Modelo de Simulación Operacional de Riego, las superficies ubicadas en los diferentes sectores del Sistema que se regarían con 85 % de seguridad.

2.2 SISTEMA DE RIEGO 'B'

Este Sistema, que se muestra esquemáticamente en su primera concepción en la Figura 6.1.6-2, ha sido descrito en el capítulo 6.2.4 y está compuesto por las obras principales descritas en el Cuadro 7.3-2.

CUADRO 7.3-2

Obras	Ubicación en la Topología
Embalse Cerrillos	entre NB05 y NB18
Embalse Corrales	entre NB09 y NB10
Canal alimentador Corrales	entre NA04 y NB09
Canal matriz Corrales	entre NB10 y NB02
Canal Choapa	entre NB05, NB16, NC06 y SC09
Canal Mincha	entre NC06 y ND05
Canal Costero Norte	entre ND05 y SD03
Canal Costero Sur	entre ND04 y SD04

La presa Cerrillos interrumpe al Canal Choapa de manera tal que la sección del canal aguas arriba de la presa quedaría bajo aguas para niveles altos en el embalse; asimismo, para niveles bajos del embalse el canal Choapa quedaría por sobre la cota de agua del embalse. Como se ha definido que el canal Choapa sea el canal matriz que salga desde el embalse Cerrillos, será necesario bombear desde el embalse hasta el canal Choapa cada vez que el nivel del embalse esté por debajo de la cota del canal. Este hecho da origen a una obra de impulsión.

Los afloramientos que se usan en ambos Sistemas de Riego son los mismos del proceso de validación. Sólo existe un cambio en el Sistema de Riego 'B', pues la ubicación del embalse Cerrillos, que es totalmente estanco, hace aflorar el acuífero en este embalse en vez de continuar hacia la angostura de Canelillo, donde aflora actualmente.

El Sistema de Riego 'B' cuenta con los mismos recursos hídricos del Sistema de Riego A, pero regulados en distintos puntos geográficos y distribuidos con distintas obras de riego. Ambos sistemas de riego riegan prácticamente las mismas superficies, diferenciándose solamente por la superficie inundada por los embalses.

El modelo de Simulación Operacional del Sistema de Riego Choapa sirve para definir el tamaño de las obras necesarias para regar una cierta superficie dada con 85% de seguridad, o bien para determinar la superficie regada con 85% de seguridad para una cierta infraestructura de obras.

Sobre la base de los resultados que ha entregado el modelo se eligió posteriormente el sistema de riego más apropiado para regar íntegramente el área en estudio.

3. METODOLOGIA UTILIZADA PARA OPTIMIZAR LOS SISTEMAS DE RIEGO

3.1 GENERALIDADES

Para una mejor comprensión de la metodología utilizada para encontrar el óptimo de funcionamiento de los esquemas de riego, se reiteran las consideraciones que se tuvieron presentes al definirlos.

En los esquemas se debe privilegiar el aprovechamiento de las aguas del río Choapa, que es el río principal del sistema hídrico del área del proyecto, regulando su aporte. Al regular el río Choapa, se regula gran parte del recurso hídrico disponible.

Por otra parte, se debe privilegiar el riego de las zonas altas de la cuenca, por cuanto en ellas es posible, por razones de clima, disponer cultivos de más alta rentabilidad. Así entonces, se debe tratar de implantar regulaciones (embalses) en las zonas más altas posibles de la cuenca.

Junto a lo anterior se debe tener presente que la prioridad con que se utilizan los recursos existentes de la cuenca en estudio es la siguiente:

1º) Utilización de los recursos hídricos superficiales no regulados.

2º) Utilización de los recursos regulados.
   a) Sin bombeo
   b) Con bombeo desde el embalse

3º) Utilización de los embalses subterráneos mediante bombeo desde los acuíferos.

3.2 METODOLOGIA

La metodología utilizada para optimizar los sistemas de riego consiste en dos etapas las cuales son:

- Optimización del riego en los sectores fuera de la influencia de los embalses.

- Optimización del uso de los recursos de los embalses.

Estas etapas se describen en detalle a continuación:

3.2.1 Distribución óptima de los recursos naturales.

Se distribuyen los recursos del río Choapa en forma eficiente entre los sectores que no contarían con regulación, es decir, SA01, SA03, SA04, SA06, SA07, SA08 y SA09. En los sectores SA02, SA10 y SB01 se riega el máximo de área posible con los recursos que se cuenten de los ríos Cuncumén, Del Valle y Chalinga respectivamente.

Similar proceso se realiza en la Zona C, donde se distribuyen en forma eficiente los recursos del río Illapel entre los sectores que no contarían con regulación, es decir, SC01, SC02, SC04, SC05, y SC06. En el sector SC03 se riega el máximo de área posible con los recursos del río Carén.

Se entiende por distribución eficiente aquella repartición de los recursos que permita obtener una seguridad de riego del 85% para todo el área de los sectores involucrados y que a su vez minimice los derrames de éstos.

La distribución eficiente se obtuvo mediante la utilización del proceso de optimización no lineal denominado SOLVER de Microsoft Excel (planilla de cálculos). SOLVER es una poderosa herramienta de optimización y de asignación de recursos. El proceso de solución de SOLVER consiste en pruebas sucesivas o iteraciones. Durante cada iteración, SOLVER utiliza un conjunto nuevo de valores de celdas cambiantes para volver a calcular la hoja y examina las restricciones y los valores de celdas óptimos. El proceso se detiene cuando encuentra una solución de precisión satisfactoria o cuando ya no es posible avanzar o cuando alcanza el tiempo máximo permitido o el número máximo de iteraciones.

Esta optimización tiene por objeto minimizar el déficit del conjunto de los sectores involucrados, para ello se hace variar los porcentajes de distribución en los nodos involucrados. Las restricciones a esta optimización corresponden a:

-Todos los porcentajes de las distribuciones deben estar comprendidos entre 0 y 100%.

-La suma de los % de las distribuciones en cada nodo debe ser igual o inferior a 100%.

-La cantidad de agua transportada por cada canal o conjunto de canales que sale de un nodo no puede ser superior a la capacidad asociada.

-Además existen restricciones especiales, como es que los sectores que cuentan con acuífero no pueden tener déficit o bien deben ser los mínimos posibles.

La evaluación de los déficit en los sectores se efectúa de la misma forma descrita en el punto 3.2 "Características Operacionales".

Cabe hacer notar que este proceso de optimización se realizó para el mes de enero del año de la estadística que presentó un promedio anual con probabilidad de excedencia de 85%.

Además los porcentajes obtenidos de ésta optimización quedan sujetos a cambios.

3.2.2 Embalses de regulación.

Una vez satisfechas las demandas de los sectores que se encuentran fuera de la influencia de los embalses (es decir los antes mencionados), se procede a almacenar los recursos sobrantes en los distintos embalses.

Para esto, se ha seguido el procedimiento que se describe a continuación, que considera llenar los embalses desde el de mayor energía potencial al de menor.

Para no perjudicar el riego de los sectores bajo la bocatoma del canal alimentador del embalse Corrales (ubicado en NA04) y que no se encuentran en el área de riego de este embalse (SA06, SA07, SA08 y SA09), se calculan los caudales mensuales que deben dejarse pasar de forma que dichos sectores se rieguen con la seguridad deseada. Luego los caudales factibles de ser desviados al embalse son los excedentes sobre estos caudales.

Con estos caudales excedentes más los aportes del estero Camisas se calcula la capacidad del embalse Corrales y de su canal alimentador de modo que se pueda satisfacer la demanda de los sectores de riego bajo su área de influencia. Para esto, se realiza un proceso iterativo considerando distintos volúmenes de regulación y capacidades del canal alimentador.

Para cada una de las alternativas estudiadas se calcula la distribución óptima de los recursos en la zona de influencia del embalse.

Una vez que se han desviado los recursos necesarios para abastecer al embalse Corrales, se presentan las alternativas

para abastecer a los embalses Canelillo o Cerrillos, según sea el caso.

El embalse Canelillo se alimenta con los siguientes recursos: los sobrantes de la Zona A, los rebosamientos del embalse Corrales que no sean ocupados para el riego, los caudales derivados de la Hoya Intermedia, las recuperaciones de riego que se producen en los sectores ubicados aguas arriba del embalse, que corresponden a la Zona B del modelo, y los afloramientos que se producen en el río Choapa entre los ríos Chalinga e Illapel.

El embalse Canelillo distribuye sus recursos a los sectores SD01, SD02, SD03, SD04, SD05 y SD06, los que son distribuidos en forma eficiente.

El embalse Cerrillos cuenta con casi los mismos recursos que el embalse Canelillo, salvo por la Hoya intermedia que se encuentra entre ambos embalses y las recuperaciones de riego de los sectores ubicados entre ellos (SB07, SB09 y SB10).

El embalse Cerrillos abastece a los siguientes sectores: SB10, SC07, SC08, SC09, SD01, SD02, SD03, SD04, SD05 y SD06. La repartición de los recursos del embalse es hecha en forma eficiente.

Los embalses considerados en este estudio son de regulación anual y operación mensual. En la operación de estos embalses no se consideró la aplicación de mallas de alerta ni sistema de pronóstico, pues el objetivo fue la determinación de las capacidades de ellos y sus potencialidades de riego.

4 DESARROLLO DE LOS SISTEMAS DE RIEGO ESTUDIADOS

Como se dijo en el punto anterior, se estudiaron dos sistemas de riego, en los cuales existe una infraestructura de riego diferente.

El objetivo del modelo es determinar las dimensiones de las obras consideradas en cada sistema para regar la máxima superficie posible con seguridad 85%.

La operación del modelo se realiza para encontrar las máximas superficies de riego posibles de ser regadas con 85% de seguridad (resultado entregado por el modelo). La falla en un embalse se traduce en una falta de recursos en los sectores y por lo tanto en una demanda no satisfecha. Por lo anterior, para cumplir con la seguridad 85% en los sectores es necesario que los embalses tengan una cantidad de fallas equivalente al

15% de los años considerados en la estadística. Pues cuando existe regulación basta que uno de los sectores abastecidos por el embalse falle para que el embalse también falle. El movimiento de los embalses, para verificar la existencia de fallas, es entregado como informe del modelo de simulación.

Para determinar la capacidad de los canales alimentadores a los embalses, se realiza un proceso iterativo. Se parte con una capacidad grande y se va reduciendo hasta que se altere el número de fallas de los embalses descrito en el párrafo anterior.

Una vez determinados los volúmenes de los embalses y la superficie regada con 85% de seguridad, se determina la capacidad de los canales matrices proyectados a los que se les ha dado una sobrecapacidad para estos cálculos iniciales. Para ello, se analiza la estadística de los caudales pasantes, que es un resultado que entrega el modelo y de acuerdo con este análisis se fija la capacidad de dichos canales.

El volumen que se utiliza del acuífero asociado a cada sector se determina una vez agotados los recursos superficiales. Este volumen es el que permite obtener una seguridad de 85% en sectores que no tengan dicha seguridad. Existen sectores que no tienen posibilidad de utilizar recursos subterráneos, por encontrarse fuera del área de influencia de los acuíferos existentes.

Teniendo en cuenta lo anteriormente expuesto, se pueden describir los valores asignados a cada parámetro que interviene en el modelo, además de presentar los resultados obtenidos en cada sistema.

4.1 VALORES ASIGNADOS A LOS PARAMETROS DEL MODELO

Cada sistema de riego tiene sus propios parámetros de operación, sin embargo existen muchos que coinciden entre ambos sistemas. Los parámetros corresponden a todos los ingresos que requiere el modelo computacional para su operación, estos se encuentran separados en dos grupos denominados: Hidrología y Parámetros Modelo. Dentro del primer grupo se encuentran los siguientes: afluentes, hoyas intermedias, sectores de riego, demandas de agua, afloramientos, estadística de validación y caudales ecológicos. En el segundo grupo están los porcentajes de distribución, los coeficientes de infiltración y los parámetros generales. Los valores de los parámetros que se presentan en los siguientes puntos corresponden a los usados en la pasada última y definitiva del proceso iterativo. A continuación se describen estos ingresos.

Dentro de la Hidrología se cuenta con los siguientes antecedentes:

- AFLUENTES

Corresponden a todos los ríos y esteros señalados en la topología del sistema. Cada uno de los afluentes cuenta con una estadística desarrollada en el estudio hidrológico. Cada afluente tiene un nombre interno que es diferente al del estudio hidrológico, por tal motivo se presenta el Cuadro 7.3-3 donde se señalan los nombres utilizados en cada caso y el río al cual corresponde. Ambos sistemas de riego utilizan los mismos Afluentes.

CUADRO 7.3-3

Nombre Afluente	Estadística Hidrológica	Nombre Interno
Río Choapa antes junta río del Valle	C-A1	CHOAPA
Río del Valle	C-A9	DELVALLE
Río Cuncumén antes bocatoma canales más estero Tencadán	C-A8a y C-A8b	CUNCUMEN
Estero Manque	C-A10	MANQUE
Estero Quelén	C-A12	QUELEN
Río Chalinga	C-B1	CHALINGA
Estero Camisas	C-B9	CAMISAS
Estero Quilmenco	C-B12	QUILMENCO
Estero Limáhuida	C-B15	LIMAHUIDA
Río Illapel en Cabecera	C-C1	NEGRO
Río Carén	C-C12	CAREN
Estero Aucó	C-C6	AUCO
Estero Millahue	C-D2b	MILLAHUE

Las estadísticas se encuentran en el Capítulo 6.2.3 "Estudio Hidrológico".

- HOYAS INTERMEDIAS

Cada zona cuenta con su propia hoya intermedia, la que se concentra en el nodo más bajo de ella. Al igual que el caso anterior, los nombres de las estadísticas del estudio

hidrológico no coinciden con los ocupados por el modelo, por tal motivo se presenta el Cuadro 7.3-4 indicando cada uno de los nombres de las hoyas intermedias. Estos son los mismos para ambos Sistemas de Riego 'A' y 'B'.

CUADRO 7.3-4

Hoya Intermedia	Estadística Hidrológica	Nombre Interno Modelo
Zona A	HI-A	HIA07
Zona B	HI-B	HIB07
Zona C	HI-C	HIC07
Zona D	HI-D	HID03

Las estadísticas correspondientes se encuentran en el Capítulo 6.2.3 "Estudio Hidrológico"..

- SECTORES DE RIEGO

En este ingreso se encuentran agrupados todos los parámetros propios de los sectores de riego, como son: la superficie asociada a cada uno de ellos, la eficiencia de conducción (EF COND), el coeficiente de derrames (CO DERR), coeficiente de percolación (CO PERC), factor de reuso de los derrames (F R DERR), factor de reuso de las percolaciones (F R PERC), horas de riego (HRS RIEGO), capacidad de conducción de los canales (QMAX CAN), capacidad de bombeo (QMAX BOM), el volumen de regulación subterránea asociada al sector (VMAX BOM), la eficiencia del bombeo (EF BOMBEO) y las necesidades evapotranspirativas mensuales de los cultivos de cada sector (EV.TR.01 al EV.TR.12). La eficiencia de aplicación del riego no aparece porque el Modelo la asume igual al complemento de los coeficientes de derrames y de percolaciones.

Las superficies de los sectores de riego se determinaron de acuerdo con el estudio agronómico para la situación futura, Capítulo 4 "Desarrollo Agropecuario".

La eficiencia de aplicación se obtuvo del estudio agronómico, Capítulo 4.

El coeficiente de infiltración se obtuvo del estudio hidrogeológico, ídem a los usados en la validación.

Los factores de reuso de derrames y percolaciones dentro de un sector se asumieron nulos debido a la poca extensión de los sectores y a la fuerte pendiente existente en el valle.

Horas de riego. Para los sectores que se encuentran bajo la influencia de los embalses se asumió un riego durante 24 horas. En el resto de los sectores se mantuvieron las mismas horas de riego dada para la infraestructura de la situación actual.

Capacidad de conducción de los canales. Este parámetro se ajustó a la máxima demanda en bocatoma de los sectores.

Capacidad máxima de bombeo. No se limitó a una capacidad máxima de bombeo, por lo cual no se incluye este parámetro en los cuadros correspondientes.

Volumen de regulación subterránea. Este volumen se ajustó de acuerdo a los déficit remanentes para lograr una seguridad de 85%. También se tuvo en consideración la capacidad máxima de regulación de los acuíferos existentes y el área de influencia de éstos.

Eficiencia del bombeo. Se asumió igual a 100%, debido que los recursos provenientes desde el acuífero están afectos a la misma eficiencia de aplicación que el riego superficial.

Las necesidades evapotranspirativas son las entregadas en el estudio agronómico para la situación futura, Capítulo 4.

En los Cuadros Nº 1 y 2 del Anexo 7.3-1 se encuentran los parámetros de los sectores del Sistemas de Riego 'A' y 'B' y en el Cuadro Nº 3 del Anexo 7.3-1 se presentan las evapotranspiraciones mensuales, las cuales son comunes para ambos sistemas de riego.

- EMBALSES

En este punto, se agrupan las características operacionales de los embalses, como las curvas de volumen, superficie e infiltración, además de los volúmenes máximos, mínimos e iniciales de los embalses involucrados. También se encuentran las tasas de evaporación mensual a que están afectos los embalses. Los parámetros de los embalses de los Sistemas de Riego 'A' y 'B' se encuentran en los Cuadros Nº 4 y 5 del Anexo 7.3-1 respectivamente. El volumen máximo de los embalses se determina para cada sistema de riego permitiendo así regar el máximo de área posible.

- DISTRIBUCION ANUAL

La distribución anual se ocupa en la operación de los sectores para restringir la demanda anual, cuando los recursos superficiales son insuficientes para satisfacer el total de las necesidades, de forma tal que la falla se distribuya uniformemente durante el año. Esta distribución en este caso no se ocupó. Esto equivale al sistema de pronósticos.

- OTRAS DEMANDAS DE AGUA

En este ítem se ingresan las demandas de agua que no corresponden a las de riego, como por ejemplo las de agua potable. En el Cuadro Nº 6 del Anexo 7.3-1 se encuentran estas demandas, las cuales son iguales para ambos Sistemas de Riego.

- AFLORAMIENTOS

Se ingresan los afloramientos desde los acuíferos, éstos se obtuvieron del estudio hidrogeológico. Cada afloramiento se asocia a un nodo. Los afloramientos para el Sistema de Riego 'A' se encuentran en el Cuadro Nº 7 del Anexo 7.3-1 y para el Sistema de Riego 'B' se encuentran en el Cuadro Nº 8 del Anexo 7.3-1.

- CAUDALES ECOLOGICOS

Los nodos y los embalses tienen que dejar pasar un caudal mínimo de forma tal que los lechos de los ríos no se sequen. Para la definición de estos caudales se utilizó un criterio dado por los especialistas en ecología, que es dejar pasar el 1% del caudal medio anual por los embalses y nodos. Los caudales ecológicos ingresados al modelo se presentan en los Cuadros Nº 9 y 10 del Anexo 7.3-1 para los Sistemas de Riego 'A' y 'B' respectivamente.

Dentro de los Parámetros del modelo se cuenta con:

- PORCENTAJES DE DISTRIBUCION

En este punto se ingresan los porcentajes de distribución de los recursos superficiales y los caudales mínimos asociados a la distribución. Los porcentajes de distribución y los caudales mínimos están asociados a tramos de la topología. Los valores asignados se encuentran en el Cuadro Nº 11 del Anexo 7.3-1 para el Sistema de Riego 'A' y en el Cuadro Nº 12 del Anexo 7.3-1 para el Sistema de Riego 'B'. Cabe recordar que estos porcentajes son válidos solamente para la primera pasada en la cual no se cuenta con los recursos de los embalses.

- PORCENTAJE DE PERCOLACION Y CAUDALES MAXIMOS

En este ítem se ingresan los porcentajes de percolación y los caudales máximos asignados a cada tramo comprendido entre dos nodos. En los Cuadros Nº13 y 14 del Anexo 7.3-1 se encuentran los valores asignados a estos parámetros, para los Sistemas de Riego 'A' y 'B' respectivamente. A los tramos que representan a canales matrices se les asignó una percolación del 20%, basándose en canales sin revestir y en un mejoramiento de los canales actuales. El coeficiente se determinó basándose en el estudio "Diagnóstico y Situación Actual de Riego Valle del Choapa" de Ricardo Edwards.

- PARAMETROS GENERALES

Corresponde a datos de operación del modelo, que incluyen 3 tipos de ingresos. El primer tipo corresponde al período de operación, por lo que se deben ingresar los años inicial y final, y para este caso se empleó el período comprendido entre 1950 y 1989. El segundo tipo corresponde a los archivos que se crean al correr el modelo. El tercer tipo corresponde a la altura del canal Choapa con respecto al fondo del embalse Cerrillos.

4.2 RESULTADOS DE LAS OPERACIONES

4.2.1 Breve descripción de los resultados que entrega el modelo.

Los resultados de las operaciones realizadas corresponden a los entregados en el último proceso iterativo, en el cual se llegó a los resultados definitivos. Estos resultados se obtienen desde las salidas del modelo computacional, las que corresponden a las siguientes:

- Resultados de Sectores : en este ítem se muestra la información relativa a los resultados de la operación de los sectores, tales como, los porcentajes de satisfacción y de déficit. Toda esta información está guardada en un archivo, el cual tiene la opción de crearse o no en el menú de entradas.

- Seguridad de riego : se entregan las superficies regadas con diferentes porcentajes de seguridad, para cada uno de los sectores de riego.

- Estadísticas de salidas : se entregan en este punto todas las estadísticas de los tramos seleccionados, las que

corresponden a los tramos para realizar validaciones o bien a los tramos que representan a los principales canales del sistema.

- Balance por Zonas : se entrega un balance mensual, para todo el período de simulación, en donde se observan todas las entradas y salidas de las zonas que comprende el estudio.

- Estadísticas de Cauces : en este punto se encuentran los caudales mensuales de todos los tramos con que cuenta el modelo. Este conjunto de caudales se encuentra en un archivo opcional según lo seleccionado en el menú de entradas.

Se realizaron operaciones para la situación actual y para los dos sistemas de riego considerados. Los resultados se encuentran separados de acuerdo con estas operaciones.

4.2.2 Resultados de la Situación Actual

Para la operación de esta situación se ocuparon los mismos datos de entrada descritos en el punto de la validación del modelo del Capítulo 7.1.

En esta situación cabe recordar que no se cuenta con embalses ni canales matrices como es el caso de la situación con los sistemas de riego.

En el Cuadro Nº 15 del Anexo 7.3-1 se presentan, para la situación actual, las seguridades de riego para diferentes superficies. Estos resultados se obtienen en forma directa desde el modelo a través de la opción Seguridad de Riego de la ventana Informes.

4.2.3 Resultados del Sistema de Riego A

A continuación se mencionan algunos de los resultados para este sistema de riego.

- Seguridad de riego: en el Cuadro Nº 16 del Anexo 7.3-1 se entregan las superficies regadas con distintos porcentajes de seguridad para cada uno de los sectores de riego. Estos resultados se obtienen en forma directa desde el modelo a través de la opción Seguridad de Riego de la ventana Informes.

- Caudal medio mensual del canal alimentador Corrales : en el Cuadro Nº 17 del Anexo 7.3-1 se encuentra esta estadística. Este resultado se obtiene en forma directa del modelo a través de la opción Estadística en Canales de la ventana Informes y corresponde a los caudales entre los nodos NA04 y NB09.

- Volumen afluente al embalse Corrales : en el Cuadro Nº 18 del Anexo 7.3-1 se muestra la estadística mensual obtenida para los volúmenes afluentes al embalse Corrales. Este resultado se obtiene en forma directa del modelo a través de la opción Estadística Embalses de la ventana Informes.

- Volumen final embalse Corrales : en el Cuadro Nº 19 del Anexo 7.3-1 se muestra la estadística obtenida para los volúmenes finales de cada mes en este embalse. Además en el gráfico de la Figura 7.3-1 se muestra el movimiento de estos volúmenes a lo largo del período de simulación. Este resultado se obtiene en forma directa del modelo a través de la opción Estadística Embalses de la ventana Informes.

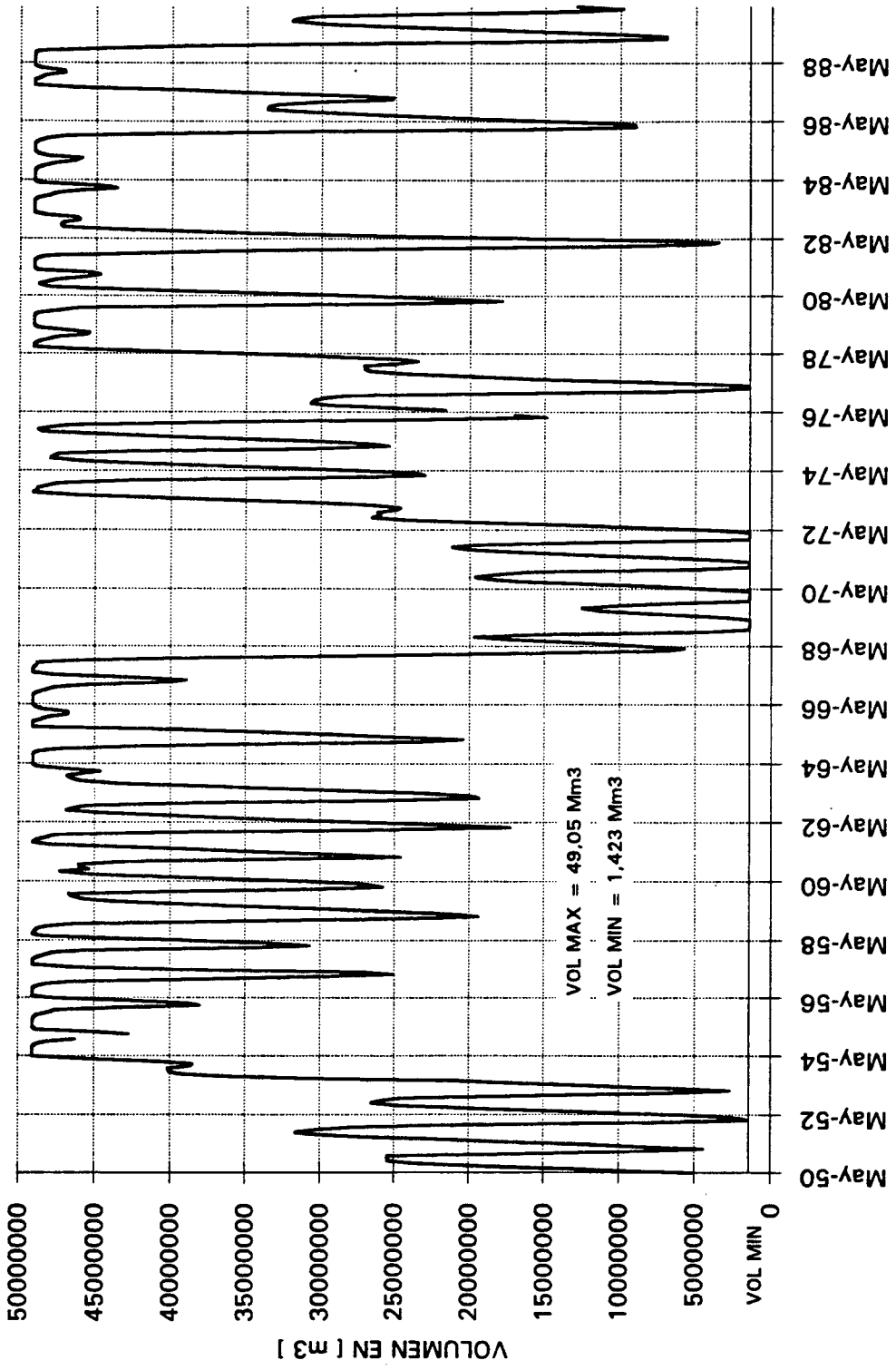

SISTEMA DE RIEGO A
MOVIMIENTO EMBALSE CORRALES
VOLUMEN EN [m3]
50000000
45000000
40000000
35000000
30000000
25000000
20000000
15000000
10000000
5000000
VOL MIN 0
VOL MAX = 49,05 Mm3
VOL MIN = 1,423 Mm3
May-50
May-52
May-54
May-56
May-58
May-60
May-62
May-64
May-66
May-68
May-70
May-72
May-74
May-76
May-78
May-80
May-82
May-84
May-86
May-88

FIGURA 7.3-1

- Volumen entregado por válvula y/o vertedero del embalse Corrales : en el Cuadro Nº 20 del Anexo 7.3-1 se muestra la estadística de los volúmenes mensuales entregados por válvula y/o vertedero del embalse Corrales. Este resultado se obtiene en forma directa del modelo a través de la opción Estadística Embalses de la ventana Informes.

- Volumen entregado por la válvula del embalse Corrales : en el Cuadro Nº 21 del Anexo 7.3-1 se muestra la estadística de los volúmenes mensuales entregados por la válvula del embalse Corrales. Este resultado se obtiene por la diferencia entre las columnas VOL.RIEGO y VOL.VERTEDERO de la planilla Lotus contenida en el archivo STEM0101.WK1 entregado por el modelo computacional.

- Caudal medio mensual canal Matriz Corrales tramo 1 : en el Cuadro Nº 22 del Anexo 7.3-1 se muestra la estadística de este canal. Este resultado se obtiene por los volúmenes entregados por el embalse Corrales expresados como caudales y sujetos a un máximo de 4,7 m^3/s.

- Caudal medio mensual canal Choapa 1ª Sección : en el Cuadro Nº 23 del Anexo 7.3-1 se encuentra la estadística obtenida en este canal. Este resultado se obtiene en forma directa del modelo a través de la opción Estadística en Canales de la ventana Informes y corresponde a los caudales entre los nodos NB16 y NC06.

- Caudal medio mensual canal Choapa 2ª Sección : en el Cuadro Nº 24 del Anexo 7.3-1 se encuentra la estadística de este canal. Este resultado se obtiene en forma directa del modelo a través de la opción Estadística en Canales de la ventana Informes y corresponde a los caudales entre NC06 y SC09.

- Volumen afluente embalse Canelillo : en el Cuadro Nº 25 del Anexo 7.3-1 se muestra la estadística mensual obtenida para los volúmenes afluentes al embalse Canelillo. Este resultado se obtiene en forma directa del modelo a través de la opción Estadística Embalses de la ventana Informes.

- Volumen final embalse Canelillo : en el Cuadro Nº 26 del Anexo 7.3-1 se muestra la estadística obtenida para los volúmenes finales de cada mes en este embalse. Además en el gráfico de la Figura 7.3-2 de la página siguiente se muestra el movimiento de estos volúmenes a lo largo del período de simulación. Este resultado se obtiene en forma directa del modelo a través de la opción Estadística Embalses de la ventana Informes.

SISTEMA DE RIEGO A

MOVIMIENTO EMBALSE CANELILLO

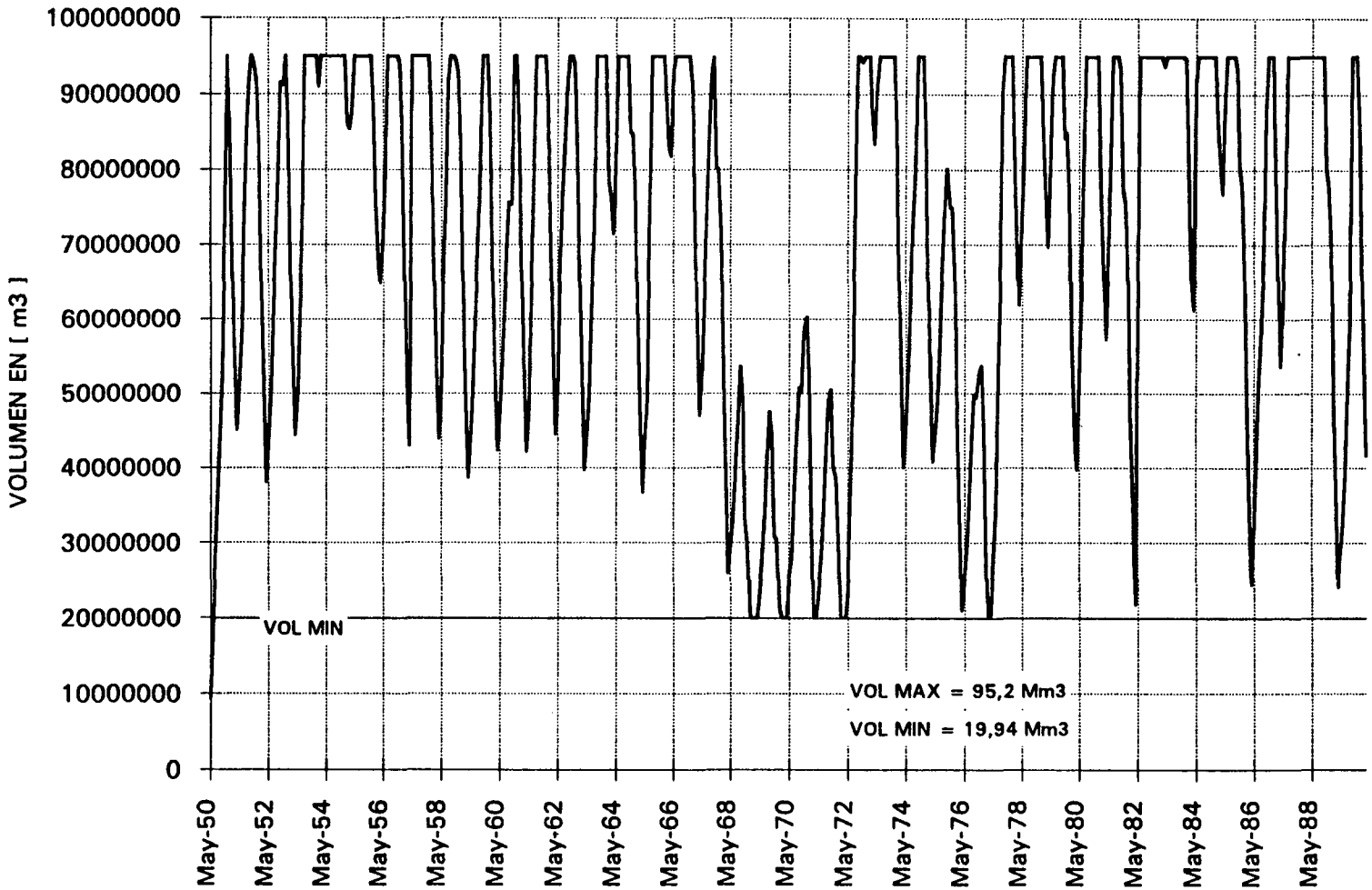


FIGURA 7.3-2

- Volumen entregado por válvula y/o vertedero del embalse Canelillo : en el Cuadro Nº 27 del Anexo 7.3-1 se muestra la estadística mensual obtenida para los volúmenes entregados por el embalse Canelillo. Este resultado se obtiene en forma directa del modelo a través de la opción Estadística Embalses de la ventana Informes.

- Volumen entregado por la válvula del embalse Canelillo : en el Cuadro Nº 28 del Anexo 7.3-1 se muestra la estadística de los volúmenes mensuales entregados por la válvula del embalse Canelillo. Este resultado se obtiene por la diferencia entre las columnas VOL.RIEGO y VOL.VERTEDERO de la planilla Lotus contenida en el archivo STEM0101.WK1 entregado por el modelo computacional.

- Caudal medio mensual canal Canelillo : en el Cuadro Nº 29 del Anexo 7.3-1 se muestra la estadística mensual obtenida para este canal. Este resultado se obtiene en forma directa del modelo a través de la opción Estadística en Canales de la ventana Informes y corresponde a los caudales entre los nodos ND01 y ND05.

- Caudal medio mensual canal Costero Norte : en el Cuadro Nº 30 del Anexo 7.3-1 se encuentra la estadística obtenida en este canal. Este resultado se obtiene en forma directa del modelo a través de la opción Estadística en Canales de la ventana Informes y corresponde a los caudales entre ND05 y SC03.

- Caudal medio mensual canal Costero Sur : en el Cuadro Nº 31 del Anexo 7.3-1 se encuentra la estadística obtenida para este canal. Este resultado se obtiene en forma directa del modelo a través de la opción Estadística en Canales de la ventana Informes y corresponde a los caudales entre ND04 y SC04.

4.2.4 Resultados del Sistema de Riego B

A continuación se mencionan algunos de los resultados para este sistema de riego.

- Seguridad de riego: en el Cuadro Nº 32 del Anexo 7.3-1 se entregan las superficies regadas con distintos porcentajes de seguridad para cada uno de los sectores de riego. Estos resultados se obtienen en forma directa desde el modelo a través de la opción Seguridad de Riego de la ventana Informes.

- Caudal medio mensual canal alimentador del embalse Corrales : en el Cuadro Nº 33 del Anexo 7.3-1 se encuentra esta estadística. Este resultado se obtiene en forma directa del modelo a través de la opción Estadística en Canales de la ventana Informes y corresponde a los caudales entre los nodos NA04 y NB09.

- Volumen afluente al embalse Corrales : en el Cuadro Nº 34 del Anexo 7.3-1 se muestra la estadística mensual obtenida para los volúmenes afluentes a este embalse. Este resultado se obtiene en forma directa del modelo a través de la opción Estadística Embalses de la ventana Informes.

- Volumen final del embalse Corrales : en el Cuadro Nº 35 del Anexo 7.3-1 se muestra la estadística obtenida para los volúmenes finales de cada mes en este embalse. Además en el gráfico de la Figura 7.3-3 de la página siguiente se muestra el movimiento de estos volúmenes a lo largo del período de simulación. Este resultado se obtiene en forma directa del modelo a través de la opción Estadística Embalses de la ventana Informes.

- Volumen entregado por válvula y/o vertedero del embalse Corrales : en el Cuadro Nº 36 del Anexo 7.3-1 se muestra la estadística de los volúmenes mensuales entregados por este embalse. Este resultado se obtiene en forma directa del modelo a través de la opción Estadística Embalses de la ventana Informes.

- Volumen entregado por la válvula del embalse Corrales : en el Cuadro Nº 37 del Anexo 7.3-1 se muestra la estadística de los volúmenes mensuales entregados por la válvula del embalse Corrales. Este resultado se obtiene por la diferencia entre las columnas VOL.RIEGO y VOL.VERTEDERO de la planilla Lotus contenida en el archivo STEM0101.WK1 entregado por el modelo computacional.

- Caudal medio mensual canal Matriz Corrales tramo 1 : en el Cuadro Nº 38 del Anexo 7.3-1 se muestra la estadística de este canal. Este resultado se obtiene por los volúmenes entregados por el embalse Corrales expresados como caudales y sujetos a un máximo de 2,9 m^3/s.

SISTEMA DE RIEGO B

MOVIMIENTO EMBALSE CORRALES

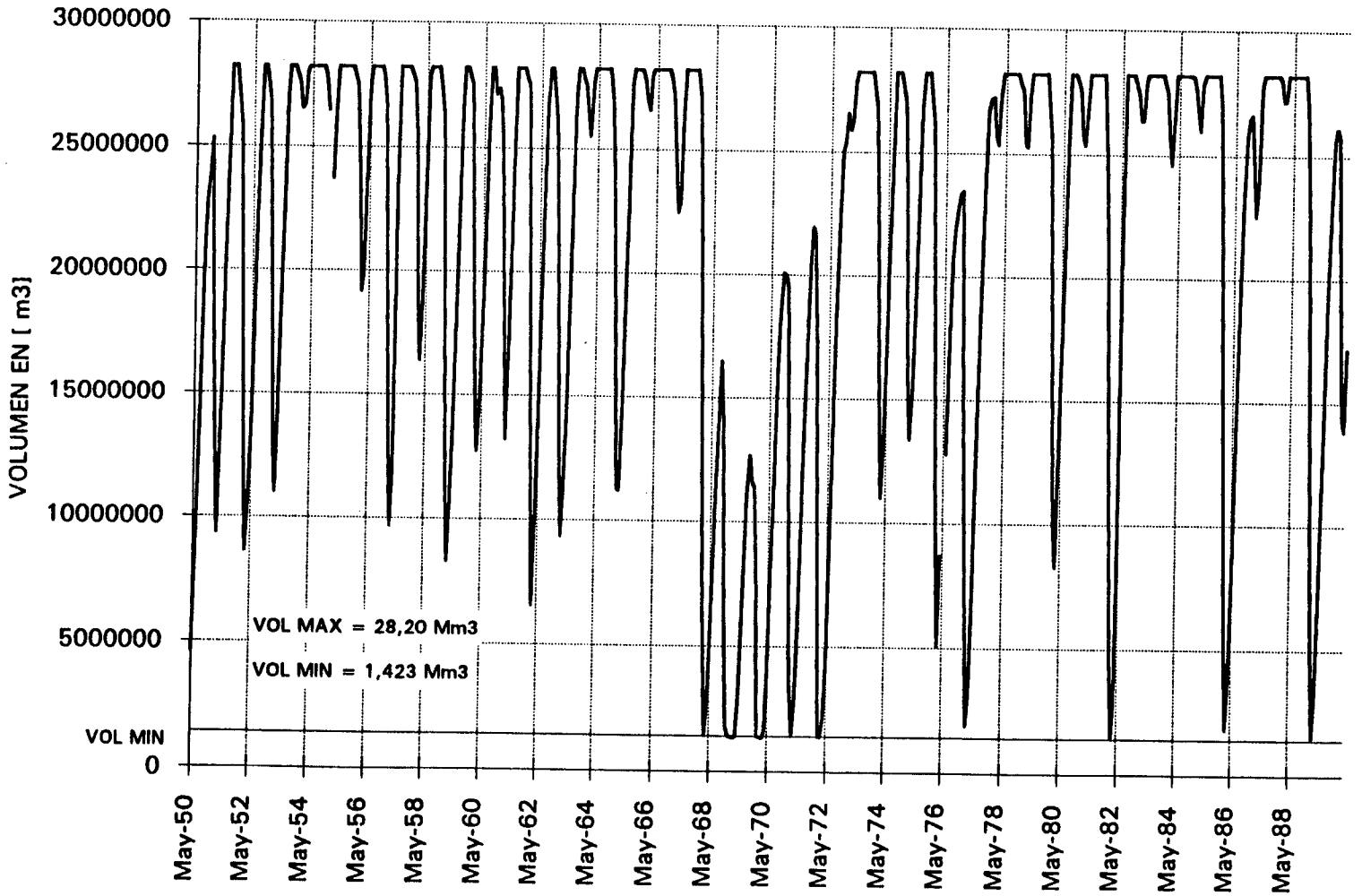


FIGURA 7.3-3

- Volumen afluente al embalse Cerrillos : en el Cuadro Nº 39 del Anexo 7.3-1 se muestra la estadística mensual obtenida para los volúmenes afluentes a este embalse. Este resultado se obtiene en forma directa del modelo a través de la opción Estadística Embalses de la ventana Informes.

- Volumen final embalse Cerrillos : en el Cuadro Nº 40 del Anexo 7.3-1 se muestra la estadística obtenida para los volúmenes finales de cada mes en este embalse. Además en la Figura 7.3-4 de la página siguiente se muestra el movimiento de estos volúmenes a lo largo del período de simulación. Este resultado se obtiene en forma directa del modelo a través de la opción Estadística Embalses de la ventana Informes.

- Volumen entregado por válvula y/o vertedero del embalse Cerrillos : en el Cuadro Nº 41 del Anexo 7.3-1 se muestra la estadística de los volúmenes mensuales entregados por este embalse. Este resultado se obtiene en forma directa del modelo a través de la opción Estadística Embalses de la ventana Informes.

- Volumen entregado por la válvula del embalse Cerrillos : en el Cuadro Nº 42 del Anexo 7.3-1 se muestra la estadística de los volúmenes mensuales entregados por la válvula del embalse Cerrillos. Este resultado se obtiene en forma directa del modelo a través de la opción Estadística Embalses de la ventana Informes.

SISTEMA DE RIEGO B

MOVIMIENTO EMBALSE CERRILLOS

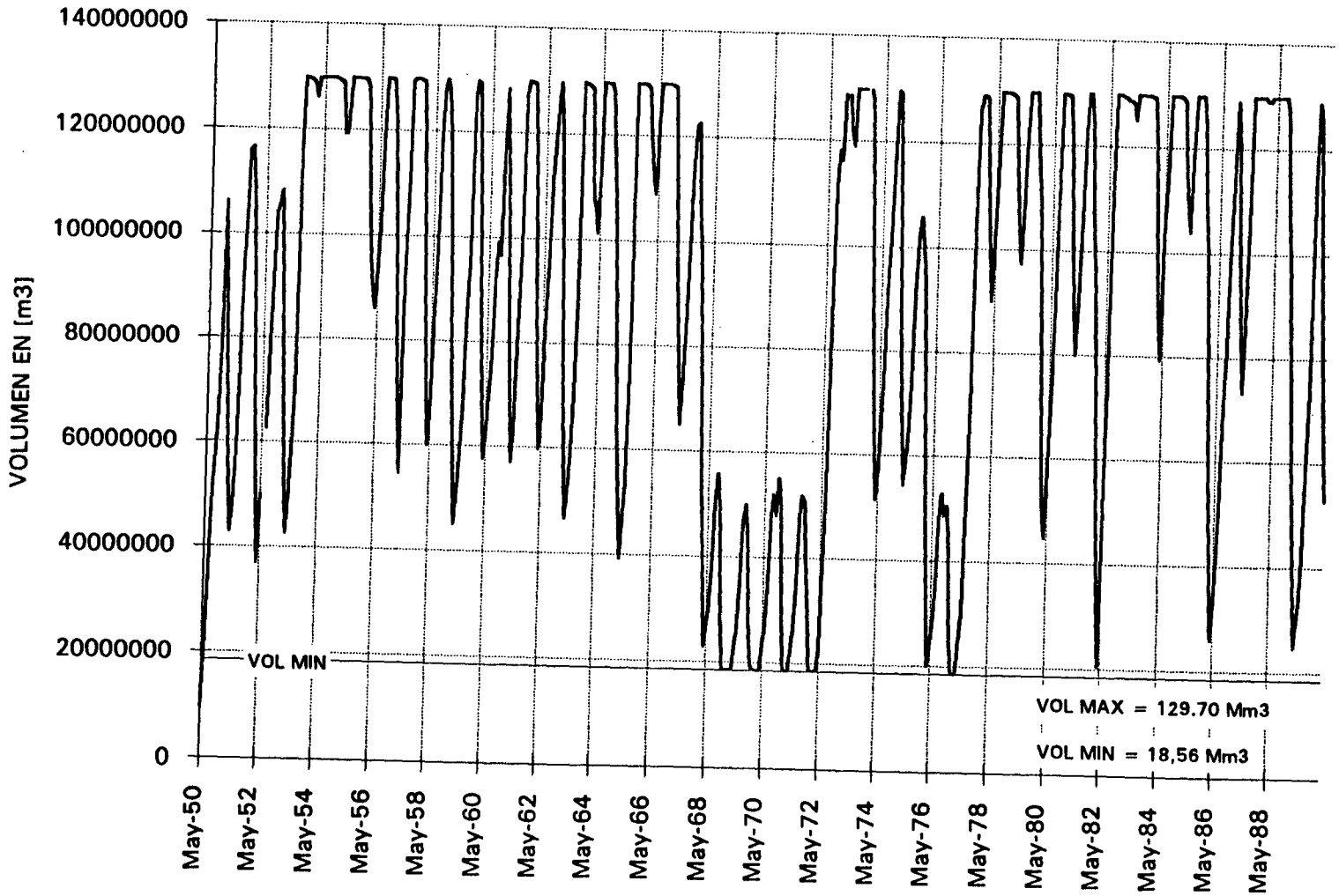


FIGURA 7.3-4

- Caudal medio mensual canal Choapa 1ª Sección : los caudales de este canal corresponden a los entregados desde el embalse Cerrillos, estos caudales pueden ser entregados en forma gravitacional o en forma mecánica. En los Cuadros Nº 43 y 44 del Anexo 7.3-1 se encuentran las estadísticas obtenidas para ambos casos. Estos resultados se obtienen en forma directa del modelo a través de la opción Estadística en Canales de la ventana Informes y corresponden a los caudales de los tramos NB18-NB16 para la entrega gravitacional y NB18-BB16 para la entrega mecánica.

- Caudal medio mensual canal Choapa 2ª Sección tramo 1: en el Cuadro Nº 45 del Anexo 7.3-1 se encuentra la estadística de este canal. Este resultado se obtiene por la suma de las estadísticas de los caudales de los tramos NC06-SC09 y NC06 y ND05, las cuales se obtienen en forma directa del modelo a través de la opción Estadística en Canales de la ventana Informes.

- Caudal medio mensual canal Mincha : en el Cuadro Nº 46 del Anexo 7.3-1 se muestra la estadística obtenida para este canal. Este resultado se obtiene en forma directa del modelo a través de la opción Estadística en Canales de la ventana Informes y corresponde a los caudales entre los nodos NC06 y ND05.

- Caudal medio mensual canal Costero Norte : en el Cuadro Nº 47 del Anexo 7.3-1 se encuentra la estadística obtenida en este canal. Este resultado se obtiene en forma directa del modelo a través de la opción Estadística en Canales de la ventana Informes y corresponde a los caudales entre ND05 y SC03.

- Caudal medio mensual canal Costero Sur : en el Cuadro Nº 48 del Anexo 7.3-1 se encuentra la estadística obtenida para este canal. Este resultado se obtiene en forma directa del modelo a través de la opción Estadística en Canales de la ventana Informes y corresponde a los caudales entre ND04 y SC04.

ANEXO 7.3 - 1

RESULTADOS DE LA OPERACION

SIMULADA DEL SISTEMA DE RIEGO

CUADRO N° 2

PARAMETROS DE SECTORES DE RIEGO. SISTEMA DE RIEGO B

SECTOR	SUPERFICIE [ha]	EFIC COND	COFE DERR	COEF PERC	FACT REUSO DERR	FACT REUSO PERC	HRS. RIEGO	CAUDAL MAXIMO CANAL [m3/s]	VOLUMEN MAXIMO BOMBEO [m3]	EFIC BOMBEO
SA01	653	0.75	0.33	0.15	0.00	0.00	21	1.10	0	1.00
SA02	531	0.94	0.33	0.15	0.00	0.00	17	1.03	0	1.00
SA03	605	0.94	0.33	0.15	0.00	0.00	17	1.17	955000	1.00
SA04	800	0.94	0.33	0.15	0.00	0.00	18	1.46	200000	1.00
SA06	381	0.75	0.33	0.15	0.00	0.00	19	0.70	960000	1.00
SA07	562	0.94	0.33	0.15	0.00	0.00	17	1.09	580000	1.00
SA08	805	0.75	0.33	0.15	0.00	0.00	17	1.56	8110000	1.00
SA09	443	0.75	0.33	0.15	0.00	0.00	22	0.75	1654000	1.00
SA10	373	0.94	0.33	0.15	0.00	0.00	20	0.61	0	1.00
SB01	1312	0.75	0.25	0.10	0.00	0.00	17	2.60	10992000	1.00
SB02	538	0.75	0.39	0.15	0.00	0.00	24	1.10	0	1.00
SB03	240	0.94	0.33	0.15	0.00	0.00	24	0.50	0	1.00
SB04	703	0.94	0.33	0.15	0.00	0.00	24	1.10	0	1.00
SB05	779	0.94	0.33	0.15	0.00	0.00	24	1.15	0	1.00
SB06	918	0.94	0.33	0.15	0.00	0.00	24	1.50	0	1.00
SB07	489	0.94	0.33	0.15	0.00	0.00	24	0.90	0	1.00
SB08	0	0.94	0.33	0.15	0.00	0.00	24	0.00	0	1.00
SB09	848	0.94	0.33	0.15	0.00	0.00	24	1.50	0	1.00
SB10	556	0.75	0.33	0.15	0.00	0.00	24	0.80	0	1.00
SC01	164	0.94	0.37	0.15	0.00	0.00	17	0.31	0	1.00
SC02	169	0.94	0.37	0.15	0.00	0.00	19	0.30	0	1.00
SC03	199	0.94	0.37	0.15	0.00	0.00	17	0.39	0	1.00
SC04	290	0.94	0.34	0.15	0.00	0.00	22	0.41	1000000	1.00
SC05	140	0.94	0.34	0.15	0.00	0.00	17	0.28	1270000	1.00
SC06	1197	0.94	0.34	0.15	0.00	0.00	18	2.25	13560000	1.00
SC07	510	0.94	0.34	0.15	0.00	0.00	24	0.90	0	1.00
SC08	270	0.75	0.34	0.15	0.00	0.00	24	0.50	0	1.00
SC09	1824	0.94	0.31	0.15	0.00	0.00	24	2.00	0	1.00
SD01	363	0.94	0.36	0.15	0.00	0.00	24	0.50	0	1.00
SD02	605	0.75	0.36	0.15	0.00	0.00	24	0.75	0	1.00
SD03	3540	0.75	0.41	0.15	0.00	0.00	24	4.70	0	1.00
SD04	1602	0.75	0.41	0.15	0.00	0.00	24	2.10	0	1.00
SD05	414	0.94	0.31	0.15	0.00	0.00	24	0.60	0	1.00
SD06	589	0.94	0.31	0.15	0.00	0.00	24	0.80	0	1.00

CUADRO Nº 3

EVAPOTRANSPIRACION EN (l/s/ha)

SECTOR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR
SA01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.07	0.25	0.42	0.45	0.57	0.47	0.22	0.06
SA02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.07	0.25	0.42	0.45	0.57	0.47	0.22	0.06
SA03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.07	0.25	0.42	0.45	0.57	0.47	0.22	0.06
SA04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.07	0.25	0.42	0.45	0.57	0.47	0.22	0.06
SA06	0.00	0.00	0.00	0.00	0.07	0.25	0.42	0.45	0.57	0.47	0.22	0.06
SA07	0.00	0.00	0.00	0.00	0.07	0.25	0.42	0.45	0.57	0.47	0.22	0.06
SA08	0.00	0.00	0.00	0.00	0.07	0.25	0.42	0.45	0.57	0.47	0.22	0.06
SA09	0.00	0.00	0.00	0.00	0.07	0.25	0.42	0.45	0.57	0.47	0.22	0.06
SA10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.07	0.25	0.42	0.45	0.57	0.47	0.22	0.06
SB01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.09	0.25	0.42	0.42	0.52	0.43	0.19	0.08
SB02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.09	0.25	0.42	0.42	0.52	0.43	0.19	0.08
SB03	0.00	0.00	0.00	0.01	0.08	0.24	0.40	0.43	0.55	0.45	0.22	0.06
SB04	0.00	0.00	0.00	0.01	0.08	0.24	0.40	0.43	0.55	0.45	0.22	0.06
SB05	0.00	0.00	0.00	0.01	0.08	0.24	0.40	0.43	0.55	0.45	0.22	0.06
SB06	0.00	0.00	0.00	0.01	0.08	0.24	0.40	0.43	0.55	0.45	0.22	0.06
SB07	0.00	0.00	0.00	0.01	0.08	0.24	0.40	0.43	0.55	0.45	0.22	0.06
SB08	0.00	0.00	0.00	0.01	0.08	0.24	0.40	0.43	0.55	0.45	0.22	0.06
SB09	0.00	0.00	0.00	0.01	0.08	0.24	0.40	0.43	0.55	0.45	0.22	0.06
SB10	0.00	0.00	0.00	0.01	0.08	0.24	0.40	0.43	0.55	0.45	0.22	0.06
SC01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.08	0.25	0.42	0.43	0.53	0.45	0.20	0.08
SC02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.08	0.25	0.42	0.43	0.53	0.45	0.20	0.08
SC03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.08	0.25	0.42	0.43	0.53	0.45	0.20	0.08
SC04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.08	0.25	0.42	0.43	0.53	0.45	0.20	0.08
SC05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.07	0.23	0.39	0.45	0.58	0.49	0.25	0.08
SC06	0.00	0.00	0.00	0.00	0.07	0.23	0.39	0.45	0.58	0.49	0.25	0.08
SC07	0.00	0.00	0.00	0.00	0.07	0.23	0.39	0.45	0.58	0.49	0.25	0.08
SC08	0.00	0.00	0.00	0.00	0.07	0.23	0.39	0.45	0.58	0.49	0.25	0.08
SC09	0.03	0.00	0.00	0.01	0.09	0.23	0.35	0.41	0.52	0.47	0.23	0.15
SD01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.08	0.19	0.31	0.35	0.43	0.39	0.22	0.13
SD02	0.01	0.00	0.00	0.00	0.08	0.19	0.31	0.35	0.43	0.39	0.22	0.13
SD03	0.01	0.00	0.00	0.01	0.09	0.20	0.30	0.31	0.38	0.35	0.20	0.22
SD04	0.01	0.00	0.00	0.01	0.09	0.20	0.30	0.31	0.38	0.35	0.20	0.22
SD05	0.03	0.00	0.00	0.01	0.09	0.23	0.35	0.41	0.52	0.47	0.23	0.15
SD06	0.03	0.00	0.00	0.01	0.09	0.23	0.35	0.41	0.52	0.47	0.23	0.15

INGENDESA

CUADRO N° 4

PARAMETROS DE EMBALSES. SISTEMA DE RIEGO A

VOLUMEN = V1 + V0 * (ALTURA - HV)**MV
SUPERFICIE = S1 + S0 * (ALTURA_INICIAL - HS)**MS
FILTRACION = F1 + F0 * (ALTURA_INICIAL - HF)**MF

EMBALSE	HV	V0	V1	MV	HS	S0	S1	MS	HF	F0	F1	MF	VOLUMEN MAXIMO m3	VOLUMEN MINIMO m3	VOLUMEN INICIAL m3	ALTURA INICIAL m	SUPERFICIE INICIAL m2
CANELILL	0.00	1334.16	10060426	2.80	0.00	3737.6	0.00	1.80	0.00	0.00	0.00	1.00	95200000	19940000	0	0	0
CERRILLO	0.00	0	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0	0	0	0
CORRALES	0.00	67.5	1283208	3.19	0.00	215.16	0.00	1.48	0.00	0.00	0.00	1.00	49050000	1423000	0	0	0

	EVAPORACION MENSUAL (l/s/ha)											
	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR
CANELILL	72	55	42	42	45	67	97	117	153	159	134	122
CERRILLO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CORRALES	91	70	53	53	57	85	123	148	195	202	169	154

CUADRO N° 5

PARAMETROS DE EMBALSES. SISTEMA DE RIEGO B

VOLUMEN = V1 + V0 * (ALTURA - HV)**MV
SUPERFICIE = S1 + S0 * (ALTURA_INICIAL - HS)**MS
FILTRACION = F1 + F0 * (ALTURA_INICIAL - HF)**MF

EMBALSE	HV	V0	V1	MV	HS	S0	S1	MS	HF	F0	F1	MF	VOLUMEN MAXIMO m3	VOLUMEN MINIMO m3	VOLUMEN INICIAL m3	ALTURA INICIAL m	SUPERFICIE INICIAL m2
CANELILLO	0.00	0	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0	0	0	0	0
CERRILLOS	0.00	3080.54	-14014875	2.66	0.00	8185.35	0.00	1.66	0.00	0.00	0.00	1.00	129700000	18560000	0	0	0
CORRALES	0.00	67.5	1283208	3.19	0.00	8449.83	0.00	1.48	0.00	0.00	0.00	1.00	28200000	1423000	0	0	0

	EVAPORACION MENSUAL (l/s/ha)											
	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR
CANELILL	72	55	42	42	45	67	97	117	153	159	134	122
CERRILLO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CORRALES	91	70	53	53	57	85	123	148	195	202	169	154

CUADRO N° 6

DEMANDAS MENSUALES DE AGUA POTABLE [m3/s]

NODO	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR
NC06	0.110	0.110	0.110	0.110	0.110	0.110	0.110	0.110	0.110	0.110	0.110	0.110

CUADRO N° 7

AFLORAMIENTOS MENSUALES [m3/s]
SISTEMA DE RIEGO A

NODO	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR
NC01	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
NC07	0.000	0.000	0.990	5.180	0.510	0.510	0.000	2.040	3.210	0.000	0.000	0.000
NA07	0.540	0.450	1.180	2.880	2.170	2.110	1.260	3.680	2.920	1.650	0.050	0.040
NB03	0.220	0.180	0.470	1.150	0.870	0.840	0.500	1.470	1.170	0.660	0.020	0.020
NB04	0.200	0.170	0.450	1.100	0.830	0.800	0.480	1.400	1.110	0.620	0.030	0.010
NB07	0.290	0.240	0.640	1.560	1.170	1.130	0.680	1.990	1.580	0.890	0.030	0.020
ND02	0.100	0.080	0.220	0.550	0.410	0.400	0.240	0.700	0.550	0.320	0.010	0.000

CUADRO N° 8

AFLORAMIENTOS MENSUALES [m3/s]
SISTEMA DE RIEGO B

NODO	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR
NC01	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
NC07	0.000	0.000	0.990	5.180	0.510	0.510	0.000	2.040	3.210	0.000	0.000	0.000
NA07	0.540	0.450	1.180	2.880	2.170	2.110	1.260	3.680	2.920	1.650	0.050	0.040
NB03	0.220	0.180	0.470	1.150	0.870	0.840	0.500	1.470	1.170	0.660	0.020	0.020
NB04	0.200	0.170	0.450	1.100	0.830	0.800	0.480	1.400	1.110	0.620	0.030	0.010
NB05	0.290	0.240	0.640	1.560	1.170	1.130	0.680	1.990	1.580	0.890	0.030	0.020
ND02	0.100	0.080	0.220	0.550	0.410	0.400	0.240	0.700	0.550	0.320	0.010	0.000

CUADRO N° 9

CAUDALES ECOLOGICOS
SISTEMA DE RIEGO A

CAUDAL ECOLOGICO
PARA LOS EMBALSES

EMBALSE	CAUDAL [m3/s]
CORRALES	0.01
CANELILLO	0.10

CAUDAL ECOLOGICO PARA LOS RIOS

RIO	TRAMO	PORC [%]	Qmax [m3/s]
CHOAPA	NA01_NA02	100.00	0.10
CHOAPA	NA02_NA03	100.00	0.10
CHOAPA	NA03_NA04	100.00	0.10
CHOAPA	NA04_NA05	100.00	0.10
CHOAPA	NA05_NA06	100.00	0.10
CHOAPA	NA06_NA07	100.00	0.10
CHOAPA	NA07_NB03	100.00	0.10
CHOAPA	NB03_NB04	100.00	0.10
CHOAPA	NB04_NB05	100.00	0.10
CHOAPA	NB05_NB18	100.00	0.10
CHOAPA	NB18_NB06	100.00	0.10
CHOAPA	NB06_NB07	100.00	0.10
CHOAPA	NB07_ND07	100.00	0.10
CHOAPA	ND07_ND01	100.00	0.10
CHOAPA	ND01_ND02	100.00	0.10
CHOAPA	ND02_ND03	100.00	0.10
ILLAPEL	NC01_NC02	100.00	0.03
ILLAPEL	NC02_NC03	100.00	0.03
ILLAPEL	NC03_NC04	100.00	0.03
ILLAPEL	NC04_NC05	100.00	0.03
ILLAPEL	NC05_NC06	100.00	0.03
ILLAPEL	NC06_NC11	100.00	0.03
ILLAPEL	NC11_NC07	100.00	0.03

Qeco = MIN(Qent.nodo*%, Qmax)

CUADRO N° 10

CAUDALES ECOLOGICOS
SISTEMA DE RIEGO B

CAUDAL ECOLOGICO
PARA LOS EMBALSES

EMBALSE	CAUDAL [m3/s]
CORRALES	0.01
CERRILLO	0.10

CAUDAL ECOLOGICO PARA LOS RIOS

RIO	TRAMO	PORC [%]	Qmax [m3/s]
CHOAPA	NA01_NA02	100.00	0.10
CHOAPA	NA02_NA03	100.00	0.10
CHOAPA	NA03_NA04	100.00	0.10
CHOAPA	NA04_NA05	100.00	0.10
CHOAPA	NA05_NA06	100.00	0.10
CHOAPA	NA06_NA07	100.00	0.10
CHOAPA	NA07_NB03	100.00	0.10
CHOAPA	NB03_NB04	100.00	0.10
CHOAPA	NB04_NB05	100.00	0.10
CHOAPA	NB05_NB18	100.00	0.10
CHOAPA	NB18_NB06	0.00	0.10
CHOAPA	NB06_NB07	0.00	0.10
CHOAPA	NB07_ND07	100.00	0.10
CHOAPA	ND07_ND01	100.00	0.10
CHOAPA	ND01_ND02	100.00	0.10
CHOAPA	ND02_ND03	100.00	0.10
ILLAPEL	NC01_NC02	100.00	0.03
ILLAPEL	NC02_NC03	100.00	0.03
ILLAPEL	NC03_NC04	100.00	0.03
ILLAPEL	NC04_NC05	100.00	0.03
ILLAPEL	NC05_NC06	100.00	0.03
ILLAPEL	NC06_NC11	0.00	0.00
ILLAPEL	NC11_NC07	100.00	0.03

Qeco = MIN(Qent.nodo*%, Qmax)

CUADRO N° 11

DISTRIBUCION DEL CAUDAL DE ENTRADA EN NODOS. SISTEMA DE RIEGO A

Qsalida = (Qentrada - Qmínimo) * PORCENTAJE

TRAMO ENTRE NODO ENT	NODO SAL	PORC DIST	CAUDAL DEL NODO DE ENTRADA A PARTIR DEL CUAL EL TRAMO PUEDE CAPTAR (CAUDAL MINIMO) [m3/s] MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	
NA01	SA01	36.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
NA02	NA10	60.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
NA02	NA11	33.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
NA04	NA12	45.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
NA04	NB09	100.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.40	1.35	2.28	2.46	3.12	2.59	1.21	0.34	
NA04	SA06	46.31	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
NA05	SA09	50.08	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
NA06	SA08	28.83	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
NA07	NB11	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
NA07	NB13	73.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
NA08	SA02	100.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
NA09	SA10	100.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
NA10	SA04	100.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
NA11	NB09	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
NA11	SA03	100.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
NA12	SA07	100.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
NB01	SB01	100.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
NB02	SB02	100.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
NB03	NB12	100.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
NB04	NB14	100.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
NB05	NB16	80.00	999.99	999.99	999.99	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	(*)
NB06	NB16	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
NB06	SB10	100.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
NB10	NB02	27.00	999.99	999.99	999.99	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	(*)
NB10	SB03	18.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
NB11	NB13	53.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
NB11	SB04	100.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
NB12	NB14	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
NB12	SB06	80.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
NB13	NB15	100.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
NB13	SB05	36.00	999.99	999.99	999.99	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	(*)
NB14	SB08	100.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
NB15	NB17	100.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
NB15	SB09	100.00	999.99	999.99	999.99	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	(*)
NB16	NC06	100.00	999.99	999.99	999.99	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	(*)
NB16	ND05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
NB17	NB16	57.00	999.99	999.99	999.99	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	(*)
NB17	SB07	43.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
NB18	BB16	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
NB18	NB16	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
NC02	SC01	50.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
NC03	NC08	100.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
NC04	NC09	80.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
NC05	NC10	70.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
NC05	SC05	30.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
NC06	ND05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
NC06	SC07	23.21	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
NC06	SC08	12.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
NC06	SC09	64.79	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
NC07	ND01	100.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
NC08	SC02	100.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
NC09	NC10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
NC09	SC04	100.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
NC10	SC06	100.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
NC11	ND07	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
NC12	SC03	100.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
ND01	ND05	80.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
ND01	SD01	50.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
ND02	SD02	100.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
ND04	SD04	75.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
ND04	SD06	25.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
ND05	ND04	33.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
ND05	SD03	54.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
ND05	SD05	13.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	

(*) 999.99 Indica que ese tramo no tiene derecho a captar en esos meses.

CUADRO N° 12

DISTRIBUCION DEL CAUDAL DE ENTRADA EN NODOS. SISTEMA DE RIEGO B

Qsalida = (Qentrada - Qmínimo) * PORCENTAJE

TRAMO ENTRE NODO ENT	NODO SAL	PORC DIST	CAUDAL DEL NODO DE ENTRADA A PARTIR DEL CUAL EL TRAMO PUEDE CAPTAR (CAUDAL MINIMO) [m3/s] MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	
NA01	SA01	36.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
NA02	NA10	60.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
NA02	NA11	33.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
NA04	NA12	45.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
NA04	NB09	100.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.40	1.35	2.28	2.46	3.12	2.59	1.21	0.34	
NA04	SA06	46.31	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
NA05	SA09	50.08	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
NA06	SA08	28.83	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
NA07	NB11	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
NA07	NB13	60.00	999.99	999.99	999.99	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	(*)
NA08	SA02	100.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
NA09	SA10	100.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
NA10	SA04	100.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
NA11	NB09	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
NA11	SA03	100.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
NA12	SA07	100.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
NB01	SB01	100.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
NB02	SB02	100.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
NB03	NB12	100.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
NB04	NB14	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
NB05	NB16	0.00	999.99	999.99	999.90	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	(*)
NB06	NB16	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
NB06	SB10	50.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
NB10	NB02	25.00	999.90	999.90	999.90	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	(*)
NB10	SB03	20.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
NB11	NB13	55.00	999.99	999.99	999.99	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	(*)
NB11	SB04	100.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
NB12	NB14	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
NB12	SB06	80.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
NB13	NB15	100.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
NB13	SB05	36.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
NB14	SB08	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
NB15	NB17	100.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
NB15	SB09	63.00	999.99	999.99	999.99	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	(*)
NB16	NC06	100.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
NB16	ND05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
NB17	NB16	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
NB17	SB07	100.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
NB18	BB16	80.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
NB18	NB16	80.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
NC02	SC01	50.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
NC03	NC08	100.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
NC04	NC09	80.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
NC05	NC10	70.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
NC05	SC05	30.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
NC06	ND05	60.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
NC06	SC07	17.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
NC06	SC08	13.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
NC06	SC09	56.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
NC07	ND01	100.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
NC08	SC02	100.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
NC09	NC10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
NC09	SC04	100.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
NC10	SC06	100.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
NC11	NB07	100.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
NC11	ND07	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
NC12	SC03	100.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
ND01	ND05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
ND01	SD01	25.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
ND02	SD02	100.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
ND04	SD04	73.12	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
ND04	SD06	26.88	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
ND05	SD03	58.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
ND05	SD05	7.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	

(*) 999.99 Indica que ese tramo no tiene derecho a captar en esos meses.

CUADRO N° 13

PERCOLACION Y CAUDALES MAXIMOS. SISTEMA DE RIEGO A

PERCOLACION = (P/100)* Q**N

DESDE NODO	HACIA NODO	P	N	Q MAXIMO m3/s	
NA01	NA02	0	0	999.99	(*)
NA02	NA03	0	0	999.99	(*)
NA02	NA10	20	1	1.46	
NA02	NA11	20	1	1.17	
NA03	NA04	0	0	999.99	(*)
NA04	NA05	0	0	999.99	(*)
NA04	NA12	20	1	1.56	
NA04	NB09	20	1	2.30	
NA05	NA06	0	0	999.99	(*)
NA06	NA07	0	0	999.99	(*)
NA07	NB03	0	0	999.99	(*)
NA07	NB11	20	1	0.00	
NA07	NB13	20	1	3.00	
NA08	NA02	0	0	999.90	(*)
NA09	NA01	0	0	999.99	(*)
NA10	NA03	0	0	999.99	(*)
NA11	NA04	0	0	0.00	
NA11	NB09	0	0	0.00	
NA12	NA05	0	0	999.90	(*)
NB01	NB02	0	0	999.99	(*)
NB02	NB03	0	0	999.99	(*)
NB03	NB04	0	0	999.99	(*)
NB03	NB12	20	1	2.00	
NB04	NB05	0	0	999.99	(*)
NB04	NB14	0	0	0.70	
NB05	NB16	0	0	4.50	
NB06	NB07	0	0	999.99	(*)
NB06	NB16	0	0	0.00	
NB10	NB02	20	1	1.00	
NB10	NB11	0	0	999.99	(*)
NB11	NB04	0	0	1.10	
NB11	NB13	20	1	5.00	
NB12	NB04	0	0	999.99	(*)
NB12	NB14	0	0	0.80	

DESDE NODO	HACIA NODO	P	N	Q MAXIMO m3/s	
NB13	NB15	0	0	5.00	
NB14	NB05	0	0	999.99	(*)
NB15	NB17	0	0	999.99	(*)
NB16	NB06	0	0	999.99	(*)
NB16	NC06	20	1	4.50	
NB17	NB06	0	0	999.90	(*)
NB17	NB16	0	0	1.30	
NB18	BB16	0	0	0.00	
NB18	NB06	0	0	999.90	(*)
NB18	NB16	0	0	0.00	
NC01	NC02	0	0	999.90	(*)
NC02	NC03	0	0	999.90	(*)
NC03	NC04	0	0	999.00	(*)
NC03	NC08	0	0	0.30	
NC04	NC05	0	0	999.90	(*)
NC04	NC09	20	1	0.41	
NC05	NC06	0	0	999.90	(*)
NC05	NC10	20	1	2.25	
NC06	NC11	0	0	999.99	(*)
NC06	ND05	0	0	0.00	
NC07	ND01	0	0	999.99	(*)
NC08	NC04	0	0	999.99	(*)
NC09	NC10	0	0	2.25	
NC10	NC06	0	0	999.99	(*)
NC11	NB07	0	0	999.99	(*)
NC11	NC07	0	0	999.99	(*)
NC11	ND07	20	1	0.00	
NC12	NC04	0	0	999.90	(*)
ND01	ND02	0	0	999.99	(*)
ND01	ND05	20	1	9.10	
ND02	ND03	0	0	999.99	(*)
ND04	ND02	0	0	999.99	(*)
ND05	ND04	0	0	2.80	
ND06	ND02	0	0	999.99	(*)

(*) Tramo (río o estero) que se considera con capacidad de conducción ilimitada.

CUADRO Nº 14

PERCOLACION Y CAUDALES MAXIMOS. SISTEMA DE RIEGO B

PERCOLACION = (P/100)* Q**N

DESDE NODO	HACIA NODO	P	N	Q MAXIMO m3/s	
NA01	NA02	0	0	999.99	(*)
NA02	NA03	0	0	999.99	(*)
NA02	NA10	20	1	1.46	
NA02	NA11	20	1	1.17	
NA03	NA04	0	0	999.99	(*)
NA04	NA05	0	0	999.99	(*)
NA04	NA12	20	1	1.56	
NA04	NB09	20	1	2.00	
NA05	NA06	0	0	999.99	(*)
NA06	NA07	0	0	999.99	(*)
NA07	NB03	0	0	999.99	(*)
NA07	NB11	20	1	0.00	
NA07	NB13	20	1	2.50	
NA08	NA02	0	0	999.90	(*)
NA09	NA01	0	0	999.99	(*)
NA10	NA03	0	0	999.99	(*)
NA11	NA04	0	0	0.00	
NA11	NB09	0	0	0.00	
NA12	NA05	0	0	999.90	(*)
NB01	NB02	0	0	999.99	(*)
NB02	NB03	0	0	999.99	(*)
NB03	NB04	0	0	999.99	(*)
NB03	NB12	20	1	1.22	
NB04	NB05	0	0	999.99	(*)
NB04	NB14	0	0	0.00	
NB05	NB16	0	0	0.00	
NB06	NB07	0	0	999.99	(*)
NB06	NB16	0	0	0.00	
NB10	NB02	20	1	1.00	
NB10	NB11	0	0	999.99	(*)
NB11	NB04	0	0	999.90	(*)
NB11	NB13	20	1	3.00	
NB12	NB04	0	0	999.99	(*)
NB12	NB14	0	0	0.70	

DESDE NODO	HACIA NODO	P	N	Q MAXIMO m3/s	
NB13	NB15	0	0	3.00	
NB14	NB05	0	0	999.99	(*)
NB15	NB17	0	0	999.99	(*)
NB16	NB06	0	0	0.00	
NB16	NC06	20	1	12.50	
NB17	NB06	0	0	999.90	(*)
NB17	NB16	0	0	0.00	
NB18	BB16	0	0	12.50	
NB18	NB06	0	0	999.99	(*)
NB18	NB16	0	0	12.50	
NC01	NC02	0	0	999.90	(*)
NC02	NC03	0	0	999.90	(*)
NC03	NC04	0	0	999.00	(*)
NC03	NC08	0	0	0.30	
NC04	NC05	0	0	999.90	(*)
NC04	NC09	20	1	0.41	
NC05	NC06	0	0	999.90	(*)
NC05	NC10	20	1	2.25	
NC06	NC11	0	0	999.99	(*)
NC06	ND05	0	0	7.40	
NC07	ND01	0	0	999.99	(*)
NC08	NC04	0	0	999.99	(*)
NC09	NC10	0	0	2.25	
NC10	NC06	0	0	999.99	(*)
NC11	NB07	0	0	999.99	(*)
NC11	NC07	0	0	999.99	(*)
NC11	ND07	20	1	0.00	
NC12	NC04	0	0	999.90	(*)
ND01	ND02	0	0	999.99	(*)
ND01	ND05	20	1	0.00	
ND02	ND03	0	0	999.99	(*)
ND04	ND02	0	0	999.99	(*)
ND05	ND04	0	0	2.80	
ND06	ND02	0	0	999.99	(*)

(*) Tramo (río o estero) que se considera con capacidad de conducción ilimitada.

CUADRO Nº 15

SITUACION ACTUAL

SUPERFICIES CON DISTINTOS PORCENTAJES DE SEGURIDAD DE RIEGO

SECTOR DE RIEGO	SUPERFICIE TOTAL [ha]	SEGURIDAD DE RIEGO [%]							
		40	50	60	70	80	85	90	100
SA01	653	490	467	424	402	377	315	296	134
SA02	531	158	158	158	158	158	158	158	115
SA03	605	496	477	455	434	399	352	344	155
SA04	800	526	509	480	459	406	357	349	156
SA05	439	357	336	298	285	251	220	196	87
SA06	381	340	327	293	276	248	214	195	89
SA07	123	124	123	123	123	123	123	122	82
SA08	805	620	598	581	563	526	480	466	216
SA09	443	355	338	320	303	274	237	230	101
SA10	373	191	176	125	92	77	71	70	61
SB01	818	280	258	190	134	120	104	81	72
SB02	1013	447	397	299	210	187	160	141	117
SB03	204	23	19	16	14	13	10	7	2
SB04	695	508	508	508	499	486	483	478	384
SB05	745	523	514	501	495	465	463	445	337
SB06	717	426	425	425	425	425	425	424	423
SB07	480	459	458	458	458	458	457	457	404
SB08	527	337	337	337	337	337	337	337	337
SB09	839	599	599	599	599	593	592	592	514
SB10	75	74	74	74	74	74	74	74	74
SC01	186	104	96	75	54	47	40	28	19
SC02	191	80	75	56	42	36	32	22	14
SC03	225	60	50	40	37	33	32	27	16
SC04	328	252	232	178	132	112	98	72	44
SC05	158	121	121	121	121	121	119	118	71
SC06	1354	169	158	114	87	75	70	57	34
SC07	577	343	329	313	272	235	194	121	50
SC08	306	196	188	181	158	137	112	70	28
SD01	385	164	164	164	164	164	164	164	164
SD02	642	382	382	382	382	382	382	382	360
SD03	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SD04	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SD05	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SD06	0	0	0	0	0	0	0	0	0

CUADRO N° 16

SISTEMA DE RIEGO A

SUPERFICIES CON DISTINTOS PORCENTAJES DE SEGURIDAD DE RIEGO

SECTOR DE RIEGO	SUPERFICIE TOTAL [ha]	SEGURIDAD DE RIEGO [%]							
		40	50	60	70	80	85	90	100
SA01	653	652	652	652	652	651	650	643	475
SA02	531	531	531	484	447	396	383	328	204
SA03	605	606	606	606	605	605	605	601	398
SA04	800	800	800	800	800	800	800	800	585
SA06	381	381	381	381	381	381	380	380	226
SA07	562	562	562	562	562	562	561	557	351
SA08	805	805	805	805	805	805	804	804	712
SA09	443	443	443	443	443	442	442	442	284
SA10	373	292	270	204	160	130	124	105	67
SB01	1312	634	559	406	322	277	252	208	145
SB02	538	538	537	537	537	537	536	515	216
SB03	240	239	239	239	239	239	239	225	87
SB04	703	703	703	703	702	702	702	663	258
SB05	779	779	779	779	779	778	778	748	598
SB06	725	725	725	725	725	725	725	703	658
SB07	489	489	489	489	489	489	489	461	179
SB08	533	534	533	533	533	533	533	533	496
SB09	848	848	848	848	847	847	847	823	759
SB10	358	359	358	358	358	357	357	343	144
SC01	164	164	164	164	164	164	156	141	81
SC02	169	169	169	169	169	169	159	143	70
SC03	199	80	68	56	46	36	35	29	16
SC04	290	290	290	290	290	290	290	289	186
SC05	140	139	139	139	139	139	139	138	123
SC06	1197	1196	1196	1196	1195	1195	1195	1194	1141
SC07	510	509	509	509	509	509	509	486	344
SC08	270	269	268	268	268	268	268	256	167
SC09	1371	1371	1371	1371	1371	1370	1370	1312	967
SD01	363	363	363	363	363	362	362	340	247
SD02	605	605	605	605	605	605	605	570	467
SD03	3540	3539	3539	3539	3538	3538	3538	3162	2336
SD04	1602	1601	1601	1600	1600	1600	1600	1431	1057
SD05	867	867	867	866	866	866	866	811	600
SD06	589	589	589	589	588	588	588	551	408

CUADRO N° 17

CANAL ALIMENTADOR EMBALSE CORRALES. SISTEMA DE RIEGO A
CAUDALES MEDIOS MENSUALES (m3/s)

AÑO	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	PROM
1950-1951	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	0.0	0.5	0.2	2.3	1.8
1951-1952	1.6	2.3	2.3	2.3	1.8	2.3	2.3	1.8	0.4	0.0	0.2	1.1	1.5
1952-1953	1.5	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	0.0	0.0	0.8	2.0	1.7
1953-1954	2.2	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3
1954-1955	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	0.9	2.3	2.3	2.2
1955-1956	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	1.2	0.2	1.8	2.3	2.0
1956-1957	2.2	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	1.6	0.0	0.0	0.4	1.4	1.6
1957-1958	2.3	1.9	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	0.0	0.7	1.8	1.9
1958-1959	2.2	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	1.8	0.0	0.0	0.4	1.2	1.6
1959-1960	1.8	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	0.6	0.0	0.7	1.2	1.7
1960-1961	1.4	2.3	2.3	2.3	1.5	0.6	2.3	2.3	2.1	0.5	0.0	2.3	1.7
1961-1962	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	0.0	0.0	0.0	2.3	1.7
1962-1963	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	0.7	0.0	0.4	1.2	1.7
1963-1964	1.6	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.2
1964-1965	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	0.8	0.6	0.0	2.0	2.3	1.8
1965-1966	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3
1966-1967	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	1.8	2.3	2.3	2.3
1967-1968	2.2	2.3	2.3	2.3	2.1	2.3	2.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.8	1.4
1968-1969	1.2	1.5	1.6	1.5	1.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.6
1969-1970	0.7	1.3	1.3	1.3	1.0	0.7	2.3	0.7	0.0	0.0	0.0	0.5	0.8
1970-1971	1.1	1.9	1.8	2.2	1.5	2.3	2.3	2.3	0.0	0.0	0.0	0.9	1.3
1971-1972	1.2	1.7	2.2	2.3	2.0	2.3	2.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7	1.2
1972-1973	1.1	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.2
1973-1974	2.3	2.3	2.3	2.3	1.4	2.3	2.3	2.3	1.4	0.0	0.3	1.3	1.7
1974-1975	1.6	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	1.4	0.0	0.9	1.4	1.8
1975-1976	1.6	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.2	0.0	0.0	0.0	0.9	1.5
1976-1977	1.2	2.2	1.8	1.9	1.0	1.4	2.3	2.1	0.0	0.0	0.0	0.8	1.2
1977-1978	1.3	2.0	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.2
1978-1979	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3
1979-1980	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	0.0	0.0	1.3	2.3	1.8
1980-1981	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3
1981-1982	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	1.7	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	1.4
1982-1983	1.8	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3
1983-1984	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3
1984-1985	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3
1985-1986	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	0.0	0.0	0.0	0.1	1.0	1.4
1986-1987	1.7	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.2	2.3	2.3	2.2
1987-1988	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3
1988-1989	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.9	1.4
1989-1990	1.9	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	0.8	0.2	1.7	2.1	1.9

I N G E N D E S A

CUADRO N° 18

VOLUMEN AFLUENTE EMBALSE CORRALES. SISTEMA DE RIEGO A
MILLONES DE m3

AÑO	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	TOTAL
1950	5.22	4.83	4.83	4.89	4.93	4.86	4.89	4.83	0.00	1.02	0.43	4.81	45.56
1951	3.64	5.04	5.16	4.86	3.91	4.83	4.83	3.83	0.80	0.01	0.52	2.30	39.75
1952	3.40	5.16	4.97	4.91	5.05	4.85	4.83	4.83	0.00	0.00	1.67	4.31	43.99
1953	4.86	4.91	5.04	9.98	6.49	5.36	5.02	4.90	4.86	4.85	4.84	5.03	66.15
1954	5.03	5.05	4.96	4.89	4.83	4.83	4.83	4.83	4.83	1.89	4.83	4.87	55.69
1955	5.09	4.90	4.87	4.91	4.85	4.93	4.83	4.83	2.46	0.38	3.84	4.78	50.69
1956	4.73	4.83	4.97	5.03	4.89	4.83	4.83	3.30	0.00	0.00	0.82	2.92	41.16
1957	11.94	7.01	6.51	5.58	5.33	5.09	5.01	4.96	4.91	0.07	1.60	3.85	61.86
1958	4.87	5.23	4.91	5.03	4.83	4.83	4.83	3.87	0.00	0.00	0.83	2.65	41.88
1959	3.90	5.07	4.94	4.96	4.83	4.85	4.83	4.83	1.26	0.00	1.54	2.45	43.47
1960	3.12	5.19	4.97	4.94	3.07	1.20	4.83	4.83	4.34	1.15	0.01	4.73	42.39
1961	4.75	5.25	4.89	5.06	4.89	4.91	4.83	4.83	0.00	0.00	0.00	4.76	44.16
1962	4.78	5.28	4.86	4.86	4.79	5.05	4.83	4.83	1.42	0.00	0.77	2.60	44.07
1963	3.34	4.99	5.09	5.08	6.07	5.23	5.04	4.93	4.89	4.87	4.85	4.85	59.24
1964	4.79	5.07	4.89	5.02	4.83	4.83	4.83	1.59	1.26	0.00	4.12	4.87	46.11
1965	4.97	4.86	5.48	17.98	9.81	6.94	5.87	5.41	5.19	5.10	5.00	5.07	81.69
1966	4.93	5.38	5.20	4.95	4.86	4.85	4.85	4.85	4.84	3.81	4.73	4.74	58.02
1967	4.74	4.97	4.97	4.86	4.59	4.87	4.83	0.00	0.00	0.00	0.00	1.64	35.49
1968	2.49	3.10	3.29	3.24	2.95	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.53	15.58
1969	1.49	2.86	2.74	2.90	2.18	1.44	4.83	1.53	0.00	0.00	0.00	1.08	21.07
1970	2.53	3.92	4.04	4.73	3.13	4.87	4.83	4.83	0.06	0.00	0.01	1.88	34.84
1971	2.44	3.85	4.66	4.92	4.26	4.83	4.83	0.00	0.00	0.00	0.00	1.43	31.22
1972	2.23	5.39	5.00	5.69	5.48	5.27	5.16	5.04	4.99	4.95	4.91	4.89	58.99
1973	4.97	5.00	5.10	4.84	3.05	4.91	4.83	4.83	2.96	0.00	0.55	2.72	43.77
1974	3.61	5.29	4.93	4.85	4.82	4.89	4.87	4.83	3.02	0.00	1.81	2.94	45.86
1975	3.47	4.85	4.86	4.99	4.83	4.87	4.85	4.68	0.00	0.00	0.00	1.80	39.21
1976	2.67	4.65	3.85	4.11	2.24	3.12	4.95	4.48	0.00	0.00	0.00	1.81	31.88
1977	3.34	4.80	6.02	4.94	5.04	4.83	4.83	4.83	4.83	5.05	4.83	4.99	58.34
1978	5.61	5.47	6.22	4.95	5.07	4.83	4.83	4.83	4.83	5.09	4.83	4.84	61.42
1979	4.86	4.95	4.95	4.88	4.97	4.87	4.83	4.83	0.00	0.00	2.67	4.83	46.65
1980	4.96	5.34	5.40	5.39	5.90	5.00	5.08	4.92	4.89	4.88	4.86	4.87	61.51
1981	5.10	4.96	4.91	4.90	4.78	4.94	3.64	0.01	0.00	0.00	0.08	2.13	35.45
1982	8.60	11.19	8.03	6.15	6.95	5.95	4.83	4.83	4.87	4.83	4.83	4.89	75.98
1983	5.11	5.05	5.30	4.87	4.91	4.83	4.83	4.83	4.83	4.92	4.83	5.55	59.88
1984	7.73	4.95	14.05	7.93	4.83	5.20	5.74	4.83	5.01	4.95	5.13	4.85	75.22
1985	4.89	4.84	5.02	4.90	4.80	4.84	4.85	0.00	0.00	0.00	0.20	2.22	36.56
1986	3.81	4.98	4.92	4.91	4.86	4.95	4.84	4.85	4.83	4.66	4.89	4.95	57.46
1987	5.34	5.01	6.72	26.38	12.68	8.27	6.53	5.80	5.44	5.28	5.12	4.83	97.41
1988	4.84	4.84	4.85	5.00	4.89	4.86	4.85	0.01	0.01	0.00	0.00	1.95	36.09
1989	4.04	4.84	4.86	5.15	4.95	4.88	4.86	4.85	1.72	0.33	3.60	4.35	48.42

I N G E N D E S A

CUADRO N° 19

VOLUMEN EMBALSE CORRALES AL FIN DE MES. SISTEMA DE RIEGO A
MILLONES DE m3

AÑO	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR
1950	5.20	10.00	14.80	19.61	23.62	25.39	25.43	25.42	16.84	9.94	4.39	8.51
1951	12.12	17.13	22.26	27.04	30.03	31.58	30.46	27.72	19.42	8.20	1.42	2.19
1952	5.56	10.69	15.63	20.46	24.67	26.46	25.76	24.61	16.22	7.00	2.66	6.29
1953	11.12	16.00	21.01	30.90	36.74	39.49	40.02	40.08	38.69	38.46	40.84	45.24
1954	49.02	49.02	49.02	49.02	49.02	48.79	48.10	47.54	46.24	42.70	45.02	48.85
1955	49.02	49.02	49.02	49.02	48.97	48.81	48.11	47.55	43.21	38.00	38.90	42.99
1956	47.68	49.02	49.02	49.02	49.02	48.79	48.10	46.44	38.13	29.64	25.03	27.26
1957	39.17	46.15	49.02	49.02	49.02	48.85	48.23	47.69	45.40	35.58	30.63	33.55
1958	38.38	43.58	48.46	49.02	48.91	48.78	48.10	46.30	37.16	25.57	19.32	20.79
1959	24.66	29.70	34.61	39.49	43.46	45.63	46.40	46.65	39.78	30.34	25.72	26.98
1960	30.06	35.22	40.17	45.02	47.17	45.32	45.99	46.00	42.77	33.82	24.52	28.23
1961	32.95	38.16	43.02	47.99	49.02	48.81	48.11	47.55	40.21	27.65	17.22	21.29
1962	26.03	31.27	36.11	40.88	44.71	46.82	46.33	45.52	37.79	26.21	19.27	19.68
1963	22.99	27.95	33.01	38.01	43.37	45.97	46.51	46.77	45.87	44.59	47.10	48.85
1964	49.02	49.02	49.02	49.02	49.02	48.79	47.62	42.66	34.56	23.44	20.35	24.52
1965	29.47	34.30	39.75	49.02	49.02	49.02	48.49	48.07	46.76	46.70	48.30	48.85
1966	49.02	49.02	49.02	49.02	49.02	48.79	48.12	47.56	45.35	40.28	38.90	42.94
1967	47.65	49.02	49.02	49.02	48.79	48.77	46.16	39.58	28.66	16.24	6.81	5.68
1968	8.14	11.20	14.46	17.61	19.62	15.72	3.94	1.42	1.42	1.42	1.42	1.42
1969	2.89	5.72	8.44	11.26	12.43	10.02	6.80	1.42	1.42	1.42	1.42	1.42
1970	3.92	7.82	11.82	16.47	18.50	19.58	17.94	15.86	4.93	1.42	1.42	1.42
1971	3.68	7.50	12.13	16.97	20.07	21.10	19.36	12.44	1.42	1.42	1.42	1.42
1972	3.63	9.00	13.96	19.57	24.27	26.49	25.93	26.15	24.90	24.62	26.73	30.92
1973	35.86	40.82	45.90	49.02	48.79	48.78	48.10	47.42	42.32	30.58	22.96	23.43
1974	27.01	32.27	37.17	41.93	45.73	47.92	47.73	47.30	42.40	30.86	25.36	26.45
1975	29.88	34.70	39.53	44.43	48.40	48.73	47.81	46.57	35.71	23.56	14.85	14.29
1976	16.93	21.55	25.38	29.40	30.61	30.35	29.61	27.90	17.21	4.90	1.42	1.42
1977	4.74	9.51	15.50	20.36	24.56	26.71	27.03	27.02	24.75	23.42	24.87	29.17
1978	34.75	40.19	46.37	49.02	49.02	48.79	48.10	47.54	45.61	45.39	47.43	48.85
1979	49.02	49.02	49.02	49.02	49.02	48.80	47.43	46.07	35.40	23.27	17.80	21.95
1980	26.87	32.18	37.55	42.86	48.04	48.73	48.22	47.66	46.01	44.69	45.35	48.85
1981	49.02	49.02	49.02	49.02	48.79	48.32	42.90	36.06	24.77	12.35	4.08	3.45
1982	12.02	23.18	31.19	37.26	43.56	47.12	47.28	47.11	46.04	46.29	48.34	49.02
1983	49.02	49.02	49.02	49.02	49.02	48.79	48.10	47.54	45.92	43.62	44.46	48.85
1984	49.02	49.02	49.02	49.02	49.02	48.88	48.44	47.72	46.46	45.93	48.35	48.85
1985	49.02	49.02	49.02	49.02	48.84	48.33	47.06	40.35	29.26	16.95	8.92	9.03
1986	12.82	17.76	22.66	27.48	31.43	33.56	33.49	32.99	30.03	25.29	25.14	29.40
1987	34.71	39.69	46.38	49.02	49.02	49.02	48.65	48.33	47.06	47.12	48.72	49.02
1988	49.02	49.02	49.02	49.02	49.02	48.79	45.18	38.52	27.56	15.29	6.90	6.88
1989	10.88	15.69	20.52	25.58	29.68	31.86	31.51	30.24	23.02	13.09	9.76	12.77

I N G E N D E S A

CUADRO N° 20

VOLUMEN ENTREGADO POR VALVULA Y/O VERTEDERO DEL EMBALSE CORRALES. SISTEMA DE RIEGO A
MILLONES DE m3

AÑO	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	TOTAL
1950	0.03	0.03	0.03	0.08	0.91	3.09	4.84	4.84	8.56	7.91	5.97	0.68	36.96
1951	0.03	0.03	0.03	0.08	0.91	3.28	5.95	6.56	9.09	11.21	7.29	1.54	45.98
1952	0.03	0.03	0.03	0.08	0.83	3.06	5.52	5.97	8.38	9.20	6.00	0.68	39.80
1953	0.03	0.03	0.03	0.08	0.65	2.61	4.47	4.83	6.24	5.06	2.45	0.61	27.06
1954	1.24	5.04	4.96	4.88	4.83	5.06	5.51	5.38	6.11	5.41	2.50	1.03	51.93
1955	4.91	4.89	4.87	4.90	4.90	5.09	5.52	5.38	6.77	5.57	2.92	0.68	56.40
1956	0.03	3.48	4.97	5.02	4.88	5.06	5.51	4.94	8.29	8.47	5.41	0.68	56.74
1957	0.03	0.03	3.63	5.57	5.33	5.26	5.61	5.48	7.18	9.86	6.53	0.91	55.42
1958	0.03	0.03	0.03	4.46	4.95	4.95	5.50	5.65	9.12	11.57	7.07	1.17	54.50
1959	0.03	0.03	0.03	0.08	0.86	2.67	4.04	4.57	8.11	9.41	6.15	1.17	37.15
1960	0.03	0.03	0.03	0.08	0.91	3.05	4.14	4.81	7.55	10.07	9.30	1.01	41.00
1961	0.03	0.03	0.03	0.08	3.85	5.12	5.52	5.38	7.31	12.55	10.41	0.68	50.97
1962	0.03	0.03	0.03	0.08	0.96	2.93	5.31	5.63	9.13	11.55	7.70	2.17	45.54
1963	0.03	0.03	0.03	0.08	0.69	2.62	4.49	4.65	5.76	6.14	2.33	3.08	29.93
1964	4.61	5.06	4.88	5.01	4.83	5.06	5.99	6.54	9.34	11.10	7.20	0.69	70.30
1965	0.03	0.03	0.03	8.70	9.80	6.93	6.39	5.81	6.49	5.13	3.38	4.50	57.21
1966	4.75	5.38	5.19	4.95	4.86	5.07	5.52	5.39	7.04	8.86	6.10	0.68	63.78
1967	0.03	3.59	4.97	4.86	4.82	4.88	7.43	6.56	10.91	12.40	9.41	2.77	72.63
1968	0.03	0.03	0.03	0.08	0.94	3.89	11.78	2.51	0.00	0.00	0.00	0.52	19.80
1969	0.03	0.03	0.03	0.08	1.01	3.84	8.05	6.90	0.00	0.00	0.00	1.07	21.03
1970	0.03	0.03	0.03	0.08	1.09	3.80	6.46	6.90	10.97	3.50	0.01	1.88	34.78
1971	0.18	0.03	0.03	0.08	1.15	3.80	6.56	6.91	11.01	0.00	0.00	1.43	31.16
1972	0.03	0.03	0.03	0.08	0.77	3.04	5.71	4.81	6.22	5.21	2.79	0.68	29.39
1973	0.03	0.03	0.03	1.71	3.28	4.90	5.50	5.50	8.03	11.72	8.16	2.23	51.12
1974	0.03	0.03	0.03	0.08	1.02	2.69	5.06	5.25	7.89	11.51	7.29	1.85	42.71
1975	0.03	0.03	0.03	0.08	0.86	4.53	5.77	5.90	10.84	12.13	8.69	2.35	51.23
1976	0.03	0.03	0.03	0.08	1.02	3.37	5.68	6.17	10.68	12.30	3.47	1.81	44.66
1977	0.03	0.03	0.03	0.08	0.83	2.68	4.50	4.84	7.08	6.36	3.37	0.68	30.50
1978	0.03	0.03	0.03	2.30	5.06	5.06	5.51	5.38	6.74	5.28	2.77	3.41	41.58
1979	4.68	4.94	4.94	4.87	4.97	5.08	6.18	6.18	10.65	12.11	8.12	0.68	73.41
1980	0.03	0.03	0.03	0.08	0.72	4.30	5.58	5.46	6.52	6.17	4.18	1.36	34.45
1981	4.91	4.95	4.91	4.89	5.01	5.40	9.05	6.83	11.27	12.40	8.34	2.75	80.73
1982	0.03	0.03	0.03	0.08	0.65	2.38	4.66	4.99	5.92	4.56	2.76	4.19	30.27
1983	5.10	5.04	5.29	4.87	4.91	5.06	5.51	5.38	6.44	7.19	3.97	1.15	59.89
1984	7.55	4.95	14.05	7.92	4.83	5.34	6.16	5.54	6.26	5.46	2.69	4.33	75.07
1985	4.71	4.83	5.02	4.89	4.98	5.34	6.10	6.69	11.07	12.30	8.22	2.10	76.25
1986	0.03	0.03	0.03	0.08	0.91	2.82	4.89	5.33	7.78	9.38	5.02	0.68	36.97
1987	0.03	0.03	0.03	23.73	12.67	8.26	6.90	6.10	6.69	5.20	3.49	4.52	77.64
1988	4.83	4.83	4.84	4.99	4.89	5.08	8.44	6.66	10.95	12.25	8.38	1.97	78.11
1989	0.03	0.03	0.03	0.08	0.84	2.70	5.20	6.10	8.92	10.26	6.91	1.34	42.43

I N G E N D E S A

CUADRO N° 21

VOLUMEN ENTREGADO POR VALVULA EMBALSE CORRALES. SISTEMA DE RIEGO A
MILLONES DE m3

AÑO	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	TOTAL
1950	0.03	0.03	0.03	0.08	0.91	3.09	4.84	4.84	8.56	7.91	5.97	0.68	36.96
1951	0.03	0.03	0.03	0.08	0.91	3.28	5.95	6.56	9.09	11.21	7.29	1.54	45.98
1952	0.03	0.03	0.03	0.08	0.83	3.06	5.52	5.97	8.38	9.20	6.00	0.68	39.80
1953	0.03	0.03	0.03	0.08	0.65	2.61	4.47	4.83	6.24	5.06	2.45	0.61	27.06
1954	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.26	0.95	1.51	2.81	5.41	2.50	0.20	13.76
1955	0.03	0.03	0.03	0.03	0.08	0.24	0.94	1.50	5.84	5.57	2.92	0.68	17.88
1956	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.26	0.95	2.61	8.29	8.47	5.41	0.68	26.80
1957	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.20	0.82	1.36	3.65	9.86	6.53	0.91	23.47
1958	0.03	0.03	0.03	0.03	0.14	0.27	0.95	2.75	9.12	11.57	7.07	1.17	33.15
1959	0.03	0.03	0.03	0.08	0.86	2.67	2.65	2.40	8.11	9.41	6.15	1.17	33.59
1960	0.03	0.03	0.03	0.08	0.91	3.05	3.06	3.05	6.28	10.07	9.30	1.01	36.88
1961	0.03	0.03	0.03	0.08	0.03	0.24	0.94	1.50	7.31	12.55	10.41	0.68	33.82
1962	0.03	0.03	0.03	0.08	0.96	2.23	2.72	3.53	9.13	11.55	7.70	2.17	40.16
1963	0.03	0.03	0.03	0.08	0.69	2.62	2.54	2.28	3.18	4.46	1.95	0.20	18.10
1964	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.26	1.43	6.39	9.34	11.10	7.20	0.69	36.54
1965	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.56	0.98	2.29	2.35	0.75	0.20	7.28
1966	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.26	0.93	1.49	3.70	8.77	6.10	0.68	22.05
1967	0.03	0.03	0.03	0.03	0.26	0.28	2.89	6.56	10.91	12.40	9.41	2.77	45.58
1968	0.03	0.03	0.03	0.08	0.94	3.89	11.78	2.51	0.00	0.00	0.00	0.52	19.80
1969	0.03	0.03	0.03	0.08	1.01	3.84	8.05	6.90	0.00	0.00	0.00	1.07	21.03
1970	0.03	0.03	0.03	0.08	1.09	3.80	6.46	6.90	10.97	3.50	0.01	1.88	34.78
1971	0.18	0.03	0.03	0.08	1.15	3.80	6.56	6.91	11.01	0.00	0.00	1.43	31.16
1972	0.03	0.03	0.03	0.08	0.77	3.04	5.71	4.81	6.22	5.21	2.79	0.68	29.39
1973	0.03	0.03	0.03	0.03	0.26	0.27	0.95	1.63	6.73	11.72	8.16	2.23	32.06
1974	0.03	0.03	0.03	0.08	1.02	1.13	1.32	1.75	6.65	11.51	7.29	1.85	32.69
1975	0.03	0.03	0.03	0.08	0.65	0.32	1.24	2.48	10.84	12.13	8.69	2.35	38.87
1976	0.03	0.03	0.03	0.08	1.02	3.37	5.68	6.17	10.68	12.30	3.47	1.81	44.66
1977	0.03	0.03	0.03	0.08	0.83	2.68	4.50	4.84	7.08	6.36	3.37	0.68	30.50
1978	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.26	0.95	1.51	3.44	3.66	1.62	0.20	11.76
1979	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.25	1.62	2.98	10.65	12.11	8.12	0.68	36.54
1980	0.03	0.03	0.03	0.08	0.72	0.32	0.83	1.39	3.04	4.36	3.70	0.20	14.72
1981	0.03	0.03	0.03	0.03	0.26	0.73	6.15	6.83	11.27	12.40	8.34	2.75	48.85
1982	0.03	0.03	0.03	0.08	0.65	1.93	1.77	1.94	3.01	2.76	0.71	0.03	12.95
1983	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.26	0.95	1.51	3.13	5.43	3.97	0.20	15.58
1984	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.17	0.61	1.33	2.59	3.12	0.70	0.20	8.85
1985	0.03	0.03	0.03	0.03	0.21	0.72	1.99	6.69	11.07	12.30	8.22	2.10	43.40
1986	0.03	0.03	0.03	0.08	0.91	2.82	4.89	5.33	7.78	9.38	5.02	0.68	36.97
1987	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.40	0.72	1.99	1.93	0.33	0.03	5.56
1988	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.26	3.87	6.66	10.95	12.25	8.38	1.97	44.46
1989	0.03	0.03	0.03	0.08	0.84	2.70	5.20	6.10	8.92	10.26	6.91	1.34	42.43

INGENDESA

CUADRO N° 22

CANAL MATRIZ CORRALES TRAMO 1. SISTEMA DE RIEGO A
CAUDALES MEDIOS MENSUALES (m3/s)

AÑO	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	PROM
1950-1951	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4	1.2	1.9	1.8	3.2	3.3	2.2	0.3	1.2
1951-1952	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4	1.2	2.3	2.4	3.4	4.6	2.7	0.6	1.5
1952-1953	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	1.1	2.1	2.2	3.1	3.8	2.2	0.3	1.3
1953-1954	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	1.0	1.7	1.8	2.3	2.1	0.9	0.2	0.9
1954-1955	0.5	1.9	1.9	1.8	1.9	1.9	2.1	2.0	2.3	2.2	0.9	0.4	1.7
1955-1956	1.8	1.9	1.8	1.8	1.9	1.9	2.1	2.0	2.5	2.3	1.1	0.3	1.8
1956-1957	0.0	1.3	1.9	1.9	1.9	1.9	2.1	1.8	3.1	3.5	2.0	0.3	1.8
1957-1958	0.0	0.0	1.4	2.1	2.1	2.0	2.2	2.0	2.7	4.1	2.4	0.4	1.8
1958-1959	0.0	0.0	0.0	1.7	1.9	1.8	2.1	2.1	3.4	4.7	2.6	0.4	1.7
1959-1960	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	1.0	1.6	1.7	3.0	3.9	2.3	0.5	1.2
1960-1961	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4	1.1	1.6	1.8	2.8	4.2	3.5	0.4	1.3
1961-1962	0.0	0.0	0.0	0.0	1.5	1.9	2.1	2.0	2.7	4.7	3.9	0.3	1.6
1962-1963	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4	1.1	2.0	2.1	3.4	4.7	2.9	0.8	1.5
1963-1964	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	1.0	1.7	1.7	2.2	2.5	0.9	1.2	1.0
1964-1965	1.7	2.0	1.8	1.9	1.9	1.9	2.3	2.4	3.5	4.6	2.7	0.3	2.2
1965-1966	0.0	0.0	0.0	3.2	3.8	2.6	2.5	2.2	2.4	2.1	1.3	1.7	1.8
1966-1967	1.8	2.1	1.9	1.8	1.9	1.9	2.1	2.0	2.6	3.7	2.3	0.3	2.0
1967-1968	0.0	1.4	1.9	1.8	1.9	1.8	2.9	2.4	4.1	4.7	3.5	1.1	2.3
1968-1969	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4	1.5	4.5	0.9	0.0	0.0	0.0	0.2	0.6
1969-1970	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4	1.4	3.1	2.6	0.0	0.0	0.0	0.4	0.7
1970-1971	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4	1.4	2.5	2.6	4.1	1.4	0.0	0.7	1.1
1971-1972	0.1	0.0	0.0	0.0	0.4	1.4	2.5	2.6	4.1	0.0	0.0	0.6	1.0
1972-1973	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	1.1	2.2	1.8	2.3	2.2	1.0	0.3	0.9
1973-1974	0.0	0.0	0.0	0.6	1.3	1.8	2.1	2.1	3.0	4.7	3.0	0.9	1.6
1974-1975	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4	1.0	2.0	2.0	2.9	4.7	2.7	0.7	1.4
1975-1976	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	1.7	2.2	2.2	4.0	4.7	3.2	0.9	1.6
1976-1977	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4	1.3	2.2	2.3	4.0	4.7	1.3	0.7	1.4
1977-1978	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	1.0	1.7	1.8	2.6	2.6	1.3	0.3	1.0
1978-1979	0.0	0.0	0.0	0.9	2.0	1.9	2.1	2.0	2.5	2.2	1.0	1.3	1.3
1979-1980	1.7	1.9	1.8	1.8	1.9	1.9	2.4	2.3	4.0	4.7	3.0	0.3	2.3
1980-1981	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	1.6	2.2	2.0	2.4	2.6	1.6	0.5	1.1
1981-1982	1.8	1.9	1.8	1.8	1.9	2.0	3.5	2.6	4.2	4.7	3.1	1.1	2.5
1982-1983	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.9	1.8	1.9	2.2	1.9	1.0	1.6	1.0
1983-1984	1.9	1.9	2.0	1.8	1.9	1.9	2.1	2.0	2.4	3.0	1.5	0.4	1.9
1984-1985	2.8	1.9	4.7	3.0	1.9	2.0	2.4	2.1	2.3	2.3	1.0	1.7	2.3
1985-1986	1.8	1.9	1.9	1.8	1.9	2.0	2.4	2.5	4.1	4.7	3.1	0.8	2.4
1986-1987	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4	1.1	1.9	2.0	2.9	3.9	1.9	0.3	1.2
1987-1988	0.0	0.0	0.0	4.7	4.7	3.1	2.7	2.3	2.5	2.1	1.3	1.7	2.1
1988-1989	1.8	1.9	1.8	1.9	1.9	1.9	3.3	2.5	4.1	4.7	3.1	0.8	2.5
1989-1990	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	1.0	2.0	2.3	3.3	4.2	2.6	0.5	1.4

I N G E N D E S A

CUADRO N° 23

CANAL CHOAPA PRIMERA SECCION. SISTEMA DE RIEGO A
CAUDALES MEDIOS MENSUALES (m3/s)

AÑO	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	PROM
1950-1951	0.0	0.0	0.0	3.3	2.4	3.3	3.3	3.3	2.5	1.8	0.9	0.4	1.8
1951-1952	0.0	0.0	0.0	3.3	2.1	3.3	3.3	3.3	2.9	2.5	1.2	0.4	1.9
1952-1953	0.0	0.0	0.0	3.3	3.2	3.3	3.3	3.3	2.8	2.0	0.9	0.3	1.9
1953-1954	0.0	0.0	0.0	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	2.6	3.3	2.6	2.4
1954-1955	0.0	0.0	0.0	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	1.6	0.7	1.4	2.0
1955-1956	0.0	0.0	0.0	3.3	3.2	3.3	3.3	3.3	2.8	1.5	0.4	0.6	1.8
1956-1957	0.0	0.0	0.0	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	2.6	1.8	0.7	0.2	1.8
1957-1958	0.0	0.0	0.0	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	3.1	2.3	1.1	0.3	1.9
1958-1959	0.0	0.0	0.0	3.3	3.0	3.3	3.3	3.3	2.7	2.5	1.1	0.3	1.9
1959-1960	0.0	0.0	0.0	3.3	2.9	3.3	3.3	3.3	2.8	2.0	1.0	0.3	1.8
1960-1961	0.0	0.0	0.0	3.3	2.1	1.9	3.3	3.3	2.9	2.4	1.3	0.3	1.7
1961-1962	0.0	0.0	0.0	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	2.4	2.6	1.5	0.3	1.9
1962-1963	0.0	0.0	0.0	3.3	2.1	3.3	3.3	3.3	2.9	2.5	1.3	0.6	1.9
1963-1964	0.0	0.0	0.0	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	2.3	2.6	1.3	2.2
1964-1965	0.0	0.0	0.0	3.3	3.3	3.3	3.1	3.3	3.0	2.5	1.2	0.9	2.0
1965-1966	0.0	0.0	0.0	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	1.2	1.9	2.2
1966-1967	0.0	0.0	0.0	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	2.1	1.0	0.3	1.9
1967-1968	0.0	0.0	0.0	3.3	2.8	3.3	1.5	3.3	2.9	2.6	1.4	0.7	1.8
1968-1969	0.0	0.0	0.0	3.2	2.1	1.7	2.2	2.8	1.8	0.8	0.0	0.1	1.2
1969-1970	0.0	0.0	0.0	3.2	2.0	1.9	2.0	3.3	1.9	0.9	0.0	0.3	1.3
1970-1971	0.0	0.0	0.0	3.3	2.1	2.2	3.3	3.3	2.9	1.4	0.1	0.5	1.6
1971-1972	0.0	0.0	0.0	3.3	2.1	3.1	2.8	3.3	2.9	0.9	0.0	0.4	1.6
1972-1973	0.0	0.0	0.0	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	0.4	0.9	2.0
1973-1974	0.0	0.0	0.0	3.3	2.5	3.3	3.3	3.3	2.9	2.5	1.4	0.6	1.9
1974-1975	0.0	0.0	0.0	3.3	2.1	3.3	3.3	3.3	2.9	2.6	1.2	0.5	1.9
1975-1976	0.0	0.0	0.0	3.3	2.4	3.3	3.3	3.3	2.9	2.6	1.4	0.6	1.9
1976-1977	0.0	0.0	0.0	3.3	2.0	2.0	3.3	3.3	2.8	2.6	0.5	0.5	1.7
1977-1978	0.0	0.0	0.0	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	3.1	0.7	0.6	2.0
1978-1979	0.0	0.0	0.0	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	1.0	1.4	2.1
1979-1980	0.0	0.0	0.0	3.3	3.1	3.3	2.9	3.3	2.9	2.6	1.4	1.6	2.0
1980-1981	0.0	0.0	0.0	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	1.8	0.6	0.7	1.9
1981-1982	0.0	0.0	0.0	3.3	2.8	2.3	1.8	3.1	2.9	2.6	1.4	0.7	1.7
1982-1983	0.0	0.0	0.0	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	2.8	2.4
1983-1984	0.0	0.0	0.0	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	1.8	0.7	0.9	1.9
1984-1985	0.0	0.0	0.0	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	2.0	1.9	2.2
1985-1986	0.0	0.0	0.0	3.3	2.9	2.4	2.0	3.1	2.9	2.6	1.4	0.6	1.8
1986-1987	0.0	0.0	0.0	3.3	2.7	3.3	3.3	3.3	3.3	2.2	0.9	0.5	1.9
1987-1988	0.0	0.0	0.0	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	2.5
1988-1989	0.0	0.0	0.0	3.3	3.2	3.3	1.7	3.1	2.9	2.6	1.3	0.5	1.8
1989-1990	0.0	0.0	0.0	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	2.9	2.4	1.1	0.4	1.9

I N G E N D E S A

CUADRO N° 24

CANAL CHOAPA SEGUNDA SECCION. SISTEMA DE RIEGO A
CAUDALES MEDIOS MENSUALES (m3/s)

AÑO	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	PROM
1950-1951	0.8	0.2	0.2	0.2	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.3	0.7	0.9	1.0
1951-1952	0.9	0.2	0.2	0.2	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.4	0.7	0.4	0.9
1952-1953	0.4	0.2	0.2	0.2	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.4	0.7	0.6	0.9
1953-1954	0.7	0.2	0.2	0.2	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.1
1954-1955	1.5	0.2	0.2	0.2	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.2
1955-1956	1.5	0.2	0.2	0.2	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.2
1956-1957	1.5	0.2	0.2	0.2	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.4	0.7	0.7	1.0
1957-1958	1.5	0.2	0.2	0.2	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.4	0.7	0.4	1.0
1958-1959	0.5	0.2	0.2	0.2	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.4	0.7	0.4	0.9
1959-1960	0.4	0.2	0.2	0.2	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.4	0.7	0.4	0.9
1960-1961	0.4	0.2	0.2	0.2	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.4	0.8	0.4	0.9
1961-1962	0.4	0.2	0.2	0.2	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.4	0.8	0.5	0.9
1962-1963	0.5	0.2	0.2	0.2	1.3	1.5	1.5	1.5	1.5	1.4	0.7	0.4	0.9
1963-1964	0.3	0.2	0.2	0.2	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.4	1.5	1.5	1.1
1964-1965	1.2	0.2	0.2	0.2	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.4	0.7	0.7	1.0
1965-1966	0.4	0.2	0.2	0.2	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.4	1.5	1.1
1966-1967	0.9	0.2	0.2	0.2	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.4	0.7	0.5	1.0
1967-1968	0.4	0.2	0.2	0.2	1.5	1.5	1.0	1.5	1.5	1.4	0.8	0.4	0.9
1968-1969	0.1	0.2	0.2	0.2	1.4	0.8	1.1	1.5	1.1	0.6	0.0	0.0	0.6
1969-1970	0.1	0.2	0.2	0.2	1.2	1.1	1.0	1.5	1.2	0.7	0.0	0.1	0.6
1970-1971	0.1	0.1	0.2	0.2	1.2	1.3	1.5	1.5	1.5	0.9	0.1	0.3	0.7
1971-1972	0.0	0.1	0.2	0.2	1.1	1.5	1.5	1.5	1.5	0.7	0.0	0.2	0.7
1972-1973	0.1	0.2	0.2	0.2	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.0
1973-1974	0.3	0.2	0.2	0.2	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.4	0.7	0.4	0.9
1974-1975	0.2	0.2	0.2	0.2	1.3	1.5	1.5	1.5	1.5	1.4	0.7	0.4	0.9
1975-1976	0.2	0.2	0.2	0.2	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.4	0.8	0.4	0.9
1976-1977	0.2	0.2	0.2	0.2	1.3	1.4	1.5	1.5	1.5	1.4	0.3	0.4	0.8
1977-1978	0.4	0.2	0.2	0.2	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	0.6	0.7	0.9
1978-1979	0.7	0.2	0.2	0.2	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	0.9	1.1	1.0
1979-1980	0.5	0.2	0.2	0.2	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.4	0.7	1.4	1.0
1980-1981	0.6	0.2	0.2	0.2	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	0.7	1.0	1.0
1981-1982	0.8	0.2	0.2	0.2	1.5	1.4	1.0	1.5	1.5	1.4	0.7	0.4	0.9
1982-1983	1.5	0.2	0.2	0.2	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.2
1983-1984	0.9	0.2	0.2	0.2	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.3	0.7	1.1	1.0
1984-1985	1.3	0.2	0.2	0.2	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.4	1.5	1.1
1985-1986	0.6	0.2	0.2	0.2	1.5	1.5	1.2	1.5	1.5	1.4	0.7	0.4	0.9
1986-1987	0.3	0.2	0.2	0.2	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.4	0.7	0.6	0.9
1987-1988	0.7	0.2	0.2	0.2	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.1
1988-1989	1.5	0.2	0.2	0.2	1.5	1.5	1.0	1.5	1.5	1.4	0.7	0.4	1.0
1989-1990	0.3	0.2	0.2	0.2	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.4	0.7	0.4	0.9

INGENDESA

CUADRO N° 25

VOLUMEN AFLUENTE EMBALSE CANELILLO. SISTEMA DE RIEGO A
MILLONES DE m3

AÑO	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	TOTAL
1950	9.28	8.78	10.12	9.13	8.19	9.98	24.26	31.30	8.26	5.25	0.94	1.37	126.85
1951	6.08	8.96	15.28	11.11	7.42	16.49	14.09	10.66	8.72	4.90	0.89	0.82	105.42
1952	5.54	8.09	11.48	9.00	9.35	13.99	12.10	15.66	8.73	4.76	0.93	1.70	101.33
1953	6.41	10.70	12.05	45.44	47.81	86.73	145.48	132.99	62.79	7.09	7.07	5.91	570.46
1954	18.36	28.42	27.56	24.72	10.59	20.22	42.61	26.49	87.65	5.41	1.91	2.76	296.70
1955	17.38	21.96	23.61	14.70	8.14	11.28	31.95	11.82	8.19	5.31	1.11	1.38	156.82
1956	6.23	9.42	16.79	21.27	8.66	12.54	16.02	9.68	8.56	4.58	0.94	0.91	115.60
1957	56.52	22.13	22.16	21.70	12.07	30.57	43.19	34.81	7.67	5.33	1.05	1.08	258.28
1958	6.25	18.01	9.27	15.94	8.05	18.49	12.81	9.69	8.58	4.54	0.93	1.05	113.61
1959	5.35	6.98	9.69	10.42	8.52	24.00	23.13	15.41	8.75	4.69	0.93	0.84	118.73
1960	4.94	6.50	8.39	8.44	7.04	6.68	54.88	30.51	7.94	5.21	0.97	1.02	142.53
1961	5.46	15.49	14.66	20.67	23.40	65.86	97.53	61.35	8.27	4.32	0.94	1.08	319.04
1962	5.74	15.71	11.31	8.87	7.29	11.67	26.23	10.10	8.83	4.56	0.93	0.86	112.11
1963	4.89	5.93	11.92	11.54	38.07	36.93	47.30	356.71	100.00	5.76	4.95	2.87	626.88
1964	9.74	20.58	18.28	13.88	8.29	7.69	5.61	10.58	8.73	4.88	0.93	2.83	112.02
1965	7.37	5.54	22.06	149.82	85.86	92.11	129.45	107.12	57.93	10.15	3.82	4.84	676.08
1966	11.70	17.31	21.67	18.21	15.86	32.15	52.60	44.07	8.45	5.23	0.93	1.04	229.23
1967	5.46	9.67	14.28	10.06	8.22	7.64	4.74	10.62	7.90	4.32	0.93	0.78	84.62
1968	4.14	3.20	7.27	7.84	7.35	5.95	3.46	9.60	6.59	3.43	0.38	0.58	59.79
1969	3.89	4.23	7.04	7.95	6.84	6.56	5.59	10.64	6.94	3.54	0.46	0.59	64.26
1970	5.51	3.08	9.08	7.86	7.22	7.77	20.65	11.12	8.23	3.69	0.57	0.86	85.64
1971	4.19	4.84	7.18	8.27	7.08	8.31	6.66	10.37	7.77	3.56	0.50	0.65	69.38
1972	4.09	15.28	12.67	26.87	20.06	11.25	12.80	204.21	133.97	26.12	1.39	2.35	471.07
1973	7.72	8.22	12.54	22.21	7.38	11.20	24.65	16.15	7.90	4.40	0.93	0.87	124.18
1974	5.44	9.57	11.09	8.76	7.43	22.33	30.96	18.67	7.94	4.71	0.93	1.03	128.85
1975	4.92	4.56	9.32	9.31	7.67	8.22	6.53	9.50	7.96	4.34	0.93	0.76	74.03
1976	4.56	3.71	7.10	7.97	7.20	7.34	13.54	10.66	7.90	4.32	0.61	1.33	76.25
1977	8.42	6.43	18.70	11.48	27.30	47.13	97.31	105.18	28.61	7.93	1.94	2.32	362.74
1978	10.87	9.45	25.10	17.32	14.63	39.74	111.75	150.83	55.95	7.82	2.87	3.21	449.55
1979	11.39	11.75	14.41	12.02	8.52	11.33	5.49	9.87	8.27	4.50	0.94	4.19	102.67
1980	12.58	12.32	16.65	17.21	15.00	31.03	72.26	72.84	14.59	5.67	1.42	1.90	273.48
1981	12.16	13.13	15.08	12.68	8.03	7.33	4.18	10.31	7.88	4.32	1.06	0.79	96.97
1982	35.41	48.27	45.10	36.57	40.54	60.23	114.49	190.80	125.00	34.92	5.34	5.24	741.90
1983	16.23	15.74	25.85	21.40	11.48	55.61	86.23	57.48	12.68	5.49	1.53	4.74	314.46
1984	30.43	10.97	93.36	41.79	21.54	123.66	126.04	129.97	70.89	7.34	4.84	4.31	665.14
1985	12.12	12.35	16.87	12.80	7.98	7.08	5.11	10.23	7.88	4.33	0.95	1.00	98.70
1986	6.31	9.71	10.92	9.14	8.46	21.82	49.63	68.25	16.84	5.21	1.49	1.92	209.71
1987	9.40	13.23	44.70	216.83	103.20	110.30	214.83	264.56	190.37	59.41	21.81	7.51	1256.14
1988	18.25	16.13	17.50	16.12	8.26	7.48	4.57	10.25	7.90	4.33	0.94	0.79	112.51
1989	4.78	3.59	7.73	11.55	9.31	39.60	47.63	16.27	8.75	5.23	0.94	0.94	156.31

I N G E N D E S A

CUADRO N° 26

VOLUMEN EMBALSE CANELILLO AL FIN DE MES. SISTEMA DE RIEGO A
MILLONES DE m3

AÑO	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR
1950	9.28	18.05	27.87	36.67	44.50	52.56	69.80	94.94	85.68	67.81	54.87	45.08
1951	50.71	59.25	74.13	84.82	91.78	94.94	93.94	91.40	82.75	64.00	50.81	38.01
1952	43.12	50.81	61.90	70.50	79.43	91.49	91.06	94.94	86.27	67.71	54.70	44.37
1953	50.33	60.61	72.26	94.94	94.94	94.94	94.94	94.94	94.94	90.93	94.94	94.94
1954	94.94	94.94	94.94	94.94	94.94	94.94	94.94	94.94	94.94	86.12	85.33	87.30
1955	94.94	94.94	94.94	94.94	94.94	94.94	94.94	94.94	88.12	75.43	68.71	64.85
1956	70.57	79.53	94.94	94.94	94.94	94.94	94.94	94.03	85.44	66.86	53.99	42.93
1957	94.94	94.94	94.94	94.94	94.94	94.94	94.94	94.94	87.06	69.07	56.17	43.85
1958	49.66	67.25	76.11	91.62	94.94	94.94	94.29	92.50	83.32	64.14	51.05	38.63
1959	43.56	50.14	59.45	69.48	77.57	94.94	94.94	94.94	86.79	68.12	55.09	42.34
1960	46.83	52.92	60.93	68.97	75.59	75.34	94.94	94.94	86.12	67.80	54.69	42.18
1961	47.21	62.29	76.55	94.94	94.94	94.94	94.94	94.94	89.01	69.46	56.20	44.49
1962	49.78	65.07	75.98	84.42	91.26	94.94	94.94	93.82	84.86	65.70	52.53	39.67
1963	44.13	49.65	61.20	72.34	94.94	94.94	94.94	94.94	94.94	78.24	76.08	71.35
1964	80.57	94.94	94.94	94.94	94.94	94.94	84.99	84.68	77.50	58.76	45.66	36.73
1965	43.68	48.82	70.50	94.94	94.94	94.94	94.94	94.94	94.94	88.97	82.89	81.68
1966	92.81	94.94	94.94	94.94	94.94	94.94	94.94	94.94	90.15	72.07	59.02	46.99
1967	51.99	61.24	75.11	84.75	92.52	94.74	80.34	80.01	71.43	52.00	38.86	25.92
1968	29.30	32.14	39.07	46.55	53.51	49.36	33.02	29.89	20.11	19.94	19.94	19.94
1969	23.06	26.96	33.67	41.27	47.40	44.45	30.80	30.46	21.18	19.94	19.94	19.94
1970	25.11	27.84	36.58	44.09	50.67	49.98	58.44	60.09	52.07	32.13	19.94	19.94
1971	23.26	27.76	34.61	42.54	48.86	50.38	40.01	38.42	29.90	19.94	19.94	19.94
1972	23.26	38.20	50.51	77.00	94.94	94.94	94.13	94.94	94.94	94.94	87.09	83.39
1973	90.55	94.94	94.94	94.94	94.94	94.94	94.94	94.94	85.44	66.10	52.89	40.03
1974	45.03	54.20	64.90	73.25	80.24	94.94	94.94	94.94	85.60	66.58	53.43	40.78
1975	45.17	49.33	58.27	67.19	74.44	79.96	75.02	74.73	66.25	46.90	33.81	20.93
1976	25.15	28.51	35.27	42.89	49.71	49.32	52.67	53.62	45.23	26.00	19.94	19.94
1977	28.02	34.10	52.45	63.54	90.42	94.94	94.94	94.94	94.94	82.92	71.19	61.85
1978	72.22	81.20	94.94	94.94	94.94	94.94	94.94	94.94	94.94	86.17	76.47	69.60
1979	80.47	91.73	94.94	94.94	94.94	94.94	84.16	84.89	76.69	57.45	44.28	39.65
1980	51.80	63.69	79.93	94.94	94.94	94.94	94.94	94.94	94.94	78.22	65.95	57.23
1981	68.90	81.57	94.94	94.94	94.94	93.30	77.57	75.57	66.97	47.57	34.62	21.73
1982	56.78	94.94	94.94	94.94	94.94	94.94	94.94	94.94	94.94	94.94	94.94	93.59
1983	94.94	94.94	94.94	94.94	94.94	94.94	94.94	94.94	94.57	76.95	64.71	61.16
1984	91.09	94.94	94.94	94.94	94.94	94.94	94.94	94.94	94.94	85.16	80.55	76.74
1985	88.31	94.94	94.94	94.94	94.94	93.17	80.20	78.06	69.46	50.07	36.99	24.37
1986	30.31	39.66	50.22	58.98	67.04	87.90	94.94	94.94	94.94	76.26	63.93	53.59
1987	62.51	75.29	94.94	94.94	94.94	94.94	94.94	94.94	94.94	94.94	94.94	94.94
1988	94.94	94.94	94.94	94.94	94.94	94.94	80.04	77.93	69.36	50.00	36.91	24.09
1989	28.50	31.74	39.12	50.31	59.22	94.94	94.94	94.94	85.74	67.44	54.34	41.66

I N G E N D E S A

CUADRO N° 27

VOLUMEN ENTREGADO POR VALVULA Y/O VERTEDERO DEL EMBALSE CANELILLO. SISTEMA DE RIEGO A
MILLONES DE m3

AÑO	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	TOTAL
1950	0.00	0.00	0.26	0.26	0.26	1.75	6.73	5.74	16.82	22.44	13.40	10.79	78.45
1951	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	13.04	14.64	12.67	16.68	22.98	13.62	13.28	108.24
1952	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	1.65	12.10	11.26	16.70	22.64	13.47	11.66	90.79
1953	0.26	0.26	0.26	22.61	47.61	86.42	145.03	132.45	62.09	10.37	2.47	5.35	515.19
1954	18.03	28.17	27.37	24.53	10.38	19.91	42.16	25.95	86.95	13.50	2.13	0.26	299.35
1955	9.44	21.71	23.42	14.51	7.94	10.97	31.50	11.29	14.30	17.31	7.31	4.79	174.49
1956	0.26	0.26	1.21	21.07	8.45	12.23	15.58	10.05	16.46	22.49	13.33	11.61	133.01
1957	4.33	21.88	21.97	21.51	11.86	30.26	42.75	34.28	14.85	22.63	13.47	13.02	252.80
1958	0.26	0.26	0.26	0.26	4.53	18.18	13.02	10.95	17.07	23.05	13.57	13.12	114.54
1959	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	6.37	22.68	14.87	16.20	22.68	13.49	13.22	110.82
1960	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	6.68	34.91	29.97	16.06	22.85	13.60	13.16	138.54
1961	0.26	0.26	0.26	2.12	23.19	65.56	97.08	60.81	13.50	23.17	13.71	12.42	312.35
1962	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	7.70	25.79	10.69	17.10	23.05	13.63	13.36	112.63
1963	0.26	0.26	0.26	0.26	15.30	36.62	46.86	356.17	99.30	21.73	6.58	7.12	590.74
1964	0.26	5.99	18.08	13.69	8.09	7.39	15.11	10.39	15.27	22.99	13.60	11.44	142.30
1965	0.26	0.26	0.26	125.23	85.65	91.80	129.00	106.59	57.23	15.39	9.31	5.55	626.55
1966	0.26	14.94	21.47	18.02	15.65	31.84	52.16	43.53	12.55	22.60	13.48	12.69	259.20
1967	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	5.12	18.70	10.47	15.86	23.16	13.68	13.44	101.74
1968	0.66	0.26	0.26	0.26	0.26	9.90	19.54	12.50	16.09	3.42	0.22	0.44	63.82
1969	0.69	0.26	0.26	0.26	0.60	9.33	18.99	10.76	15.94	4.58	0.30	0.45	62.43
1970	0.26	0.26	0.26	0.26	0.52	8.27	11.92	9.10	15.76	23.17	12.50	0.72	83.00
1971	0.78	0.26	0.26	0.26	0.64	6.60	16.75	11.69	15.95	13.23	0.35	0.51	67.29
1972	0.69	0.26	0.26	0.26	1.94	10.94	13.17	202.87	133.27	25.39	8.62	5.53	403.22
1973	0.26	3.59	12.35	22.01	7.17	10.89	24.21	15.62	16.70	23.07	13.67	13.37	162.92
1974	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	7.36	30.51	18.13	16.58	23.05	13.61	13.32	123.88
1975	0.36	0.26	0.26	0.26	0.26	2.44	11.08	9.34	15.85	23.13	13.67	13.39	90.30
1976	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	7.55	9.92	9.37	15.83	23.15	6.46	1.19	74.78
1977	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	42.32	96.86	104.64	27.91	19.22	13.11	11.20	316.59
1978	0.26	0.26	11.19	17.13	14.43	39.44	111.31	150.29	55.25	15.86	12.00	9.60	437.02
1979	0.26	0.26	11.01	11.83	8.31	11.02	15.83	8.66	15.82	23.12	13.69	8.50	128.31
1980	0.26	0.26	0.26	2.04	14.80	30.73	71.81	72.30	13.89	21.66	13.16	10.19	251.38
1981	0.26	0.26	1.54	12.49	7.83	8.67	19.47	11.85	15.89	23.16	13.65	13.43	128.50
1982	0.26	9.94	44.91	36.38	40.34	59.92	114.04	190.27	124.30	34.19	4.73	6.02	665.29
1983	14.57	15.49	25.66	21.21	11.27	55.30	85.78	56.95	12.34	22.38	13.24	7.86	342.07
1984	0.26	6.88	93.17	41.60	21.33	123.36	125.59	129.43	70.19	16.39	8.89	7.62	644.71
1985	0.26	5.49	16.68	12.61	7.77	8.54	17.65	11.90	15.87	23.14	13.66	13.35	146.90
1986	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.72	42.18	67.71	16.14	23.16	13.29	11.85	176.36
1987	0.26	0.26	24.89	216.64	102.99	109.99	214.39	264.03	189.67	58.69	21.19	6.95	1209.94
1988	17.92	15.88	17.31	15.92	8.06	7.17	19.03	11.89	15.86	23.12	13.64	13.34	179.13
1989	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	3.67	47.18	15.74	17.25	22.86	13.57	13.25	134.83

INGENDESA

CUADRO N° 28

VOLUMEN ENTREGADO POR VALVULA EMBALSE CANELILLO. SISTEMA DE RIEGO A
MILLONES DE m3

AÑO	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	TOTAL
1950	0.00	0.00	0.26	0.26	0.26	1.75	6.73	0.26	9.52	22.44	13.40	10.79	65.68
1951	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	1.26	3.80	12.45	22.98	13.62	13.28	68.98
1952	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	1.65	4.14	0.26	8.93	22.64	13.47	11.66	64.07
1953	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	4.27	0.26	0.26	7.16
1954	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	9.08	2.13	0.26	13.84
1955	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	7.08	17.31	7.31	4.79	38.60
1956	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	1.17	9.76	22.49	13.33	11.61	60.19
1957	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	8.14	22.63	13.47	13.02	59.36
1958	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.91	2.70	11.88	23.05	13.57	13.12	66.81
1959	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	8.41	22.68	13.49	13.22	59.90
1960	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	6.68	0.26	0.26	9.08	22.85	13.60	13.16	67.20
1961	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	6.19	23.17	13.71	12.42	57.59
1962	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	1.38	10.34	23.05	13.63	13.36	63.61
1963	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	16.96	6.58	7.12	33.02
1964	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	10.21	10.39	15.27	22.99	13.60	11.44	85.48
1965	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	6.23	9.31	5.55	23.46
1966	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	5.05	22.60	13.48	12.69	55.93
1967	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.46	14.86	10.47	15.86	23.16	13.68	13.44	93.25
1968	0.66	0.26	0.26	0.26	0.26	9.90	19.54	12.50	16.09	3.42	0.22	0.44	63.82
1969	0.69	0.26	0.26	0.26	0.60	9.33	18.99	10.76	15.94	4.58	0.30	0.45	62.43
1970	0.26	0.26	0.26	0.26	0.52	8.27	11.92	9.10	15.76	23.17	12.50	0.72	83.00
1971	0.78	0.26	0.26	0.26	0.64	6.60	16.75	11.69	15.95	13.23	0.35	0.51	67.29
1972	0.69	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	1.07	0.26	0.26	0.26	8.11	5.53	17.51
1973	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	9.76	23.07	13.67	13.37	61.97
1974	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	9.60	23.05	13.61	13.32	61.68
1975	0.36	0.26	0.26	0.26	0.26	2.44	11.08	9.34	15.85	23.13	13.67	13.39	90.30
1976	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	7.55	9.92	9.37	15.83	23.15	6.46	1.19	74.78
1977	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	12.28	13.11	11.20	38.96
1978	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	9.03	12.00	9.60	33.00
1979	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	11.04	8.66	15.82	23.12	13.69	8.50	82.40
1980	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	16.98	13.16	10.19	42.70
1981	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	1.90	17.63	11.85	15.89	23.16	13.65	13.43	98.83
1982	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	1.61	4.50
1983	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.63	18.25	13.24	7.86	42.09
1984	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	10.04	8.89	7.62	28.91
1985	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	2.03	15.00	11.90	15.87	23.14	13.66	13.35	96.26
1986	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.72	0.26	0.26	0.26	18.94	13.29	11.85	46.90
1987	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	3.15
1988	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	15.16	11.89	15.86	23.12	13.64	13.34	94.58
1989	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	9.46	22.86	13.57	13.25	61.23

I N G E N D E S A

CUADRO N° 29

CANAL CANELILLO. SISTEMA DE RIEGO A
CAUDALES MEDIOS MENSUALES (m3/s)

AÑO	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	PROM
1950-1951	0.5	0.6	1.1	7.6	1.0	2.3	4.9	6.1	9.0	8.3	4.8	4.2	4.2
1951-1952	0.5	1.0	1.9	7.8	1.0	5.1	5.5	6.3	9.1	8.5	4.8	4.8	4.7
1952-1953	0.3	0.8	1.5	7.5	1.4	2.3	5.3	5.8	8.9	8.4	4.8	4.5	4.3
1953-1954	0.4	1.3	1.8	9.1	9.1	9.1	9.1	9.1	9.1	7.0	2.8	3.9	6.0
1954-1955	6.8	9.1	9.1	9.1	5.7	9.1	9.1	9.1	9.1	7.0	2.4	2.9	7.4
1955-1956	5.6	9.1	9.1	9.1	3.6	5.8	9.1	6.9	8.0	6.8	3.0	2.6	6.6
1956-1957	0.6	1.3	2.8	9.1	4.7	6.3	6.5	5.8	8.9	8.3	4.8	4.4	5.3
1957-1958	6.9	9.1	9.1	9.1	5.9	9.1	9.1	9.1	8.2	8.4	4.8	4.8	7.8
1958-1959	0.3	1.6	1.2	7.9	2.4	7.1	5.2	5.8	9.1	8.5	4.8	4.8	4.9
1959-1960	0.2	0.6	1.0	7.4	1.0	5.6	9.1	7.7	8.7	8.4	4.8	4.8	4.9
1960-1961	0.2	0.6	1.2	7.2	0.9	3.4	9.1	9.1	8.7	8.4	4.9	4.8	4.9
1961-1962	0.2	1.4	1.6	9.1	9.1	9.1	9.1	9.1	8.0	8.6	4.9	4.6	6.2
1962-1963	0.2	0.9	1.3	7.4	0.9	3.7	8.5	5.8	9.1	8.5	4.9	4.8	4.7
1963-1964	0.2	0.4	1.4	8.1	9.0	9.1	9.1	9.1	9.1	8.2	2.8	3.2	5.8
1964-1965	0.5	3.4	8.4	9.1	4.3	3.2	5.8	6.0	8.9	8.5	4.8	4.4	5.6
1965-1966	0.3	0.4	1.8	9.1	9.1	9.1	9.1	9.1	9.1	6.8	3.6	2.9	5.9
1966-1967	0.4	5.9	8.4	9.1	6.9	9.1	9.1	9.1	7.8	8.4	4.8	4.7	7.0
1967-1968	0.2	0.5	1.3	7.2	1.1	2.7	6.9	6.0	9.1	8.6	4.9	4.9	4.4
1968-1969	0.2	0.1	1.2	6.4	1.0	4.3	7.2	6.7	8.9	1.3	0.0	0.1	3.1
1969-1970	0.2	0.2	0.9	6.4	1.0	4.1	7.1	6.1	8.8	1.7	0.1	0.1	3.1
1970-1971	0.3	0.1	1.1	6.4	1.0	3.8	4.9	5.7	9.1	8.4	4.3	0.2	3.8
1971-1972	0.2	0.3	0.9	6.6	1.1	3.3	6.4	6.4	9.1	4.8	0.1	0.1	3.3
1972-1973	0.2	1.2	1.5	8.8	3.4	5.1	5.6	9.1	9.1	9.1	3.4	2.8	4.9
1973-1974	0.3	1.2	4.8	9.1	3.2	5.1	8.4	7.3	8.9	8.5	4.9	4.8	5.5
1974-1975	0.2	1.4	1.5	7.2	1.0	4.1	9.1	8.2	8.8	8.5	4.8	4.8	5.0
1975-1976	0.2	0.2	1.0	7.7	1.0	2.3	4.9	5.7	9.1	8.6	4.9	4.8	4.2
1976-1977	0.2	0.2	0.9	6.4	1.0	3.7	4.9	5.7	9.1	8.6	2.3	0.5	3.6
1977-1978	0.6	0.6	2.7	7.8	3.8	9.1	9.1	9.1	9.1	7.4	4.7	4.4	5.7
1978-1979	0.8	1.1	6.2	9.1	6.5	9.1	9.1	9.1	9.1	6.9	4.3	3.9	6.3
1979-1980	0.2	0.6	4.6	9.1	3.7	4.5	6.0	5.6	9.1	8.5	4.9	3.6	5.0
1980-1981	0.3	0.7	1.7	8.6	6.9	9.1	9.1	9.1	7.9	8.1	4.7	4.0	5.9
1981-1982	0.5	0.8	1.7	9.1	3.4	3.6	7.2	6.6	9.1	8.6	4.9	4.9	5.0
1982-1983	3.5	9.1	9.1	9.1	9.1	9.1	9.1	9.1	9.1	9.1	2.7	2.8	7.6
1983-1984	4.9	5.5	9.1	9.1	5.6	9.1	9.1	9.1	7.9	8.4	4.7	3.8	7.2
1984-1985	2.3	2.4	9.1	9.1	9.1	9.1	9.1	9.1	9.1	6.9	3.6	3.3	6.9
1985-1986	0.3	2.2	6.5	9.1	3.3	3.6	6.5	6.6	9.1	8.6	4.9	4.9	5.5
1986-1987	0.3	0.8	1.4	7.7	1.2	2.4	9.1	9.1	8.0	8.6	4.8	4.5	4.8
1987-1988	0.6	1.1	9.1	9.1	9.1	9.1	9.1	9.1	9.1	9.1	9.1	5.0	7.4
1988-1989	6.0	6.0	6.9	9.1	3.6	3.2	7.0	6.6	9.1	8.6	4.9	4.8	6.3
1989-1990	0.2	0.1	1.0	8.0	1.4	3.1	9.1	7.0	9.1	8.4	4.8	4.8	4.8

I N G E N D E S A

CUADRO N° 30

CANAL COSTERO NORTE. SISTEMA DE RIEGO A
CAUDALES MEDIOS MENSUALES (m3/s)

AÑO	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	PROM
1950-1951	0.6	0.4	0.5	0.5	1.2	2.1	3.2	3.5	4.4	3.9	2.3	2.4	2.1
1951-1952	0.6	0.5	0.5	0.5	1.1	3.3	3.5	3.6	4.3	4.0	2.3	2.4	2.2
1952-1953	0.3	0.5	0.5	0.5	1.7	2.1	3.4	3.4	4.3	4.0	2.3	2.4	2.1
1953-1954	0.5	0.5	0.5	0.5	4.7	4.7	4.7	4.7	4.7	4.0	2.3	2.8	2.9
1954-1955	4.2	0.5	0.5	0.5	3.6	4.7	4.7	4.7	4.7	4.0	2.2	2.4	3.0
1955-1956	3.7	0.5	0.5	0.5	2.7	3.6	4.7	3.9	4.3	3.8	2.2	2.4	2.7
1956-1957	1.0	0.5	0.5	0.5	3.2	3.8	3.7	3.5	4.3	3.9	2.3	2.4	2.5
1957-1958	4.2	0.5	0.5	0.5	3.7	4.7	4.7	4.7	4.2	4.0	2.4	2.4	3.0
1958-1959	0.3	0.5	0.5	0.5	2.0	4.1	3.3	3.5	4.3	4.0	2.4	2.4	2.3
1959-1960	0.3	0.4	0.5	0.5	1.3	3.5	4.7	4.2	4.3	4.0	2.3	2.4	2.4
1960-1961	0.2	0.4	0.5	0.5	1.1	2.2	4.7	4.7	4.3	4.0	2.4	2.4	2.3
1961-1962	0.2	0.5	0.5	0.5	4.7	4.7	4.7	4.7	4.3	4.1	2.4	2.4	2.8
1962-1963	0.3	0.5	0.5	0.5	1.0	2.6	4.6	3.5	4.3	4.0	2.4	2.5	2.2
1963-1964	0.2	0.3	0.5	0.5	4.7	4.7	4.7	4.7	4.7	3.9	2.2	2.4	2.8
1964-1965	0.8	0.5	0.5	0.5	3.1	2.3	3.3	3.4	4.2	4.0	2.4	2.4	2.3
1965-1966	0.3	0.3	0.5	0.5	4.7	4.7	4.7	4.7	4.7	3.9	2.2	2.4	2.8
1966-1967	0.6	0.5	0.5	0.5	4.2	4.7	4.7	4.7	4.2	4.0	2.3	2.4	2.8
1967-1968	0.2	0.3	0.5	0.5	1.3	2.2	3.3	3.4	4.3	4.1	2.4	2.5	2.1
1968-1969	0.1	0.1	0.5	0.5	1.0	2.2	3.5	3.3	4.1	0.7	0.0	0.1	1.3
1969-1970	0.1	0.2	0.5	0.5	1.0	2.2	3.4	3.4	4.1	0.9	0.0	0.1	1.4
1970-1971	0.1	0.0	0.5	0.5	1.0	2.2	3.2	3.4	4.3	3.8	2.0	0.2	1.8
1971-1972	0.1	0.2	0.5	0.5	1.0	2.2	3.3	3.4	4.3	2.2	0.0	0.1	1.5
1972-1973	0.1	0.5	0.5	0.5	2.7	3.3	3.5	4.7	4.7	4.7	2.3	2.4	2.5
1973-1974	0.2	0.5	0.5	0.5	2.4	3.2	4.6	4.0	4.3	4.1	2.4	2.5	2.4
1974-1975	0.1	0.5	0.5	0.5	1.0	2.8	4.7	4.4	4.3	4.0	2.4	2.5	2.3
1975-1976	0.1	0.2	0.5	0.5	1.1	2.1	3.2	3.4	4.3	4.1	2.4	2.5	2.0
1976-1977	0.1	0.2	0.5	0.5	1.1	2.2	3.2	3.4	4.3	4.1	1.1	0.3	1.7
1977-1978	0.4	0.4	0.5	0.5	2.8	4.7	4.7	4.7	4.7	4.0	2.2	2.4	2.7
1978-1979	0.7	0.5	0.5	0.5	4.0	4.7	4.7	4.7	4.7	3.9	2.2	2.4	2.8
1979-1980	0.3	0.4	0.5	0.5	2.5	3.0	3.3	3.4	4.3	4.1	2.4	2.4	2.2
1980-1981	0.4	0.4	0.5	0.5	4.2	4.7	4.7	4.7	4.2	3.9	2.3	2.4	2.7
1981-1982	0.6	0.5	0.5	0.5	2.3	2.2	3.4	3.4	4.3	4.1	2.4	2.5	2.2
1982-1983	2.3	0.5	0.5	0.5	4.7	4.7	4.7	4.7	4.7	4.7	2.2	2.4	3.0
1983-1984	2.6	0.5	0.5	0.5	3.6	4.7	4.7	4.7	4.3	3.9	2.3	2.4	2.9
1984-19	1.6	0.5	0.5	0.5	4.7	4.7	4.7	4.7	4.7	3.9	2.2	2.4	2.9
198	0.4	0.5	0.5	0.5	2.3	2.2	3.3	3.4	4.3	4.1	2.4	2.5	2.2
1	0.3	0.5	0.5	0.5	1.4	2.1	4.7	4.7	4.3	4.1	2.3	2.4	2.3
88	0.6	0.5	0.5	0.5	4.7	4.7	4.7	4.7	4.7	4.7	4.7	3.3	3.2
-1989	3.3	0.5	0.5	0.5	2.5	2.2	3.3	3.4	4.3	4.1	2.4	2.4	2.4
989-1990	0.2	0.2	0.5	0.5	1.8	2.4	4.7	3.9	4.4	4.0	2.4	2.4	2.3

I N G E N D E S A

CUADRO N° 31

CANAL COSTERO SUR. SISTEMA DE RIEGO A
CAUDALES MEDIOS MENSUALES (m3/s)

AÑO	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	PROM
1950-1951	0.3	0.2	0.2	0.2	0.5	1.0	1.5	1.6	2.0	1.8	1.1	1.1	0.9
1951-1952	0.3	0.2	0.2	0.2	0.5	1.5	1.6	1.6	2.0	1.8	1.1	1.1	1.0
1952-1953	0.1	0.2	0.2	0.2	0.8	1.0	1.5	1.5	2.0	1.8	1.1	1.1	1.0
1953-1954	0.2	0.2	0.2	0.2	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	1.8	1.0	1.3	1.3
1954-1955	1.9	0.2	0.2	0.2	1.7	2.1	2.1	2.1	2.1	1.8	1.0	1.1	1.4
1955-1956	1.7	0.2	0.2	0.2	1.2	1.6	2.1	1.8	1.9	1.7	1.0	1.1	1.2
1956-1957	0.5	0.2	0.2	0.2	1.5	1.7	1.7	1.6	2.0	1.8	1.0	1.1	1.1
1957-1958	1.9	0.2	0.2	0.2	1.7	2.1	2.1	2.1	1.9	1.8	1.1	1.1	1.4
1958-1959	0.2	0.2	0.2	0.2	0.9	1.9	1.5	1.6	1.9	1.8	1.1	1.1	1.0
1959-1960	0.1	0.2	0.2	0.2	0.6	1.6	2.1	1.9	2.0	1.8	1.1	1.1	1.1
1960-1961	0.1	0.2	0.2	0.2	0.5	1.0	2.1	2.1	1.9	1.8	1.1	1.1	1.0
1961-1962	0.1	0.2	0.2	0.2	2.1	2.1	2.1	2.1	2.0	1.8	1.1	1.1	1.3
1962-1963	0.1	0.2	0.2	0.2	0.4	1.2	2.1	1.6	2.0	1.8	1.1	1.1	1.0
1963-1964	0.1	0.1	0.2	0.2	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	1.8	1.0	1.1	1.2
1964-1965	0.3	0.2	0.2	0.2	1.4	1.1	1.5	1.6	1.9	1.8	1.1	1.1	1.0
1965-1966	0.1	0.1	0.2	0.2	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	1.7	1.0	1.1	1.2
1966-1967	0.3	0.2	0.2	0.2	1.9	2.1	2.1	2.1	1.9	1.8	1.1	1.1	1.2
1967-1968	0.1	0.2	0.2	0.2	0.6	1.0	1.5	1.6	1.9	1.8	1.1	1.1	0.9
1968-1969	0.0	0.1	0.2	0.2	0.5	1.0	1.6	1.5	1.8	0.3	0.0	0.0	0.6
1969-1970	0.0	0.1	0.2	0.2	0.4	1.0	1.5	1.6	1.8	0.4	0.0	0.0	0.6
1970-1971	0.1	0.0	0.2	0.2	0.4	1.0	1.5	1.6	1.9	1.7	0.9	0.1	0.8
1971-1972	0.0	0.1	0.2	0.2	0.4	1.0	1.5	1.6	1.9	1.0	0.0	0.0	0.7
1972-1973	0.0	0.2	0.2	0.2	1.2	1.5	1.5	2.1	2.1	2.1	1.0	1.1	1.1
1973-1974	0.1	0.2	0.2	0.2	1.1	1.5	2.1	1.8	1.9	1.8	1.1	1.1	1.1
1974-1975	0.1	0.2	0.2	0.2	0.5	1.3	2.1	2.0	1.9	1.8	1.1	1.1	1.0
1975-1976	0.0	0.1	0.2	0.2	0.5	1.0	1.5	1.5	1.9	1.8	1.1	1.1	0.9
1976-1977	0.1	0.1	0.2	0.2	0.4	1.0	1.5	1.6	1.9	1.8	0.5	0.1	0.8
1977-1978	0.2	0.2	0.2	0.2	1.3	2.1	2.1	2.1	2.1	1.8	1.0	1.1	1.2
1978-1979	0.3	0.2	0.2	0.2	1.8	2.1	2.1	2.1	2.1	1.8	1.0	1.1	1.2
1979-1980	0.1	0.2	0.2	0.2	1.1	1.4	1.5	1.5	1.9	1.8	1.1	1.1	1.0
1980-1981	0.2	0.2	0.2	0.2	1.9	2.1	2.1	2.1	1.9	1.8	1.0	1.1	1.2
1981-1982	0.3	0.2	0.2	0.2	1.1	1.0	1.6	1.5	1.9	1.8	1.1	1.1	1.0
1982-1983	1.1	0.2	0.2	0.2	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	1.0	1.1	1.4
1983-1984	1.2	0.2	0.2	0.2	1.7	2.1	2.1	2.1	1.9	1.8	1.0	1.1	1.3
1984-1985	0.7	0.2	0.2	0.2	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	1.8	1.0	1.1	1.3
1985-1986	0.2	0.2	0.2	0.2	1.0	1.0	1.5	1.5	1.9	1.8	1.1	1.1	1.0
1986-1987	0.1	0.2	0.2	0.2	0.7	1.0	2.1	2.1	1.9	1.8	1.0	1.1	1.0
1987-1988	0.3	0.2	0.2	0.2	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	1.5	1.4
1988-1989	1.5	0.2	0.2	0.2	1.2	1.0	1.5	1.5	1.9	1.8	1.1	1.1	1.1
1989-1990	0.1	0.1	0.2	0.2	0.8	1.1	2.1	1.8	2.0	1.8	1.1	1.1	1.0

I N G E N D E S A

CUADRO Nº 32

SISTEMA DE RIEGO B

SUPERFICIES CON DISTINTOS PORCENTAJES DE SEGURIDAD DE RIEGO

SECTOR DE RIEGO	SUPERFICIE TOTAL [ha]	SEGURIDAD DE RIEGO [%]							
		40	50	60	70	80	85	90	100
SA01	653	652	652	652	652	651	650	643	475
SA02	531	531	531	484	447	396	383	328	204
SA03	605	606	606	606	605	605	605	601	398
SA04	800	800	800	800	800	800	800	800	585
SA06	381	381	381	381	381	381	381	381	226
SA07	562	562	562	562	562	562	561	557	351
SA08	805	806	805	805	805	804	804	804	712
SA09	443	443	443	443	443	442	442	442	284
SA10	373	292	270	204	160	130	124	105	67
SB01	1312	854	758	573	410	357	331	249	140
SB02	538	538	537	537	537	536	536	528	285
SB03	240	240	240	239	239	239	239	234	118
SB04	703	703	702	702	702	702	702	688	347
SB05	779	779	779	779	779	778	778	769	564
SB06	918	918	918	918	918	918	918	917	839
SB07	489	489	489	489	488	488	488	484	359
SB08	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SB09	848	848	848	848	848	847	846	837	618
SB10	556	556	556	556	556	556	555	461	318
SC01	164	164	164	164	164	164	156	141	81
SC02	169	169	169	169	169	169	159	143	70
SC03	199	80	68	56	46	36	35	29	16
SC04	290	290	290	290	290	290	290	289	186
SC05	140	139	139	139	139	139	139	139	122
SC06	1197	1196	1196	1196	1196	1195	1195	1195	1141
SC07	510	510	510	510	509	509	509	409	283
SC08	270	269	269	269	269	268	268	215	150
SC09	1824	1824	1824	1824	1824	1824	1823	1410	986
SD01	363	363	363	363	363	363	363	338	263
SD02	605	605	605	605	605	604	604	563	484
SD03	3540	3539	3539	3539	3539	3538	3538	2670	1977
SD04	1602	1601	1601	1601	1601	1600	1600	1207	895
SD05	414	414	414	414	413	413	413	328	236
SD06	589	589	589	589	588	588	588	465	335

CUADRO N° 33

CANAL ALIMENTADOR CORRALES. SISTEMA DE RIEGO B
CAUDALES MEDIOS MENSUALES (m3/s)

AÑO	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	PROM
1950-1951	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	0.0	0.5	0.2	2.0	1.6
1951-1952	1.6	2.0	2.0	2.0	1.8	2.0	2.0	1.8	0.4	0.0	0.2	1.1	1.4
1952-1953	1.5	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	0.0	0.0	0.8	1.9	1.5
1953-1954	1.9	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0
1954-1955	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	0.9	2.0	2.0	1.9
1955-1956	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	1.2	0.2	1.8	2.0	1.8
1956-1957	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	1.6	0.0	0.0	0.4	1.4	1.5
1957-1958	2.0	1.9	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	0.0	0.7	1.8	1.7
1958-1959	1.9	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	1.8	0.0	0.0	0.4	1.2	1.4
1959-1960	1.8	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	0.6	0.0	0.7	1.2	1.5
1960-1961	1.4	2.0	2.0	2.0	1.5	0.6	2.0	2.0	2.0	0.5	0.0	2.0	1.5
1961-1962	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	0.0	0.0	0.0	2.0	1.5
1962-1963	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	0.7	0.0	0.4	1.2	1.5
1963-1964	1.6	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0
1964-1965	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	0.8	0.6	0.0	2.0	2.0	1.6
1965-1966	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0
1966-1967	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	1.8	2.0	2.0	2.0
1967-1968	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.8	1.2
1968-1969	1.2	1.5	1.6	1.5	1.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.6
1969-1970	0.7	1.3	1.3	1.3	1.0	0.7	2.0	0.7	0.0	0.0	0.0	0.5	0.8
1970-1971	1.1	1.9	1.8	2.0	1.5	2.0	2.0	2.0	0.0	0.0	0.0	0.9	1.3
1971-1972	1.2	1.7	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7	1.1
1972-1973	1.1	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	1.9
1973-1974	2.0	2.0	2.0	2.0	1.4	2.0	2.0	2.0	1.4	0.0	0.3	1.3	1.5
1974-1975	1.6	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	1.4	0.0	0.9	1.4	1.6
1975-1976	1.6	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	0.0	0.0	0.0	0.9	1.4
1976-1977	1.2	2.0	1.8	1.9	1.0	1.4	2.0	2.0	0.0	0.0	0.0	0.8	1.2
1977-1978	1.3	1.9	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	1.9
1978-1979	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0
1979-1980	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	0.0	0.0	1.3	2.0	1.6
1980-1981	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0
1981-1982	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	1.7	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	1.2
1982-1983	1.8	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0
1983-1984	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0
1984-1985	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0
1985-1986	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	0.0	0.0	0.0	0.1	1.0	1.3
1986-1987	1.7	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0
1987-1988	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0
1988-1989	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.9	1.2
1989-1990	1.9	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	0.8	0.2	1.7	2.0	1.7

I N G E N D E S A

CUADRO Nº 34

VOLUMEN AFLUENTE EMBALSE CORRALES. SISTEMA DE RIEGO B
MILLONES DE m3

AÑO	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	TOTAL
1950	4.59	4.20	4.20	4.26	4.30	4.23	4.26	4.20	0.00	1.02	0.43	4.23	39.93
1951	3.64	4.41	4.53	4.23	3.91	4.20	4.20	3.83	0.80	0.01	0.52	2.30	36.59
1952	3.40	4.53	4.34	4.28	4.42	4.22	4.20	4.20	0.00	0.00	1.67	4.25	39.52
1953	4.30	4.28	4.41	9.35	5.86	4.73	4.39	4.27	4.23	4.22	4.21	4.40	58.65
1954	4.40	4.42	4.33	4.26	4.20	4.20	4.20	4.20	4.20	1.89	4.20	4.25	48.75
1955	4.46	4.27	4.25	4.28	4.22	4.30	4.20	4.20	2.46	0.38	3.84	4.20	45.06
1956	4.16	4.20	4.34	4.40	4.26	4.20	4.20	3.30	0.00	0.00	0.82	2.92	36.80
1957	11.31	7.01	5.88	4.95	4.70	4.46	4.38	4.33	4.28	0.07	1.60	3.85	56.82
1958	4.31	4.60	4.28	4.40	4.21	4.20	4.20	3.87	0.00	0.00	0.83	2.65	37.55
1959	3.90	4.44	4.31	4.33	4.20	4.22	4.20	4.20	1.26	0.00	1.54	2.45	39.06
1960	3.12	4.56	4.34	4.31	3.07	1.20	4.20	4.20	4.20	1.15	0.01	4.16	38.53
1961	4.17	4.62	4.26	4.43	4.26	4.28	4.20	4.20	0.00	0.00	0.00	4.17	38.59
1962	4.19	4.65	4.23	4.23	4.21	4.42	4.20	4.20	1.42	0.00	0.77	2.60	39.12
1963	3.34	4.36	4.46	4.45	5.44	4.60	4.41	4.30	4.26	4.25	4.22	4.22	52.31
1964	4.20	4.44	4.26	4.39	4.20	4.20	4.20	1.59	1.26	0.00	4.12	4.25	41.11
1965	4.34	4.23	4.85	17.35	9.18	6.31	5.24	4.78	4.56	4.47	4.37	4.44	74.12
1966	4.30	4.75	4.57	4.32	4.23	4.22	4.22	4.22	4.21	3.82	4.20	4.16	51.24
1967	4.17	4.34	4.34	4.23	4.23	4.25	4.20	0.00	0.00	0.00	0.00	1.64	31.40
1968	2.49	3.10	3.29	3.24	2.95	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.53	15.58
1969	1.49	2.87	2.74	2.90	2.18	1.44	4.20	1.53	0.00	0.00	0.00	1.08	20.44
1970	2.53	3.92	4.04	4.23	3.13	4.25	4.20	4.20	0.06	0.00	0.01	1.89	32.45
1971	2.44	3.85	4.21	4.29	4.12	4.20	4.20	0.00	0.00	0.00	0.00	1.43	28.75
1972	2.23	4.77	4.37	5.06	4.85	4.64	4.53	4.41	4.36	4.32	4.28	4.26	52.06
1973	4.34	4.37	4.47	4.21	3.05	4.28	4.20	4.20	2.96	0.00	0.56	2.72	39.36
1974	3.61	4.66	4.30	4.22	4.24	4.26	4.25	4.20	3.02	0.00	1.81	2.94	41.50
1975	3.47	4.22	4.23	4.36	4.20	4.25	4.22	4.20	0.00	0.00	0.00	1.80	34.95
1976	2.67	4.26	3.85	4.08	2.24	3.12	4.32	4.20	0.00	0.00	0.00	1.81	30.55
1977	3.34	4.57	5.39	4.31	4.41	4.20	4.20	4.20	4.20	4.42	4.20	4.36	51.81
1978	5.02	4.84	5.59	4.32	4.44	4.20	4.20	4.20	4.20	4.46	4.20	4.21	53.88
1979	4.23	4.32	4.32	4.25	4.37	4.24	4.20	4.20	0.00	0.00	2.67	4.20	41.00
1980	4.33	4.71	4.77	4.76	5.27	4.37	4.45	4.29	4.26	4.25	4.23	4.24	53.94
1981	4.47	4.33	4.28	4.27	4.20	4.31	3.64	0.01	0.00	0.00	0.08	2.13	31.72
1982	8.60	10.56	7.40	5.52	6.32	5.32	4.20	4.20	4.24	4.20	4.20	4.26	69.04
1983	4.48	4.42	4.67	4.25	4.28	4.20	4.20	4.20	4.20	4.29	4.20	4.93	52.32
1984	7.12	4.32	13.42	7.30	4.20	4.57	5.11	4.20	4.38	4.32	4.51	4.22	67.67
1985	4.26	4.21	4.39	4.27	4.20	4.21	4.22	0.00	0.00	0.00	0.20	2.22	32.19
1986	3.81	4.35	4.29	4.28	4.23	4.32	4.21	4.22	4.20	4.20	4.26	4.33	50.71
1987	4.73	4.38	6.09	25.75	12.05	7.64	5.91	5.17	4.81	4.65	4.49	4.20	89.86
1988	4.21	4.21	4.22	4.37	4.26	4.23	4.22	0.01	0.01	0.00	0.00	1.95	31.68
1989	4.01	4.21	4.23	4.52	4.32	4.25	4.23	4.22	1.72	0.33	3.60	4.10	43.73

I N G E N D E S A

CUADRO Nº 35

VOLUMEN EMBALSE CORRALES AL FIN DE MES. SISTEMA DE RIEGO B
MILLONES DE m3

AÑO	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR
1950	4.56	8.65	12.73	16.82	20.50	22.70	23.90	25.27	18.12	13.12	9.33	12.96
1951	16.37	20.57	24.92	28.17	28.17	28.17	27.17	25.83	19.73	12.66	8.62	10.23
1952	13.42	17.76	21.93	26.00	28.17	28.17	27.52	26.80	20.18	13.32	10.98	14.61
1953	18.66	22.72	26.94	28.17	28.17	28.17	27.86	27.54	26.50	26.74	28.02	28.17
1954	28.17	28.17	28.17	28.17	28.17	28.17	27.80	27.48	26.42	23.69	26.26	28.17
1955	28.17	28.17	28.17	28.17	28.17	28.17	27.80	27.48	23.91	19.15	19.95	23.41
1956	27.26	28.17	28.17	28.17	28.17	28.17	27.80	26.55	19.82	12.86	9.66	11.98
1957	23.07	28.17	28.17	28.17	28.17	28.17	27.86	27.56	25.35	18.86	16.36	19.45
1958	23.48	27.84	28.17	28.17	28.17	28.17	27.47	26.22	19.30	11.77	8.27	10.25
1959	13.95	18.20	22.34	26.46	28.17	28.17	27.80	27.48	22.24	15.24	12.71	14.43
1960	17.31	21.66	25.82	28.17	28.17	27.11	27.37	26.89	24.55	19.21	13.19	16.62
1961	20.53	24.92	28.17	28.17	28.17	28.17	27.80	27.48	21.01	12.79	6.55	10.17
1962	14.16	18.61	22.67	26.70	28.17	28.17	27.14	26.12	20.59	13.07	9.33	11.15
1963	14.27	18.43	22.72	26.97	28.17	28.17	27.80	27.52	26.46	25.47	27.50	28.17
1964	28.17	28.17	28.17	28.17	28.17	28.17	26.95	24.03	18.28	11.26	11.17	14.74
1965	18.83	22.85	27.51	28.17	28.17	28.17	28.14	27.83	26.91	26.54	28.01	28.17
1966	28.17	28.17	28.17	28.17	28.17	28.17	27.80	27.20	24.90	22.45	22.91	26.30
1967	28.17	28.17	28.17	28.17	28.17	28.17	27.05	22.60	14.43	6.44	1.42	2.44
1968	4.83	7.81	10.98	14.06	16.47	13.88	6.32	1.80	1.42	1.36	1.33	1.42
1969	2.86	5.64	8.27	11.03	12.64	11.54	11.41	8.36	1.42	1.36	1.33	1.63
1970	4.09	7.90	11.82	15.89	18.34	20.05	19.90	19.43	11.43	3.47	1.42	2.63
1971	4.97	8.70	12.79	16.91	20.30	21.91	21.68	16.98	8.65	1.42	1.37	2.19
1972	4.33	8.99	13.23	18.11	22.40	25.00	25.41	26.53	25.84	26.31	27.73	28.17
1973	28.17	28.17	28.17	28.17	28.17	28.17	27.50	26.76	22.89	15.13	10.99	12.89
1974	16.27	20.72	24.84	28.17	28.17	28.17	27.68	27.03	23.30	15.92	13.38	15.51
1975	18.72	22.73	26.77	28.17	28.17	28.17	27.15	26.12	17.99	10.12	5.07	6.16
1976	8.67	12.77	16.48	20.37	21.89	22.79	23.35	23.45	15.34	7.41	1.87	3.10
1977	6.32	10.76	16.02	20.14	23.98	26.70	27.19	27.21	25.70	25.32	27.24	28.17
1978	28.17	28.17	28.17	28.17	28.17	28.17	27.80	27.48	25.41	25.24	27.22	28.17
1979	28.17	28.17	28.17	28.17	28.17	28.17	26.80	25.62	17.79	10.05	8.24	11.86
1980	15.97	20.48	25.07	28.17	28.17	28.17	27.88	27.55	25.77	25.35	26.95	28.17
1981	28.17	28.17	28.17	28.17	28.17	28.17	25.71	21.07	12.76	4.81	1.42	2.92
1982	11.41	21.80	28.17	28.17	28.17	28.17	27.80	27.48	26.33	26.39	27.90	28.17
1983	28.17	28.17	28.17	28.17	28.17	28.17	27.80	27.48	25.66	24.58	26.55	28.17
1984	28.17	28.17	28.17	28.17	28.17	28.17	28.10	27.61	26.69	25.96	27.79	28.17
1985	28.17	28.17	28.17	28.17	28.17	28.17	26.94	22.40	14.16	6.25	1.81	3.45
1986	7.14	11.35	15.50	19.59	23.26	25.76	26.42	26.58	24.47	22.52	24.12	27.67
1987	28.17	28.17	28.17	28.17	28.17	28.17	28.17	27.97	27.13	27.21	28.17	28.17
1988	28.17	28.17	28.17	28.17	28.17	28.17	26.90	22.39	14.21	6.29	1.44	2.89
1989	6.79	10.86	14.95	19.29	23.04	25.57	26.05	25.70	20.59	14.46	13.82	17.16

INGENDESA

CUADRO N° 36

VOLUMEN ENTREGADO POR VALVULA Y/O VERTEDERO DEL EMBALSE CORRALES. SISTEMA DE RIEGO B
MILLONES DE m3

AÑO	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	TOTAL
1950	0.03	0.03	0.03	0.05	0.47	1.79	2.69	2.38	6.53	5.48	3.83	0.30	23.60
1951	0.03	0.03	0.03	0.82	3.72	3.92	4.80	4.69	6.27	6.51	4.19	0.41	35.39
1952	0.03	0.03	0.03	0.05	2.07	3.94	4.45	4.43	5.99	6.28	3.62	0.30	31.20
1953	0.03	0.03	0.03	7.95	5.67	4.45	4.29	4.10	4.62	3.32	2.38	3.73	40.59
1954	4.09	4.18	4.15	4.08	4.01	3.92	4.17	4.03	4.61	3.97	1.12	1.83	44.16
1955	4.16	4.03	4.07	4.10	4.03	4.01	4.17	4.03	5.39	4.52	2.57	0.30	45.38
1956	0.03	3.06	4.17	4.22	4.07	3.92	4.17	4.06	6.09	6.39	3.63	0.30	44.10
1957	0.03	1.69	5.70	4.77	4.51	4.18	4.28	4.13	5.84	5.92	3.64	0.36	45.05
1958	0.03	0.03	3.77	4.22	4.02	3.92	4.50	4.62	6.29	6.96	3.97	0.39	42.72
1959	0.03	0.03	0.03	0.05	2.30	3.94	4.17	4.03	5.85	6.40	3.66	0.37	30.84
1960	0.03	0.03	0.03	1.79	2.88	1.98	3.54	4.19	5.90	5.86	5.56	0.38	32.15
1961	0.03	0.03	0.83	4.25	4.07	3.99	4.17	4.03	5.83	7.63	5.86	0.30	41.02
1962	0.03	0.03	0.03	0.05	2.55	4.13	4.83	4.74	6.32	6.94	4.12	0.49	34.24
1963	0.03	0.03	0.03	0.05	4.04	4.32	4.37	4.08	4.67	4.58	1.65	3.04	30.89
1964	3.90	4.21	4.08	4.21	4.01	3.92	5.01	4.03	6.40	6.47	3.85	0.36	50.45
1965	0.03	0.03	0.03	16.51	8.99	6.03	4.86	4.60	4.83	4.18	2.35	3.76	56.18
1966	3.99	4.52	4.39	4.14	4.04	3.94	4.18	4.34	5.87	5.63	3.23	0.30	48.58
1967	2.00	4.11	4.17	4.06	4.04	3.96	4.91	3.97	7.58	7.50	4.76	0.57	51.62
1968	0.03	0.03	0.03	0.05	0.41	2.37	7.27	4.30	0.27	0.00	0.00	0.40	15.14
1969	0.03	0.03	0.03	0.05	0.46	2.35	4.07	4.26	6.59	0.00	0.00	0.75	18.61
1970	0.03	0.03	0.03	0.05	0.53	2.30	4.01	4.25	7.51	7.53	1.88	0.63	28.78
1971	0.03	0.03	0.03	0.05	0.58	2.35	4.07	4.26	7.82	6.85	0.00	0.58	26.65
1972	0.03	0.03	0.03	0.05	0.41	1.78	3.73	2.82	4.41	3.20	2.31	3.30	22.09
1973	4.04	4.13	4.30	4.04	2.86	3.99	4.46	4.45	6.20	7.15	4.28	0.49	50.38
1974	0.03	0.03	0.03	0.72	4.05	3.97	4.33	4.36	6.11	6.76	3.92	0.46	34.76
1975	0.03	0.03	0.03	2.78	4.01	3.96	4.84	4.74	7.50	7.33	4.71	0.50	40.45
1976	0.03	0.03	0.03	0.05	0.56	1.97	3.39	3.65	7.51	7.42	5.26	0.50	30.38
1977	0.03	0.03	0.03	0.05	0.41	1.22	3.31	3.69	5.08	4.15	1.74	2.92	22.65
1978	4.71	4.61	5.41	4.15	4.25	3.92	4.17	4.03	5.63	3.98	1.69	2.75	49.28
1979	3.92	4.08	4.14	4.07	4.18	3.96	5.16	4.90	7.21	7.19	4.15	0.30	53.27
1980	0.03	0.03	0.03	1.49	5.08	4.09	4.33	4.12	5.40	4.02	2.09	2.51	33.22
1981	4.16	4.10	4.11	4.09	4.01	4.02	5.69	4.18	7.75	7.50	3.25	0.58	53.42
1982	0.03	0.03	0.87	5.35	6.13	5.04	4.17	4.03	4.75	3.48	2.15	3.47	39.48
1983	4.17	4.18	4.49	4.07	4.09	3.92	4.17	4.03	5.37	4.72	1.70	2.81	47.72
1984	6.81	4.09	13.24	7.12	4.01	4.28	4.77	4.20	4.66	4.39	2.13	3.32	63.03
1985	3.96	3.97	4.22	4.09	4.01	3.93	5.04	4.06	7.66	7.44	4.37	0.50	53.24
1986	0.03	0.03	0.03	0.05	0.41	1.57	3.16	3.57	5.68	5.52	2.15	0.30	22.48
1987	3.93	4.15	5.91	25.57	11.86	7.35	5.49	4.88	4.99	3.91	2.97	3.69	84.70
1988	3.90	3.97	4.04	4.19	4.07	3.94	5.08	4.03	7.59	7.44	4.60	0.45	53.31
1989	0.03	0.03	0.03	0.05	0.41	1.47	3.36	4.09	6.20	5.88	3.83	0.40	25.77

I N G E N D E S A

CUADRO N° 37

VOLUMEN ENTREGADO POR VALVULA EMBALSE CORRALES. SISTEMA DE RIEGO B
MILLONES DE m3

AÑO	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	TOTAL
1950	0.03	0.03	0.03	0.05	0.47	1.79	2.69	2.38	6.53	5.48	3.83	0.30	23.60
1951	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	1.03	2.37	6.27	6.51	4.19	0.41	20.95
1952	0.03	0.03	0.03	0.05	0.03	0.03	0.68	1.40	5.99	6.28	3.62	0.30	18.45
1953	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.34	0.66	1.70	1.46	0.18	0.03	4.52
1954	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.40	0.72	1.78	3.97	1.12	0.03	8.17
1955	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.40	0.72	4.29	4.52	2.57	0.30	12.96
1956	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.40	1.65	6.09	6.39	3.63	0.30	18.63
1957	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.34	0.64	2.85	5.92	3.64	0.36	13.90
1958	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.73	1.98	6.29	6.96	3.97	0.39	20.49
1959	0.03	0.03	0.03	0.05	0.03	0.03	0.40	0.72	5.85	6.40	3.66	0.37	17.58
1960	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	1.09	0.83	1.31	3.65	5.86	5.56	0.38	18.80
1961	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.40	0.72	5.83	7.63	5.86	0.30	20.90
1962	0.03	0.03	0.03	0.05	0.03	0.03	1.06	2.08	6.32	6.94	4.12	0.49	21.20
1963	0.03	0.03	0.03	0.05	0.03	0.03	0.40	0.68	1.74	2.73	0.70	0.03	6.46
1964	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	1.25	4.03	6.40	6.47	3.85	0.36	22.52
1965	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.06	0.37	1.29	1.66	0.19	0.03	3.75
1966	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.40	1.00	3.30	5.63	3.23	0.30	14.02
1967	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	1.15	3.97	7.58	7.50	4.76	0.57	25.69
1968	0.03	0.03	0.03	0.05	0.41	2.37	7.27	4.30	0.27	0.00	0.00	0.40	15.14
1969	0.03	0.03	0.03	0.05	0.46	2.35	4.07	4.26	6.59	0.00	0.00	0.75	18.61
1970	0.03	0.03	0.03	0.05	0.53	2.30	4.01	4.25	7.51	7.53	1.88	0.63	28.78
1971	0.03	0.03	0.03	0.05	0.58	2.35	4.07	4.26	7.82	6.85	0.00	0.58	26.65
1972	0.03	0.03	0.03	0.05	0.41	1.78	2.79	1.67	2.36	1.89	0.47	0.03	11.54
1973	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.70	1.44	5.31	7.15	4.28	0.49	19.53
1974	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.52	1.17	4.90	6.76	3.92	0.46	17.89
1975	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	1.05	2.08	7.50	7.33	4.71	0.50	23.33
1976	0.03	0.03	0.03	0.05	0.56	1.97	3.39	3.65	7.51	7.42	5.26	0.50	30.38
1977	0.03	0.03	0.03	0.05	0.41	1.22	1.01	0.99	2.50	2.88	0.96	0.03	10.12
1978	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.40	0.72	2.79	2.96	0.98	0.03	8.04
1979	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	1.40	2.58	7.21	7.19	4.15	0.30	23.00
1980	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.32	0.65	2.43	2.85	1.25	0.03	7.69
1981	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	2.49	4.18	7.75	7.50	3.25	0.58	25.89
1982	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.40	0.72	1.87	1.81	0.30	0.03	5.29
1983	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.40	0.72	2.54	3.62	1.65	0.03	9.11
1984	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.10	0.59	1.51	2.24	0.41	0.03	5.03
1985	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	1.26	4.06	7.66	7.44	4.37	0.50	25.44
1986	0.03	0.03	0.03	0.05	0.41	1.57	1.78	1.62	3.73	5.52	2.15	0.30	17.20
1987	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.23	1.07	0.99	0.03	0.03	2.53
1988	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	1.30	4.03	7.59	7.44	4.60	0.45	25.58
1989	0.03	0.03	0.03	0.05	0.41	1.47	2.15	2.50	6.20	5.88	3.83	0.40	22.97

INGENDESA

CUADRO Nº 38

CAUDAL MEDIO MENSUAL CANAL MATRIZ CORRALES TRAMO 1. SISTEMA DE RIEGO B
MILLONES DE m3

AÑO	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	PROM
1950	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.7	1.0	0.9	2.4	2.3	1.4	0.1	0.8
1951	0.0	0.0	0.0	0.3	1.4	1.5	1.9	1.8	2.3	2.7	1.6	0.2	1.1
1952	0.0	0.0	0.0	0.0	0.8	1.5	1.7	1.7	2.2	2.6	1.4	0.1	1.0
1953	0.0	0.0	0.0	2.9	2.2	1.7	1.7	1.5	1.7	1.4	0.9	1.4	1.3
1954	1.5	1.6	1.6	1.5	1.5	1.5	1.6	1.5	1.7	1.6	0.4	0.7	1.4
1955	1.6	1.6	1.5	1.5	1.6	1.5	1.6	1.5	2.0	1.9	1.0	0.1	1.4
1956	0.0	1.2	1.6	1.6	1.6	1.5	1.6	1.5	2.3	2.6	1.4	0.1	1.4
1957	0.0	0.7	2.1	1.8	1.7	1.6	1.7	1.5	2.2	2.4	1.4	0.1	1.4
1958	0.0	0.0	1.4	1.6	1.6	1.5	1.7	1.7	2.3	2.9	1.5	0.1	1.4
1959	0.0	0.0	0.0	0.0	0.9	1.5	1.6	1.5	2.2	2.6	1.4	0.1	1.0
1960	0.0	0.0	0.0	0.7	1.1	0.7	1.4	1.6	2.2	2.4	2.1	0.1	1.0
1961	0.0	0.0	0.3	1.6	1.6	1.5	1.6	1.5	2.2	2.9	2.2	0.1	1.3
1962	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	1.5	1.9	1.8	2.4	2.9	1.5	0.2	1.1
1963	0.0	0.0	0.0	0.0	1.6	1.6	1.7	1.5	1.7	1.9	0.6	1.2	1.0
1964	1.5	1.6	1.5	1.6	1.5	1.5	1.9	1.5	2.4	2.7	1.4	0.1	1.6
1965	0.0	0.0	0.0	2.9	2.9	2.3	1.9	1.7	1.8	1.7	0.9	1.5	1.5
1966	1.5	1.7	1.6	1.5	1.6	1.5	1.6	1.6	2.2	2.3	1.2	0.1	1.5
1967	0.7	1.6	1.6	1.5	1.6	1.5	1.9	1.5	2.8	2.9	1.8	0.2	1.6
1968	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.9	2.8	1.6	0.1	0.0	0.0	0.2	0.5
1969	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.9	1.6	1.6	2.5	0.0	0.0	0.3	0.6
1970	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.9	1.5	1.6	2.8	2.9	0.7	0.2	0.9
1971	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.9	1.6	1.6	2.9	2.8	0.0	0.2	0.9
1972	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.7	1.4	1.1	1.6	1.3	0.9	1.3	0.7
1973	1.5	1.6	1.6	1.5	1.1	1.5	1.7	1.7	2.3	2.9	1.6	0.2	1.6
1974	0.0	0.0	0.0	0.3	1.6	1.5	1.7	1.6	2.3	2.8	1.5	0.2	1.1
1975	0.0	0.0	0.0	1.0	1.5	1.5	1.9	1.8	2.8	2.9	1.8	0.2	1.3
1976	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.7	1.3	1.4	2.8	2.9	2.0	0.2	1.0
1977	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.5	1.3	1.4	1.9	1.7	0.6	1.1	0.7
1978	1.8	1.8	2.0	1.5	1.6	1.5	1.6	1.5	2.1	1.6	0.6	1.1	1.6
1979	1.5	1.6	1.5	1.5	1.6	1.5	2.0	1.8	2.7	2.9	1.5	0.1	1.7
1980	0.0	0.0	0.0	0.6	2.0	1.5	1.7	1.5	2.0	1.7	0.8	1.0	1.1
1981	1.6	1.6	1.5	1.5	1.5	1.5	2.2	1.6	2.9	2.9	1.2	0.2	1.7
1982	0.0	0.0	0.3	2.0	2.4	1.9	1.6	1.5	1.8	1.4	0.8	1.3	1.3
1983	1.6	1.6	1.7	1.5	1.6	1.5	1.6	1.5	2.0	2.0	0.6	1.1	1.5
1984	2.5	1.6	2.9	2.7	1.5	1.6	1.8	1.6	1.7	1.8	0.8	1.3	1.8
1985	1.5	1.5	1.6	1.5	1.5	1.5	1.9	1.5	2.9	2.9	1.6	0.2	1.7
1986	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.6	1.2	1.3	2.1	2.3	0.8	0.1	0.7
1987	1.5	1.6	2.2	2.9	2.9	2.7	2.1	1.8	1.9	1.6	1.1	1.4	2.0
1988	1.5	1.5	1.5	1.6	1.6	1.5	2.0	1.5	2.8	2.9	1.7	0.2	1.7
1989	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.5	1.3	1.5	2.3	2.4	1.4	0.2	0.8

I N G E N D E S A

CUADRO N°39

VOLUMEN AFLUENTE EMBALSE CERRILLOS. SISTEMA DE RIEGO B
MILLONES DE m3

AÑO	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	TOTAL
1950	9.68	10.41	11.65	17.00	12.54	20.69	35.41	42.61	14.16	8.77	1.61	1.89	186.41
1951	5.65	9.86	16.70	19.43	12.70	28.09	25.72	19.27	15.21	8.32	1.65	0.93	163.51
1952	5.06	8.32	12.81	16.02	16.35	25.62	23.71	27.22	15.22	8.21	1.64	1.52	161.69
1953	6.41	12.55	13.27	42.08	56.42	97.75	157.52	145.32	75.31	13.83	18.31	12.46	651.24
1954	23.51	29.96	29.41	30.70	20.18	30.81	54.42	38.59	100.01	9.33	3.58	6.45	376.94
1955	19.15	23.94	25.71	20.53	14.22	21.38	43.74	23.36	15.38	8.86	2.07	2.79	221.15
1956	6.98	10.46	18.11	26.77	15.96	23.01	27.48	19.39	14.51	8.00	1.61	1.25	173.53
1957	37.51	16.00	21.98	25.31	20.00	40.17	54.22	46.08	16.10	8.62	1.67	1.16	288.81
1958	6.20	19.26	14.02	21.85	13.72	29.00	24.51	19.44	14.62	7.96	1.64	1.06	173.29
1959	5.07	7.27	10.70	18.08	15.24	36.03	35.41	27.44	15.31	8.13	1.64	0.96	181.27
1960	4.76	6.21	8.92	15.22	12.02	10.48	66.82	42.60	15.37	8.73	1.54	1.48	194.13
1961	6.06	16.71	17.75	30.31	33.69	76.27	109.33	73.45	14.18	7.72	1.56	1.67	388.71
1962	6.43	16.83	13.01	16.02	12.32	23.01	38.27	21.95	15.33	7.98	1.66	0.98	173.79
1963	4.74	6.27	12.92	18.84	46.70	47.86	58.76	368.96	112.39	11.63	10.82	5.17	705.07
1964	10.94	22.06	20.05	19.35	15.38	16.17	13.66	19.17	15.27	8.34	1.67	4.07	166.12
1965	8.13	6.25	22.56	118.94	79.34	96.07	137.69	117.41	69.07	21.51	5.27	7.02	689.26
1966	13.22	17.57	22.82	23.97	25.41	42.47	63.97	55.92	20.97	8.77	1.67	1.56	298.33
1967	7.85	11.16	15.00	16.18	12.99	15.42	7.56	18.90	13.75	7.72	1.47	0.82	128.82
1968	4.18	3.14	7.37	13.00	10.83	9.41	6.11	16.82	11.83	6.09	0.48	0.57	89.83
1969	3.87	3.61	7.04	12.99	10.48	10.28	8.90	19.04	13.38	6.37	0.67	0.72	97.35
1970	4.80	3.01	8.26	13.38	10.77	12.13	32.02	22.07	13.94	7.76	1.08	0.90	130.13
1971	4.10	3.89	7.64	13.85	10.77	15.34	13.33	17.71	13.72	7.56	0.77	0.77	109.43
1972	4.10	16.04	14.22	32.40	28.43	20.72	23.28	215.55	146.00	37.30	2.46	5.41	545.91
1973	12.44	13.18	17.89	31.04	12.29	21.54	36.32	28.09	15.20	7.83	1.66	1.00	198.48
1974	4.99	9.68	12.49	15.90	13.19	34.10	42.70	30.73	15.19	8.15	1.66	1.09	189.87
1975	4.71	5.07	10.53	17.90	14.31	18.58	18.20	19.69	13.82	7.78	1.63	0.84	133.05
1976	4.45	3.70	7.12	13.06	10.65	10.67	24.56	19.36	13.75	7.73	1.60	1.06	117.70
1977	6.68	4.93	17.49	19.22	37.01	58.03	109.44	117.47	40.53	14.92	2.90	4.08	432.69
1978	14.38	13.38	28.73	25.37	23.47	50.23	123.56	162.93	68.67	19.04	4.50	5.20	539.44
1979	13.11	12.33	15.26	17.95	13.90	21.73	12.92	21.66	14.17	7.93	1.69	6.86	159.50
1980	14.79	12.93	17.32	24.37	24.68	41.60	83.33	84.66	27.10	9.86	1.99	3.79	346.44
1981	13.13	14.00	16.23	18.55	13.25	11.66	6.76	17.21	13.73	7.74	1.39	0.89	134.54
1982	22.74	31.38	38.68	43.49	47.71	69.61	126.89	203.17	137.42	46.95	15.19	10.24	793.48
1983	18.01	17.00	26.72	27.42	20.82	66.22	97.73	69.17	25.39	9.39	2.32	4.71	384.90
1984	24.60	11.33	68.61	37.54	31.15	133.16	134.82	142.02	82.66	18.67	8.18	7.14	699.89
1985	13.89	13.53	18.03	18.66	13.37	11.76	9.91	17.03	13.72	7.73	1.65	0.98	140.26
1986	5.55	11.03	12.30	16.76	13.62	32.26	61.00	79.74	28.78	8.92	2.10	2.27	274.32
1987	12.84	19.25	47.31	155.89	86.96	109.96	221.00	273.55	200.99	70.42	32.08	17.06	1247.31
1988	20.94	18.30	19.52	21.65	14.26	14.52	7.18	17.01	13.74	7.69	1.62	0.87	157.30
1989	4.82	4.13	8.52	18.64	16.77	50.23	58.96	27.71	15.26	8.73	1.66	1.18	216.60

I N G E N D E S A

CUADRO N° 40

VOLUMEN EMBALSE CERRILLOS AL FIN DE MES. SISTEMA DE RIEGO B
MILLONES DE m3

AÑO	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR
1950	9.68	20.09	31.70	48.59	55.91	62.62	80.05	105.94	88.43	67.71	52.81	42.81
1951	48.29	58.00	74.57	93.84	101.97	115.77	116.42	108.17	90.14	67.10	51.09	36.71
1952	41.62	49.81	62.51	78.36	91.28	103.94	105.66	108.13	91.05	69.21	54.09	42.58
1953	48.82	61.23	74.37	116.29	129.70	129.70	129.50	129.20	128.59	125.90	129.60	129.70
1954	129.70	129.70	129.70	129.70	129.70	129.70	129.43	129.16	128.56	119.22	119.14	124.31
1955	129.70	129.70	129.70	129.70	129.70	129.70	129.43	127.49	109.96	95.72	89.37	85.86
1956	92.54	102.76	120.67	129.70	129.70	129.70	129.43	121.43	102.20	80.74	66.06	54.42
1957	91.73	107.49	129.26	129.70	129.70	129.70	129.50	129.22	110.62	88.77	73.41	59.97
1958	65.94	85.01	98.86	120.52	128.38	129.70	127.03	117.65	97.80	74.27	58.56	44.89
1959	49.78	56.90	67.48	85.38	95.39	125.98	129.43	129.09	108.92	86.82	71.52	57.41
1960	61.95	67.98	76.75	91.81	99.11	96.40	115.48	128.19	108.67	86.34	70.30	56.98
1961	62.83	79.36	96.95	127.07	129.70	129.70	129.43	129.16	112.40	88.27	71.68	59.56
1962	65.76	82.41	95.25	111.05	117.80	124.59	129.43	121.24	100.98	77.46	61.38	46.54
1963	51.11	57.23	70.02	88.67	129.70	129.70	129.51	129.19	128.59	108.52	106.18	101.10
1964	111.71	129.70	129.70	129.70	129.70	127.65	115.47	106.15	87.95	64.93	49.08	39.12
1965	47.10	53.20	75.64	129.70	129.70	129.70	129.70	129.48	128.78	119.79	112.36	108.86
1966	121.73	129.70	129.70	129.70	129.70	129.70	129.44	129.17	114.22	92.72	77.50	64.96
1967	72.57	83.53	98.35	114.34	122.07	122.49	105.62	97.86	78.17	54.25	37.87	22.85
1968	26.86	29.92	37.22	50.09	55.68	48.66	28.53	18.56	18.56	18.56	18.56	18.56
1969	22.24	25.79	32.77	45.64	49.70	43.66	27.38	19.74	18.56	18.56	18.56	18.56
1970	23.26	26.20	34.41	47.68	51.89	47.92	54.88	50.16	30.92	18.56	18.56	18.56
1971	22.31	26.13	33.72	47.45	51.62	50.62	38.74	29.64	18.56	18.56	18.56	18.56
1972	22.47	38.45	52.57	84.82	111.77	118.14	116.17	128.46	128.30	128.44	121.21	118.79
1973	129.70	129.70	129.70	129.70	129.70	129.70	129.43	127.28	106.30	82.58	66.24	51.38
1974	56.17	65.68	78.03	93.77	101.10	118.44	129.45	129.07	108.11	84.65	68.67	54.31
1975	58.76	63.66	74.05	91.80	101.22	105.62	100.45	94.32	74.70	50.93	34.77	19.93
1976	24.32	27.95	35.00	47.94	52.79	48.59	50.38	44.44	25.18	18.56	18.56	18.56
1977	25.19	30.05	47.46	66.53	103.09	125.91	128.95	128.96	128.47	111.98	99.01	89.91
1978	103.98	117.09	129.70	129.70	129.70	129.70	129.43	129.16	128.56	115.74	105.13	97.19
1979	109.97	122.03	129.70	129.70	129.70	129.70	116.24	109.68	90.25	66.53	50.22	44.69
1980	59.31	72.07	89.24	113.43	129.70	129.70	129.53	129.21	121.38	102.06	88.12	79.93
1981	92.78	106.53	122.55	129.70	129.70	124.26	105.02	95.27	75.48	51.60	35.42	20.47
1982	43.15	74.40	112.92	129.70	129.70	129.70	129.43	129.16	128.57	128.56	128.17	124.92
1983	129.70	129.70	129.70	129.70	129.70	129.70	129.43	129.16	119.98	100.11	86.14	79.13
1984	103.46	114.52	129.70	129.70	129.70	129.70	129.70	129.26	128.66	115.63	109.10	103.87
1985	117.42	129.70	129.70	129.70	129.70	124.51	109.84	100.00	80.22	56.36	40.25	25.88
1986	31.33	42.26	54.47	71.07	80.94	101.00	112.16	128.72	120.81	99.11	84.71	73.29
1987	85.87	104.89	129.70	129.70	129.70	129.70	129.70	129.64	128.91	128.96	129.70	129.70
1988	129.70	129.70	129.70	129.70	129.70	126.62	108.73	98.90	79.17	55.34	39.28	24.64
1989	29.37	33.41	41.85	60.36	73.31	111.97	128.59	125.73	104.75	82.36	66.65	52.67

INGENDESA

CUADRO N° 41

VOLUMEN ENTREGADO POR VALVULA Y/O VERTEDERO DEL EMBALSE CERRILLOS. SISTEMA DE RIEGO B
MILLONES DE m3

AÑO	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	TOTAL
1950	0.00	0.00	0.00	0.04	5.10	13.78	17.66	16.26	30.93	28.82	16.05	11.55	140.19
1951	0.00	0.00	0.00	0.00	4.37	13.98	24.57	26.91	32.49	30.68	17.20	14.98	165.18
1952	0.00	0.00	0.00	0.04	3.24	12.67	21.53	24.19	31.54	29.36	16.29	12.68	151.55
1953	0.00	0.00	0.00	0.00	42.77	97.38	157.18	144.97	75.08	15.64	13.88	11.69	558.58
1954	23.11	29.64	29.17	30.46	19.93	30.44	54.14	38.22	99.76	17.79	2.95	0.64	376.27
1955	13.38	23.63	25.48	20.30	13.97	21.00	43.47	24.66	32.07	22.31	7.82	5.79	253.88
1956	0.00	0.00	0.00	17.52	15.71	22.63	27.20	26.74	32.92	28.71	15.76	12.49	199.68
1957	0.00	0.00	0.00	24.63	19.75	39.79	53.88	45.71	33.85	29.68	16.46	14.15	277.90
1958	0.00	0.00	0.00	0.00	5.62	27.31	26.64	28.18	33.67	30.77	16.85	14.36	183.41
1959	0.00	0.00	0.00	0.04	5.04	5.14	31.43	27.13	34.63	29.45	16.38	14.63	163.87
1960	0.00	0.00	0.00	0.00	4.52	12.88	47.30	29.29	34.05	30.28	17.01	14.37	189.70
1961	0.00	0.00	0.00	0.00	30.81	75.90	109.05	73.07	30.08	31.05	17.58	13.36	380.91
1962	0.00	0.00	0.00	0.04	5.34	15.87	32.90	29.50	34.77	30.76	17.23	15.43	181.84
1963	0.00	0.00	0.00	0.04	5.48	47.49	58.41	368.63	112.14	30.82	12.51	9.66	645.17
1964	0.00	3.79	19.81	19.11	15.13	17.84	25.31	27.89	32.73	30.68	17.07	13.71	223.09
1965	0.00	0.00	0.00	64.73	79.08	95.70	137.15	116.98	68.92	29.62	12.00	9.91	614.08
1966	0.00	9.30	22.58	23.74	25.16	42.10	63.69	55.55	35.06	29.47	16.31	13.63	336.58
1967	0.00	0.00	0.00	0.00	5.02	14.65	23.91	26.10	32.74	31.03	17.47	15.59	166.50
1968	0.10	0.00	0.00	0.04	5.12	16.23	25.99	26.61	11.72	5.97	0.38	0.48	92.64
1969	0.14	0.00	0.00	0.04	6.32	16.13	24.95	26.52	14.43	6.25	0.57	0.63	95.98
1970	0.05	0.00	0.00	0.04	6.44	15.92	24.81	26.45	32.76	19.85	0.98	0.81	128.12
1971	0.30	0.00	0.00	0.04	6.49	16.15	24.94	26.56	24.55	7.44	0.67	0.68	107.82
1972	0.14	0.00	0.00	0.04	1.29	14.02	24.73	202.66	145.31	36.28	8.95	7.19	440.62
1973	1.16	12.87	17.66	30.81	12.03	21.17	36.05	29.59	35.34	30.78	17.46	15.45	260.36
1974	0.00	0.00	0.00	0.00	5.66	16.44	31.19	30.47	35.29	30.84	17.09	15.03	182.00
1975	0.04	0.00	0.00	0.00	4.70	13.86	22.90	25.29	32.75	30.96	17.42	15.45	163.37
1976	0.00	0.00	0.00	0.04	5.68	14.68	22.51	24.99	32.63	14.15	1.50	0.97	117.15
1977	0.00	0.00	0.00	0.04	0.30	34.89	105.88	116.81	40.17	30.54	15.19	12.62	356.43
1978	0.00	0.00	15.90	25.13	23.22	49.85	123.29	162.55	68.42	30.98	14.42	12.56	526.31
1979	0.00	0.00	7.36	17.72	13.65	21.35	25.84	27.62	32.83	30.98	17.54	12.06	206.95
1980	0.00	0.00	0.00	0.00	8.19	41.23	82.96	84.32	34.09	28.33	15.30	11.48	305.90
1981	0.00	0.00	0.00	11.18	12.99	16.72	25.47	26.41	32.84	31.03	17.21	15.60	189.44
1982	0.00	0.00	0.00	26.50	47.46	69.24	126.62	202.80	137.16	46.08	14.84	12.83	683.51
1983	12.84	16.69	26.48	27.19	20.57	65.84	97.46	68.80	33.72	28.41	15.68	11.22	424.89
1984	0.00	0.00	53.22	37.31	30.90	132.79	134.29	141.81	82.41	30.82	14.03	11.78	669.33
1985	0.00	0.96	17.80	18.43	13.12	16.57	24.06	26.28	32.78	30.96	17.37	15.08	213.42
1986	0.00	0.00	0.00	0.04	3.58	11.93	49.39	62.60	35.84	29.78	15.88	13.19	222.23
1987	0.00	0.00	22.30	155.66	86.71	109.59	220.46	272.97	200.86	69.49	30.60	16.38	1185.01
1988	20.55	17.99	19.28	21.41	14.01	17.22	24.54	26.27	32.76	30.90	17.29	15.25	257.48
1989	0.00	0.00	0.00	0.04	3.68	11.32	41.86	29.93	35.39	30.36	16.83	14.75	184.15

INGENDESA

CUADRO Nº 42

VOLUMEN ENTREGADO POR VALVULA EMBALSE CERRILLOS. SISTEMA DE RIEGO B
MILLONES DE m3

AÑO	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	TOTAL
1950	0.00	0.00	0.00	0.04	5.10	13.78	17.66	16.26	30.93	28.82	16.05	11.55	140.19
1951	0.00	0.00	0.00	0.00	4.37	13.93	13.28	21.53	32.49	30.68	17.20	14.98	148.46
1952	0.00	0.00	0.00	0.04	3.24	12.67	21.53	21.57	31.54	29.36	16.29	12.68	148.93
1953	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20	0.50	1.11	3.80	0.10	0.00	5.71
1954	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.27	0.54	1.14	10.48	2.95	0.64	16.03
1955	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.27	2.21	19.74	22.31	7.82	5.79	58.15
1956	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.27	8.27	27.50	28.71	15.76	12.49	93.00
1957	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20	0.48	19.08	29.68	16.46	14.15	80.06
1958	0.00	0.00	0.00	0.00	1.32	0.00	2.67	12.05	31.90	30.77	16.85	14.36	109.92
1959	0.00	0.00	0.00	0.04	5.04	3.72	0.27	0.61	20.78	29.45	16.38	14.63	90.91
1960	0.00	0.00	0.00	0.00	4.52	12.88	14.22	1.51	21.03	30.28	17.01	14.37	115.82
1961	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.27	0.54	17.30	31.05	17.58	13.36	80.10
1962	0.00	0.00	0.00	0.04	5.34	5.11	0.27	8.46	28.72	30.76	17.23	15.43	111.35
1963	0.00	0.00	0.00	0.04	0.00	0.00	0.19	0.51	1.11	21.18	12.51	9.66	45.19
1964	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.05	14.23	23.55	32.73	30.68	17.07	13.71	134.03
1965	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.22	0.92	9.91	12.00	9.91	32.95
1966	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.26	0.53	15.48	29.47	16.31	13.63	75.67
1967	0.00	0.00	0.00	0.00	5.02	7.21	23.91	26.10	32.74	31.03	17.47	15.59	159.06
1968	0.10	0.00	0.00	0.04	5.12	16.23	25.99	26.61	11.72	5.97	0.38	0.48	92.64
1969	0.14	0.00	0.00	0.04	6.32	16.13	24.95	26.52	14.43	6.25	0.57	0.63	95.98
1970	0.05	0.00	0.00	0.04	6.44	15.92	24.81	26.45	32.76	19.85	0.98	0.81	128.12
1971	0.30	0.00	0.00	0.04	6.49	16.15	24.94	26.56	24.55	7.44	0.67	0.68	107.82
1972	0.14	0.00	0.00	0.04	1.29	11.56	13.53	1.24	1.40	1.26	8.49	7.19	46.14
1973	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.27	2.42	23.40	30.78	17.46	15.45	89.79
1974	0.00	0.00	0.00	0.00	5.66	11.26	0.25	0.63	21.59	30.84	17.09	15.03	102.35
1975	0.04	0.00	0.00	0.00	4.70	13.86	22.90	25.29	32.75	30.96	17.42	15.45	163.37
1976	0.00	0.00	0.00	0.04	5.68	14.68	22.51	24.99	32.63	14.15	1.50	0.97	117.15
1977	0.00	0.00	0.00	0.04	0.30	3.79	0.75	0.74	1.23	17.72	15.19	12.62	52.38
1978	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.27	0.54	1.14	13.96	14.42	12.56	42.89
1979	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	13.46	20.02	32.83	30.98	17.54	12.06	126.89
1980	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.17	0.49	8.32	27.64	15.30	11.48	63.40
1981	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5.44	24.68	26.41	32.84	31.03	17.21	15.60	153.19
1982	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.27	0.54	1.13	1.14	1.53	4.78	9.40
1983	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.27	0.54	9.72	28.41	15.68	11.22	65.84
1984	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.44	1.04	14.07	14.03	11.78	41.36
1985	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5.19	19.86	26.28	32.78	30.96	17.37	15.08	147.53
1986	0.00	0.00	0.00	0.04	3.58	11.93	17.54	0.98	8.89	29.78	15.88	13.19	101.81
1987	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.06	0.79	0.74	0.00	0.00	1.60
1988	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.08	20.97	26.27	32.76	30.90	17.29	15.25	146.53
1989	0.00	0.00	0.00	0.04	3.68	11.32	1.11	3.97	24.95	30.36	16.83	14.75	107.00

I N G E N D E S A

CUADRO N° 43

ENTREGA GRAVITACIONAL DEL EMBALSE CERRILLOS A CANAL CHOAPA PRIMERA SECCION. SISTEMA DE RIEGO B
CAUDALES MEDIOS MENSUALES (m3/s)

AÑO	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	PROM
1950-1951	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	11.0	0.0	0.0	0.0	0.9
1951-1952	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	8.4	9.5	11.6	0.0	0.0	0.0	2.5
1952-1953	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	8.8	11.2	0.0	0.0	0.0	1.7
1953-1954	0.0	0.0	0.0	0.0	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	4.6	4.2	3.6	6.2
1954-1955	7.0	9.0	8.9	9.3	6.1	9.3	12.5	11.4	12.5	5.6	0.8	0.2	7.7
1955-1956	4.1	7.2	7.8	6.2	4.3	6.4	12.5	7.5	10.7	7.7	0.0	0.0	6.2
1956-1957	0.0	0.0	0.0	5.3	4.8	6.9	8.2	8.5	11.4	0.0	0.0	0.0	3.8
1957-1958	0.0	0.0	0.0	7.5	6.0	12.1	12.5	12.5	11.4	10.4	0.0	0.0	6.0
1958-1959	0.0	0.0	0.0	0.0	1.8	8.3	8.2	9.2	12.0	0.0	0.0	0.0	3.3
1959-1960	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	9.5	8.0	11.4	10.2	0.0	0.0	3.3
1960-1961	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	8.7	11.5	10.5	0.0	0.0	2.6
1961-1962	0.0	0.0	0.0	0.0	9.4	12.5	12.5	12.5	9.7	10.7	0.0	0.0	5.6
1962-1963	0.0	0.0	0.0	0.0	2.0	5.2	9.9	9.4	12.1	0.0	0.0	0.0	3.2
1963-1964	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	12.5	12.5	12.5	12.5	10.6	4.6	3.7	5.7
1964-1965	0.0	1.2	6.0	5.8	4.6	5.6	8.7	9.7	11.7	0.0	0.0	0.0	4.4
1965-1966	0.0	0.0	0.0	0.0	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	9.5	4.5	3.8	6.7
1966-1967	0.0	2.8	6.9	7.2	7.7	12.5	12.5	12.5	11.4	10.3	0.0	0.0	7.0
1967-1968	0.0	0.0	0.0	0.0	1.9	5.0	8.5	9.3	0.0	0.0	0.0	0.0	2.1
1968-1969	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1969-1970	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1970-1971	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1971-1972	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1972-1973	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.8	8.1	12.5	12.5	10.5	3.1	2.7	4.5
1973-1974	0.4	3.9	5.4	9.4	3.7	6.4	10.8	8.9	11.9	10.6	0.0	0.0	6.0
1974-1975	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	9.4	9.0	11.8	10.7	0.0	0.0	3.4
1975-1976	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	8.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7
1976-1977	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1977-1978	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	12.5	12.5	11.7	10.2	5.3	0.0	4.3
1978-1979	0.0	0.0	4.8	7.7	7.1	12.5	12.5	12.5	12.5	10.0	5.2	0.0	7.1
1979-1980	0.0	0.0	2.2	5.4	4.2	6.5	8.8	9.6	11.7	0.0	0.0	0.0	4.0
1980-1981	0.0	0.0	0.0	0.0	2.5	12.5	12.5	12.5	10.6	10.1	0.0	0.0	5.1
1981-1982	0.0	0.0	0.0	3.4	4.0	5.5	8.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.8
1982-1983	0.0	0.0	0.0	8.1	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	4.6	4.3	7.7
1983-1984	3.9	5.1	8.1	8.3	6.3	12.5	12.5	12.5	10.6	10.1	0.0	0.0	7.5
1984-1985	0.0	0.0	12.5	11.4	9.4	12.5	12.5	12.5	12.5	10.1	5.2	4.5	8.6
1985-1986	0.0	0.3	5.4	5.6	4.0	5.4	8.7	9.4	0.0	0.0	0.0	0.0	3.2
1986-1987	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	12.5	11.1	10.4	0.0	0.0	2.8
1987-1988	0.0	0.0	0.0	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	9.3	5.0	8.5
1988-1989	6.3	5.5	5.9	6.5	4.3	5.5	8.8	9.4	0.0	0.0	0.0	0.0	4.3
1989-1990	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	12.2	9.0	12.0	0.0	0.0	0.0	2.8

I N G E N D E S A

CUADRO N° 44

ENTREGA MECANICA DEL EMBALSE CERRILLOS A CANAL CHOAPA PRIMERA SECCION. SISTEMA DE RIEGO B
CAUDALES MEDIOS MENSUALES (m3/s)

AÑO	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	PROM
1950-1951	0.0	0.0	0.0	0.0	1.8	4.9	6.1	5.6	0.0	10.0	5.3	4.3	3.2
1951-1952	0.0	0.0	0.0	0.0	1.7	5.3	0.0	0.0	0.0	10.6	5.7	5.3	2.4
1952-1953	0.0	0.0	0.0	0.0	1.2	4.8	7.8	0.0	0.0	10.2	5.4	4.7	2.8
1953-1954	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1954-1955	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1955-1956	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.6	2.1	0.4
1956-1957	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	9.9	5.2	4.5	1.6
1957-1958	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.6	5.1	0.9
1958-1959	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	10.6	5.6	5.2	1.8
1959-1960	0.0	0.0	0.0	0.0	1.9	1.4	0.0	0.0	0.0	0.0	5.4	5.2	1.2
1960-1961	0.0	0.0	0.0	0.0	1.7	4.7	5.3	0.0	0.0	0.0	5.6	5.2	1.9
1961-1962	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.8	4.9	0.9
1962-1963	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	10.6	5.7	5.5	1.8
1963-1964	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1964-1965	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	10.6	5.7	5.1	1.8
1965-1966	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1966-1967	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.4	4.9	0.9
1967-1968	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	11.7	10.7	5.8	5.5	2.8
1968-1969	0.0	0.0	0.0	0.0	1.8	5.8	8.9	9.5	4.2	2.1	0.1	0.2	2.7
1969-1970	0.1	0.0	0.0	0.0	2.3	5.8	8.8	9.5	5.2	2.2	0.2	0.2	2.8
1970-1971	0.0	0.0	0.0	0.0	2.3	5.7	8.8	9.5	11.7	6.8	0.3	0.3	3.8
1971-1972	0.1	0.0	0.0	0.0	2.4	5.8	8.8	9.5	8.8	2.6	0.2	0.2	3.2
1972-1973	0.1	0.0	0.0	0.0	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1973-1974	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.8	5.5	0.9
1974-1975	0.0	0.0	0.0	0.0	2.2	4.3	0.0	0.0	0.0	0.0	5.7	5.4	1.5
1975-1976	0.0	0.0	0.0	0.0	1.8	5.3	0.0	9.3	11.7	10.7	5.8	5.5	4.2
1976-1977	0.0	0.0	0.0	0.0	2.1	5.2	8.0	8.9	11.6	4.9	0.5	0.4	3.5
1977-1978	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.8	0.5
1978-1979	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.8	0.4
1979-1980	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	10.7	5.8	4.5	1.8
1980-1981	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.2	4.4	0.8
1981-1982	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	9.4	11.7	10.7	5.8	5.5	3.6
1982-1983	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1983-1984	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.3	4.3	0.8
1984-1985	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1985-1986	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	11.7	10.7	5.8	5.4	2.8
1986-1987	0.0	0.0	0.0	0.0	1.2	4.2	6.5	0.0	0.0	0.0	5.4	4.9	1.9
1987-1988	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1988-1989	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	11.7	10.6	5.7	5.4	2.8
1989-1990	0.0	0.0	0.0	0.0	1.3	4.0	0.0	0.0	0.0	10.6	5.6	5.3	2.2

INGENDESA

CUADRO N° 45

CANAL CHOAPA SEGUNDA SECCION TRAMO 1. SISTEMA DE RIEGO B
CAUDALES MEDIOS MENSUALES (m3/s)

AÑO	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	PROM
1950-1951	1.1	0.9	0.6	0.8	1.9	4.4	6.5	6.9	8.8	8.0	4.4	4.3	4.0
1951-1952	1.2	1.1	1.1	1.0	1.9	4.4	6.5	7.2	8.8	8.1	4.4	4.4	4.2
1952-1953	0.5	0.8	0.9	0.9	1.9	4.4	6.6	7.1	8.8	8.0	4.4	4.3	4.1
1953-1954	1.0	1.4	1.1	2.5	9.4	9.4	9.4	9.4	9.4	7.7	4.6	5.3	5.9
1954-1955	8.0	6.7	6.5	6.8	5.6	8.2	9.4	9.4	9.4	7.9	4.2	4.5	7.2
1955-1956	7.6	6.2	6.2	4.4	3.8	5.9	9.4	6.8	8.8	7.9	4.2	4.2	6.3
1956-1957	2.1	1.4	1.6	5.0	4.8	6.3	6.9	6.9	9.0	8.0	4.4	4.3	5.1
1957-1958	3.6	1.3	1.1	4.7	5.0	9.0	9.4	9.4	8.7	8.0	4.4	4.4	5.8
1958-1959	0.7	1.5	0.6	1.0	1.8	6.3	6.4	7.0	9.1	8.1	4.4	4.4	4.3
1959-1960	0.6	0.7	0.4	0.6	1.9	4.2	8.1	6.9	8.9	8.0	4.4	4.4	4.1
1960-1961	0.5	0.6	0.6	0.9	1.9	4.3	6.5	6.8	8.8	8.0	4.4	4.4	4.0
1961-1962	0.5	1.3	1.0	1.5	8.5	9.4	9.4	9.4	8.8	8.1	4.4	4.3	5.5
1962-1963	0.6	0.9	0.7	0.8	1.9	4.2	7.0	6.9	9.1	8.1	4.4	4.4	4.1
1963-1964	0.5	0.6	0.7	1.1	2.8	9.4	9.0	9.4	9.4	8.1	4.3	4.3	5.0
1964-1965	1.5	2.2	5.0	4.2	4.6	4.2	6.5	7.3	8.8	8.1	4.4	4.4	5.1
1965-1966	0.6	0.6	0.9	7.6	9.4	9.4	9.4	9.4	9.4	7.8	4.3	4.3	6.1
1966-1967	1.2	2.6	4.5	4.6	6.2	9.1	9.4	8.8	8.7	8.0	4.4	4.3	6.0
1967-1968	0.6	0.7	0.7	0.4	1.9	4.2	6.6	7.1	8.8	8.1	4.4	4.4	4.0
1968-1969	0.2	0.4	0.7	0.4	1.9	4.4	6.6	7.1	3.3	1.7	0.2	0.2	2.2
1969-1970	0.2	0.3	0.3	0.4	1.9	4.4	6.6	7.1	4.1	1.9	0.2	0.2	2.3
1970-1971	0.3	0.2	0.3	0.4	1.9	4.4	6.6	7.1	8.8	5.3	0.4	0.3	3.0
1971-1972	0.2	0.2	0.4	0.4	1.9	4.4	6.6	7.1	6.6	2.1	0.3	0.3	2.5
1972-1973	0.2	1.1	0.8	1.4	1.9	4.4	6.6	9.4	9.4	8.8	4.3	4.2	4.4
1973-1974	0.7	2.4	3.1	5.8	3.4	5.2	7.9	6.8	8.9	8.1	4.4	4.4	5.1
1974-1975	0.3	1.3	0.9	0.7	1.9	4.3	7.3	6.9	8.9	8.1	4.4	4.4	4.1
1975-1976	0.3	0.5	0.4	0.9	1.9	4.4	6.6	7.1	8.8	8.1	4.4	4.4	4.0
1976-1977	0.3	0.4	0.4	0.4	1.9	4.4	6.6	7.1	8.8	3.9	0.5	0.5	2.9
1977-1978	0.5	0.6	1.3	1.0	2.8	4.2	9.4	9.4	8.9	8.0	4.4	4.3	4.6
1978-1979	1.0	0.9	3.7	4.9	5.7	9.4	9.4	9.4	8.8	7.9	4.4	4.3	5.8
1979-1980	0.7	0.8	1.8	3.3	3.2	4.6	6.5	7.2	8.8	8.1	4.4	4.3	4.5
1980-1981	0.8	0.7	0.8	0.9	2.5	9.2	9.4	9.4	8.5	8.2	4.4	4.3	4.9
1981-1982	1.1	1.0	0.7	2.4	3.2	4.2	6.7	7.1	8.8	8.1	4.4	4.4	4.3
1982-1983	2.1	2.4	1.7	5.2	9.4	9.4	9.4	9.4	9.4	9.4	4.3	4.3	6.4
1983-1984	3.8	3.4	5.0	5.2	5.4	9.4	9.4	9.4	8.5	8.0	4.4	4.3	6.4
1984-1985	1.7	0.6	7.6	7.6	9.0	9.4	9.4	9.4	9.4	7.9	4.4	4.3	6.7
1985-1986	0.8	1.0	3.5	3.5	3.1	4.2	6.6	7.1	8.8	8.1	4.4	4.4	4.6
1986-1987	0.5	1.0	0.8	0.9	1.8	4.3	6.6	9.2	8.5	8.0	4.4	4.3	4.2
1987-1988	1.0	1.2	2.3	7.6	9.4	9.4	9.4	9.4	9.4	9.4	9.1	5.7	6.9
1988-1989	6.1	4.0	3.9	4.1	3.5	4.2	6.6	7.1	8.8	8.1	4.4	4.4	5.4
1989-1990	0.5	0.4	0.4	1.0	1.8	4.3	8.9	6.8	9.0	8.1	4.4	4.4	4.2

INGENDESA

CUADRO Nº 46

CANAL MINCHA. SISTEMA DE RIEGO B
CAUDALES MEDIOS MENSUALES (m3/s)

AÑO	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	PROM
1950-1951	0.8	0.7	0.5	0.6	1.6	3.5	5.2	5.4	6.9	6.3	3.5	3.7	3.2
1951-1952	0.9	0.9	0.9	0.8	1.6	3.6	5.2	5.7	6.9	6.4	3.6	3.8	3.3
1952-1953	0.4	0.7	0.7	0.7	1.5	3.5	5.3	5.6	6.9	6.3	3.5	3.7	3.3
1953-1954	0.8	1.2	0.9	2.3	7.4	7.4	7.4	7.4	7.4	5.9	3.4	3.9	4.6
1954-1955	6.0	6.5	6.3	6.6	4.1	6.2	7.4	7.4	7.4	6.2	3.3	3.4	5.9
1955-1956	5.6	6.0	6.0	4.2	2.8	4.3	7.4	5.1	6.9	6.2	3.4	3.6	5.1
1956-1957	1.5	1.2	1.4	4.8	3.6	4.6	5.1	5.4	7.1	6.3	3.5	3.7	4.0
1957-1958	2.7	1.1	0.9	4.5	3.7	7.0	7.4	7.4	6.8	6.4	3.6	3.7	4.6
1958-1959	0.5	1.3	0.5	0.8	1.5	4.6	4.9	5.5	7.2	6.4	3.6	3.8	3.4
1959-1960	0.5	0.5	0.3	0.5	1.6	3.3	6.1	5.1	6.9	6.3	3.6	3.8	3.2
1960-1961	0.4	0.5	0.5	0.7	1.6	3.5	5.2	5.1	6.9	6.4	3.6	3.8	3.2
1961-1962	0.4	1.1	0.8	1.3	6.5	7.4	7.4	7.4	6.9	6.4	3.6	3.7	4.4
1962-1963	0.5	0.7	0.6	0.6	1.6	3.4	5.2	5.4	7.1	6.4	3.6	3.8	3.2
1963-1964	0.4	0.4	0.6	0.9	2.1	7.4	7.0	7.4	7.4	6.4	3.5	3.7	3.9
1964-1965	1.2	2.0	4.8	4.0	3.4	3.3	5.2	5.8	6.9	6.4	3.6	3.7	4.2
1965-1966	0.5	0.5	0.7	7.4	7.4	7.4	7.4	7.4	7.4	6.1	3.5	3.7	4.9
1966-1967	0.9	2.4	4.3	4.4	4.6	7.1	7.4	6.8	6.8	6.3	3.5	3.7	4.9
1967-1968	0.5	0.5	0.5	0.3	1.6	3.4	5.3	5.6	6.9	6.4	3.6	3.8	3.2
1968-1969	0.2	0.3	0.5	0.4	1.6	3.6	5.4	5.6	2.6	1.4	0.1	0.2	1.8
1969-1970	0.2	0.3	0.3	0.3	1.6	3.6	5.4	5.6	3.2	1.5	0.2	0.2	1.9
1970-1971	0.2	0.2	0.3	0.3	1.6	3.6	5.4	5.6	6.9	4.2	0.3	0.3	2.4
1971-1972	0.2	0.2	0.3	0.4	1.6	3.6	5.4	5.6	5.2	1.7	0.2	0.2	2.1
1972-1973	0.2	0.9	0.7	1.2	1.5	3.6	5.3	7.4	7.4	6.8	3.4	3.6	3.5
1973-1974	0.5	2.2	2.9	5.6	2.5	3.8	5.9	5.2	7.0	6.4	3.6	3.8	4.1
1974-1975	0.3	1.1	0.7	0.6	1.6	3.5	5.4	5.1	6.9	6.4	3.6	3.8	3.2
1975-1976	0.2	0.4	0.3	0.7	1.6	3.5	5.3	5.6	6.9	6.4	3.6	3.8	3.2
1976-1977	0.3	0.4	0.3	0.4	1.6	3.5	5.3	5.6	6.9	3.1	0.5	0.4	2.4
1977-1978	0.4	0.5	1.1	0.8	2.0	3.4	7.4	7.4	6.9	6.3	3.5	3.7	3.6
1978-1979	0.8	0.7	3.5	4.7	4.2	7.4	7.4	7.4	6.8	6.2	3.5	3.7	4.7
1979-1980	0.6	0.6	1.6	3.1	2.4	3.4	5.2	5.6	6.9	6.4	3.6	3.7	3.6
1980-1981	0.6	0.5	0.6	0.7	1.9	7.2	7.4	7.4	6.6	6.5	3.5	3.7	3.9
1981-1982	0.9	0.8	0.6	2.2	2.4	3.4	5.4	5.6	6.9	6.4	3.6	3.8	3.5
1982-1983	1.6	2.2	1.5	5.0	7.4	7.4	7.4	7.4	7.4	7.4	3.3	3.5	5.1
1983-1984	2.8	3.2	4.8	5.0	3.9	7.4	7.4	7.4	6.6	6.3	3.5	3.7	5.2
1984-1985	1.3	0.5	7.4	7.4	7.0	7.4	7.4	7.4	7.4	6.2	3.5	3.7	5.5
1985-1986	0.6	0.8	3.3	3.3	2.3	3.4	5.4	5.6	6.9	6.4	3.6	3.8	3.8
1986-1987	0.4	0.8	0.6	0.7	1.5	3.5	5.3	7.2	6.7	6.4	3.6	3.7	3.4
1987-1988	0.8	1.0	2.1	7.4	7.4	7.4	7.4	7.4	7.4	7.4	7.1	4.2	5.6
1988-1989	4.5	3.8	3.7	3.9	2.6	3.3	5.4	5.6	6.9	6.4	3.6	3.8	4.5
1989-1990	0.4	0.3	0.4	0.8	1.5	3.5	6.9	5.3	7.0	6.4	3.6	3.8	3.3

I N G E N D E S A

CUADRO Nº 47

CANAL COSTERO NORTE. SISTEMA DE RIEGO B
CAUDALES MEDIOS MENSUALES (m3/s)

AÑO	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	PROM
1950-1951	0.6	0.5	0.3	0.4	1.0	2.3	3.4	3.5	4.4	4.0	2.3	2.4	2.1
1951-1952	0.6	0.5	0.5	0.5	1.0	2.3	3.4	3.6	4.4	4.0	2.3	2.5	2.1
1952-1953	0.3	0.5	0.5	0.5	1.0	2.3	3.4	3.6	4.4	4.0	2.3	2.5	2.1
1953-1954	0.6	0.5	0.5	0.5	4.7	4.7	4.7	4.7	4.7	3.8	2.3	2.8	2.9
1954-1955	4.6	0.5	0.5	0.5	3.1	4.4	4.7	4.7	4.7	3.9	2.1	2.4	3.0
1955-1956	4.3	0.5	0.5	0.5	2.0	3.0	4.7	3.4	4.4	3.9	2.2	2.4	2.6
1956-1957	1.2	0.5	0.5	0.5	2.6	3.3	3.5	3.4	4.5	4.0	2.3	2.4	2.4
1957-1958	2.0	0.5	0.5	0.5	2.7	4.7	4.7	4.7	4.3	4.0	2.3	2.5	2.8
1958-1959	0.4	0.5	0.4	0.5	1.0	3.3	3.3	3.5	4.6	4.0	2.3	2.5	2.2
1959-1960	0.3	0.4	0.2	0.3	1.0	2.2	4.2	3.4	4.4	4.0	2.3	2.5	2.1
1960-1961	0.3	0.4	0.3	0.5	1.0	2.3	3.4	3.4	4.4	4.0	2.3	2.5	2.1
1961-1962	0.3	0.5	0.5	0.5	4.7	4.7	4.7	4.7	4.4	4.0	2.3	2.5	2.8
1962-1963	0.4	0.5	0.4	0.4	1.0	2.2	3.5	3.5	4.5	4.0	2.3	2.5	2.1
1963-1964	0.3	0.3	0.4	0.5	1.5	4.7	4.7	4.7	4.7	4.0	2.3	2.4	2.5
1964-1965	0.9	0.5	0.5	0.5	2.5	2.2	3.4	3.7	4.4	4.0	2.3	2.5	2.3
1965-1966	0.3	0.4	0.5	0.5	4.7	4.7	4.7	4.7	4.7	3.9	2.3	2.4	2.8
1966-1967	0.7	0.5	0.5	0.5	3.4	4.7	4.7	4.5	4.3	4.0	2.3	2.5	2.7
1967-1968	0.3	0.4	0.4	0.2	1.0	2.2	3.4	3.6	4.4	4.0	2.3	2.5	2.1
1968-1969	0.1	0.2	0.4	0.2	1.0	2.3	3.4	3.6	1.6	0.9	0.1	0.1	1.2
1969-1970	0.1	0.2	0.2	0.2	1.0	2.3	3.4	3.6	2.0	0.9	0.1	0.1	1.2
1970-1971	0.1	0.1	0.2	0.2	1.0	2.3	3.4	3.6	4.4	2.6	0.2	0.2	1.5
1971-1972	0.1	0.1	0.2	0.2	1.0	2.3	3.4	3.6	3.3	1.1	0.1	0.1	1.3
1972-1973	0.1	0.5	0.5	0.5	1.0	2.3	3.4	4.7	4.7	4.4	2.2	2.4	2.2
1973-1974	0.4	0.5	0.5	0.5	1.8	2.6	4.0	3.4	4.5	4.0	2.3	2.5	2.2
1974-1975	0.2	0.5	0.5	0.4	1.0	2.2	3.7	3.4	4.4	4.0	2.3	2.5	2.1
1975-1976	0.1	0.3	0.2	0.5	1.0	2.3	3.4	3.6	4.4	4.0	2.3	2.5	2.0
1976-1977	0.2	0.2	0.2	0.2	1.0	2.3	3.4	3.6	4.4	1.9	0.3	0.3	1.5
1977-1978	0.3	0.3	0.5	0.5	1.4	2.2	4.7	4.7	4.4	4.0	2.3	2.5	2.3
1978-1979	0.6	0.5	0.5	0.5	3.1	4.7	4.7	4.7	4.3	4.0	2.3	2.5	2.7
1979-1980	0.4	0.5	0.5	0.5	1.7	2.3	3.4	3.6	4.4	4.0	2.3	2.4	2.2
1980-1981	0.4	0.4	0.5	0.5	1.3	4.7	4.7	4.7	4.2	4.1	2.3	2.4	2.5
1981-1982	0.6	0.5	0.4	0.5	1.7	2.2	3.5	3.6	4.4	4.0	2.3	2.5	2.2
1982-1983	1.2	0.5	0.5	0.5	4.7	4.7	4.7	4.7	4.7	4.7	2.2	2.4	2.9
1983-1984	2.2	0.5	0.5	0.5	2.9	4.7	4.7	4.7	4.2	4.0	2.3	2.4	2.8
1984-1985	0.9	0.3	0.5	0.5	4.7	4.7	4.7	4.7	4.7	4.0	2.3	2.4	2.9
1985-1986	0.5	0.5	0.5	0.5	1.6	2.2	3.4	3.6	4.4	4.0	2.3	2.5	2.2
1986-1987	0.3	0.5	0.5	0.5	1.0	2.2	3.4	4.7	4.2	4.0	2.3	2.5	2.2
1987-1988	0.6	0.5	0.5	0.5	4.7	4.7	4.7	4.7	4.7	4.7	4.7	3.0	3.2
1988-1989	3.5	0.5	0.5	0.5	1.9	2.2	3.4	3.6	4.4	4.0	2.3	2.5	2.4
1989-1990	0.3	0.2	0.2	0.5	1.0	2.2	4.6	3.4	4.5	4.0	2.3	2.5	2.1

I N G E N D E S A

CUADRO N° 48

CANAL COSTERO SUR. SISTEMA DE RIEGO B
CAUDALES MEDIOS MENSUALES (m3/s)

AÑO	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	PROM
1950-1951	0.3	0.2	0.2	0.2	0.5	1.0	1.5	1.6	2.0	1.8	1.0	1.1	0.9
1951-1952	0.3	0.2	0.2	0.2	0.5	1.0	1.5	1.6	2.0	1.8	1.0	1.1	1.0
1952-1953	0.1	0.2	0.2	0.2	0.5	1.0	1.5	1.6	2.0	1.8	1.0	1.1	0.9
1953-1954	0.2	0.2	0.2	0.2	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	1.7	1.0	1.2	1.3
1954-1955	2.0	0.2	0.2	0.2	1.4	1.9	2.1	2.1	2.1	1.8	1.0	1.1	1.3
1955-1956	1.9	0.2	0.2	0.2	0.9	1.3	2.1	1.5	2.0	1.8	1.0	1.1	1.2
1956-1957	0.5	0.2	0.2	0.2	1.2	1.5	1.5	1.6	2.0	1.8	1.0	1.1	1.1
1957-1958	0.9	0.2	0.2	0.2	1.2	2.1	2.1	2.1	2.0	1.8	1.0	1.1	1.2
1958-1959	0.2	0.2	0.2	0.2	0.4	1.4	1.5	1.6	2.1	1.8	1.0	1.1	1.0
1959-1960	0.1	0.2	0.1	0.1	0.5	1.0	1.8	1.5	2.0	1.8	1.0	1.1	0.9
1960-1961	0.1	0.2	0.2	0.2	0.5	1.0	1.5	1.5	2.0	1.8	1.0	1.1	0.9
1961-1962	0.1	0.2	0.2	0.2	2.1	2.1	2.1	2.1	2.0	1.8	1.0	1.1	1.3
1962-1963	0.2	0.2	0.2	0.2	0.5	1.0	1.6	1.6	2.1	1.8	1.0	1.1	0.9
1963-1964	0.1	0.1	0.2	0.2	0.6	2.1	2.1	2.1	2.1	1.8	1.0	1.1	1.1
1964-1965	0.4	0.2	0.2	0.2	1.1	1.0	1.5	1.7	2.0	1.8	1.0	1.1	1.0
1965-1966	0.1	0.2	0.2	0.2	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	1.8	1.0	1.1	1.3
1966-1967	0.3	0.2	0.2	0.2	1.5	2.1	2.1	2.0	2.0	1.8	1.0	1.1	1.2
1967-1968	0.1	0.2	0.2	0.1	0.5	1.0	1.6	1.6	2.0	1.8	1.0	1.1	0.9
1968-1969	0.1	0.1	0.2	0.1	0.5	1.0	1.6	1.6	0.7	0.4	0.0	0.0	0.5
1969-1970	0.1	0.1	0.1	0.1	0.5	1.0	1.6	1.6	0.9	0.4	0.1	0.1	0.5
1970-1971	0.1	0.0	0.1	0.1	0.5	1.0	1.6	1.6	2.0	1.2	0.1	0.1	0.7
1971-1972	0.1	0.1	0.1	0.1	0.5	1.0	1.6	1.6	1.5	0.5	0.1	0.1	0.6
1972-1973	0.1	0.2	0.2	0.2	0.4	1.0	1.5	2.1	2.1	1.9	1.0	1.1	1.0
1973-1974	0.2	0.2	0.2	0.2	0.8	1.2	1.8	1.5	2.0	1.8	1.0	1.1	1.0
1974-1975	0.1	0.2	0.2	0.2	0.5	1.0	1.6	1.5	2.0	1.8	1.0	1.1	0.9
1975-1976	0.1	0.1	0.1	0.2	0.5	1.0	1.5	1.6	2.0	1.8	1.0	1.1	0.9
1976-1977	0.1	0.1	0.1	0.1	0.5	1.0	1.5	1.6	2.0	0.9	0.1	0.1	0.7
1977-1978	0.1	0.1	0.2	0.2	0.6	1.0	2.1	2.1	1.9	1.8	1.0	1.1	1.0
1978-1979	0.2	0.2	0.2	0.2	1.4	2.1	2.1	2.1	1.9	1.8	1.0	1.1	1.2
1979-1980	0.2	0.2	0.2	0.2	0.8	1.0	1.5	1.6	2.0	1.8	1.0	1.1	1.0
1980-1981	0.2	0.2	0.2	0.2	0.6	2.1	2.1	2.1	1.9	1.9	1.0	1.1	1.1
1981-1982	0.3	0.2	0.2	0.2	0.8	1.0	1.6	1.6	2.0	1.8	1.0	1.1	1.0
1982-1983	0.5	0.2	0.2	0.2	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	1.0	1.1	1.3
1983-1984	1.0	0.2	0.2	0.2	1.3	2.1	2.1	2.1	1.9	1.8	1.0	1.1	1.3
1984-1985	0.4	0.2	0.2	0.2	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	1.8	1.0	1.1	1.3
1985-1986	0.2	0.2	0.2	0.2	0.7	1.0	1.6	1.6	2.0	1.8	1.0	1.1	1.0
1986-1987	0.1	0.2	0.2	0.2	0.4	1.0	1.6	2.1	1.9	1.8	1.0	1.1	1.0
1987-1988	0.2	0.2	0.2	0.2	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	1.3	1.4
1988-1989	1.5	0.2	0.2	0.2	0.8	1.0	1.6	1.6	2.0	1.8	1.0	1.1	1.1
1989-1990	0.1	0.1	0.1	0.2	0.4	1.0	2.0	1.6	2.0	1.8	1.0	1.1	1.0

I N G E N D E S A