

COMISION NACIONAL DE RIEGO

**ESTUDIO INTEGRAL DE RIEGO DEL VALLE DE ELQUI
VOLUMEN 6**

CAP. IX DEMANDAS FUTURAS DE AGUA

CAP. X OPERACION MODELOS DE SIMULACION

I N A - INGENIEROS CONSULTORES

ESTUDIO INTEGRAL DE RIEGO VALLE DE ELQUI

INDICE GENERAL

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

VOLUMEN 5	CAPITULO VIII	- PLAN DE DESARROLLO AGRICOLA
	VIII.1	. Bases para el Desarrollo Agrícola
	VIII.2	. Descripción y Análisis de las Principales Especies
	VIII.3	. Estudios de Mercados, Comercialización y Precios
	VIII.4	. Tasas de Riego
	VIII.5	. Mejoramiento de Puesta en Riego
	VIII.6	. Uso Futuro del Suelo (Anexo)
	VIII.7	. Programa de Implantación del Plan de Desarrollo Agrícola (Anexo)
	VIII.8	. Programa de Apoyo a la Producción
VOLUMEN 6	CAPITULO IX	- DEMANDA FUTURA DE AGUA
	CAPITULO X	- OPERACION MODELOS DE SIMULACION
	X.1	. Modelo de Simulación de los Recursos Hidráulicos Superficiales (Anexos)
	X.2	. Modelo Hidrogeológico (Anexos)
VOLUMEN 7	CAPITULO XI	- ANTEPROYECTO OBRAS CIVILES
	XI.1	. Estudio de Crecidas (Anexos)
	XI.2	. Bases Topográficas
	XI.3	. Anteproyecto de Embalses (Anexos)
	XI.4	. Anteproyecto de Canales (Anexos)
VOLUMEN 8	ANEXOS (Continuación)	
VOLUMEN 9	CAPITULO XII	- EVALUACION ECONOMICA
	XII.1	. Análisis de Indicadores Económicos (Anexos)
	XII.2	. Metodología y Cálculo de Indicadores a Precios Sociales (Anexos)
	XII.3	. Análisis de las Alternativas (Anexos)
VOLUMEN 10	ALBUM DE PLANOS	
	III.3	. Infraestructura de Canales (32 Planos)
	IV.4	. Estudio Hidrogeológico (12 Planos)
	XI	. Anteproyecto Obras Civiles (22 Planos)

CAPITULO IX
DEMANDAS FUTURAS DE AGUA

I N D I C E

Pág. N°

1	INTRODUCCION	IX.1
2	AREAS COMPRENDIDAS EN LAS 4 ALTERNATIVAS	IX.1
3	EFICIENCIAS DE APLICACION ADOPTADAS	IX.2
4	DEMANDA DE AGUA PARA LAS CUATRO ALTERNATIVAS	IX.3

IX.1

1 INTRODUCCION

Como se ha explicado, el embalse Puclaro es el elemento regulador de los caudales del río; el programa de computación elaborado permite determinar las áreas posibles de regar con seguridad 85% para una determinada capacidad util de embalse (1). Del análisis técnico de estas posibles soluciones de embalse, se deducirá cual de ellas resultará recomendable para su ejecución. Con este fin se hizo una selección de cuatro posibles alternativas dentro de un rango (2), en el que se ha estimado, que debería ubicarse la solución final; este rango comprende los siguientes valores:

Cap.Util m ³	AREA A REGAR (ha)		
Emb.Puclaro	Sectores 1 al 6	Sectores 7 al 10	Area Total
Mill.m3			ha
180	6.290	14.877	21.167
215	6.290	15.877	22.167
280	6.290	16.877	23.167
360	6.290	17.877	24.167

En los numerales siguientes aparece el detalle de las áreas por sectores y los consumos mensuales de agua para las 4 alternativas.

2 AREAS COMPRENDIDAS EN LAS 4 ALTERNATIVAS

En los cuadros IX.1 al IX.4 se presentan las áreas que comprenden las 4 alternativas por rubros de cultivos y para los 10 sectores del proyecto, en estos cuadros aparecen tambien las eficiencias finales consideradas, todo esto para la situación futura.

(1) y (2): Ver punto 1,6 del capítulo X. Operación Modelos de Simulación

IX.2

Puede observarse que para las 4 alternativas, las áreas de los sectores 1 al 6 permanecen constantes, con un total de 6.290 ha; en los sectores 7 al 10 el área varía desde 14.877 ha en la alternativa CA01 17.877 en la alternativa CA04, con aumentos de 1.000 ha por cada alternativa.

Cabe hacer notar que en las superficies totales no se ha considerado la correspondiente a cultivos de verano, por ser ésta la equivalente al doble cultivo.

3 EFICIENCIAS DE APLICACION ADOPTADAS

Para el cálculo de las eficiencias de aplicación a utilizar en el Modelo de Simulación se usaron las eficiencias estimadas para el 5º año del proyecto (cuadro VIII.4.3, capítulo VIII.4 Tasas de Riego), y las eficiencias estimadas para el año 20 del proyecto (cuadro VIII.4.5).

En este cálculo se consideró que el embalse comienza su operación al quinto año de iniciado el proyecto (período de construcción de 5 años) y se procesan 40 años. Según lo anterior, se estimó que al comienzo del período a procesar con el Modelo, las eficiencias de riego serían las del cuadro VIII.4.3 y en el año 15 se tendría las eficiencias del cuadro VIII.4.5, las cuales se mantendrían hasta el año 40.

De acuerdo a este criterio, el calculo de la eficiencia adoptada se efectuó según la siguiente ecuación .

$$E_a = (15 * (E_5 + E_{20}) / 2 + 25 * E_{20}) / 40$$

$$E_a = 0,1875 E_5 + 0,8125 E_{20}$$

IX.3

Donde :

E_a : Eficiencia de aplicación adoptada

E_5 : Eficiencia de aplicación a los 5 años.

E_{20} : Eficiencia de aplicación a los 20 años.

Los valores obtenidos fueron redondeados a cifras enteras y en los casos en que las eficiencias para las tres áreas de planificación (alta-media-baja) eran similares, se adoptó un sólo valor para las tres.

4 DEMANDA DE AGUA PARA LAS CUATRO ALTERNATIVAS

Para el cálculo de las demandas de agua se consideraron las superficies y las eficiencias de aplicación de los cuadros IX.1 al IX.4 y la evapotranspiración de los cultivos de referencia que aparecen en el cuadro V.3.11 del capítulo V.3 Demandas de agua por los Cultivos.

La demanda mensual de cada cultivo en m^3 /mes es igual al producto de la superficie de ese cultivo y su evapotranspiración del mes considerado, todo esto dividido por la eficiencia de aplicación del cultivo. La tasa en l/s/ha que aparece al final del cuadro resulta de dividir la demanda total mensual por los segundos de ese mes, y por la superficie efectivamente regada en ese mismo mes.

En los cuadros IX.5 al IX.8 aparecen las demandas de agua al sistema en m^3 /mes de los diferentes rubros de cultivos; en la última columna se muestra la tasa media en l/s/ha y mes a mes; estos valores corresponden a cada una de las 4 alternativas consideradas.

Puede observarse que el mes de máximo consumo es Diciembre, produciéndose los consumos más elevados en los meses de Octubre a Mayo.

C U A D R O IX.1
AREAS POR SECTORES Y POR RUBROS - ALTERNATIVA CAO1
EFICIENCIAS ADOPTADAS. SITUACION FUTURA

R U B R O S	SECTOR 1		SECTOR 2		SECTOR 3		SECTOR 4		SECTOR 5		SECTOR 6	
	Sup.ha	Efc	Sup.há	Efc	Sup.ha	Efc	Sup.há	Efc	Sup.há	Efc	Sup.há	Efc
Vides	380,0	.63	600,0	.63	180,0	.63	720,0	.63	2.040,0	.63	290,0	.63
Frutales	10,0	.69	35,0	.69	15,0	.69	60,0	.69	130,0	.69	90,0	.69
Cult.Permanente	0,0	-	0,0	-	0,0	-	0,0	-	30,0	.50	0,0	-
Prad.Artificial	115,8	.52	261,9	.52	99,4	.52	164,1	.52	391,7	.52	133,0	.52
Cult.Verano	62,2	.50	83,2	.50	27,0	.50	87,6	.50	207,1	.50	77,3	.50
Cult.Invierno	62,0	.50	83,2	.50	27,0	.50	87,6	.50	207,1	.50	77,3	.50
Cereales	0,0	-	0,0	-	0,0	-	0,0	-	0,0	-	0,0	-
Prad.Natural	0,0	-	0,0	-	0,0	-	0,0	-	0,0	-	0,0	-
T O T A L E S	568		980		321		1.032		2.798		590	

AREA TOTAL SECTORES 1 AL 6 = 6.290 ha

IX.4

R U B R O S	SECTOR 7		SECTOR 8		SECTOR 9		SECTOR 10	
	Sup.ha	Efc	Sup.ha	Efc	Sup.ha	Efc	Sup.ha	Efc
Vides	90,5	.50	6,5	.50	0,0	-	0,0	-
Frutales	1.772,5	.69	4.716,9	.69	738,1	.69	525,5	.69
Cult.Permanente	260,0	.50	360,0	.50	100,0	.50	0,0	-
Prad.Artificial	353,5	.52	261,2	.52	970,3	.52	124,5	.52
Cult.Verano	2.105,9	.50	559,0	.50	865,2	.50	1.066,9	.50
Cult.Invierno	1.697,3	.50	414,3	.50	855,4	.50	315,8	.50
Cereales	408,6	.50	144,7	.50	9,8	.50	751,1	.50
Prad.Natural	0,0	-	0,0	-	0,0	-	0,0	-
T O T A L E S	4.582		5.904		2.674		1.717	

AREA TOTAL SECTORES 7 AL 10 = 14.877 ha

C U A D R O IX.2
AREAS POR SECTORES Y POR RUBROS - ALTERNATIVA CAO2
EFICIENCIAS ADOPTADAS. SITUACION FUTURA

R U B R O S	SECTOR 1		SECTOR 2		SECTOR 3		SECTOR 4		SECTOR 5		SECTOR 6	
	Sup.ha	Efc	Sup.há	Efc	Sup.ha	Efc	Sup.há	Efc	Sup.há	Efc	Sup.há	Efc
Vides	380,0	.63	600,0	.63	180,0	.63	720,0	.63	2.040,0	.63	290,0	.63
Frutales	10,0	.69	35,0	.69	15,0	.69	60,0	.69	130,0	.69	90,0	.69
Cult.Permanente	0,0	-	0,0	-	0,0	-	0,0	-	30,0	.50	0,0	-
Prad.Artificial	115,8	.52	261,9	.52	99,4	.52	164,1	.52	391,7	.52	133,0	.52
Cult.Verano	62,2	.50	83,2	.50	27,0	.50	87,6	.50	207,1	.50	77,3	.50
Cult.Invierno	62,0	.50	83,2	.50	27,0	.50	87,6	.50	207,1	.50	77,3	.50
Cereales	0,0	-	0,0	-	0,0	-	0,0	-	0,0	-	0,0	-
Prad.Natural	0,0	-	0,0	-	0,0	-	0,0	-	0,0	-	0,0	-
T O T A L E S	568		980		321		1.032		2.798		590	

AREA TOTAL SECTORES 1 AL 6 = 6.290 ha

R U B R O S	SECTOR 7		SECTOR 8		SECTOR 9		SECTOR 10	
	Sup.ha	Efc	Sup.ha	Efc	Sup.ha	Efc	Sup.ha	Efc
Vides	90,5	.50	6,5	.50	0,0	-	0,0	-
Frutales	1.772,5	.69	4.716,9	.69	738,1	.69	525,5	.69
Cult.Permanente	260,0	.50	360,0	.50	100,0	.50	0,0	-
Prad.Artificial	353,5	.52	261,2	.52	970,3	.52	124,5	.52
Cult.Verano	2.564,0	.50	680,6	.50	1.053,4	.50	1.299,0	.50
Cult.Invierno	2.066,5	.50	504,4	.50	1.041,5	.50	384,5	.50
Cereales	497,5	.50	176,2	.50	11,9	.50	914,5	.50
Prad.Natural	0,0	-	0,0	-	0,0	-	0,0	-
T O T A L E S	5.041		6.025		2.862		1.949	

AREA TOTAL SECTORES 7 AL 10 = 15.877 ha

C U A D R O IX.3
AREAS POR SECTORES Y POR RUBROS - ALTERNATIVA CAO3
EFICIENCIAS ADOPTADAS. SITUACION FUTURA

R U B R O S	SECTOR 1		SECTOR 2		SECTOR 3		SECTOR 4		SECTOR 5		SECTOR 6	
	Sup.ha	Efc	Sup.há	Efc	Sup.ha	Efc	Sup.há	Efc	Sup.há	Efc	Sup.há	Efc
Vides	380,0	.63	600,0	.63	180,0	.63	720,0	.63	2.040,0	.63	290,0	.63
Frutales	10,0	.69	35,0	.69	15,0	.69	60,0	.69	130,0	.69	90,0	.69
Cult.Permanente	0,0	-	0,0	-	0,0	-	0,0	-	30,0	.50	0,0	-
Prad.Artificial	115,8	.52	261,9	.52	99,4	.52	164,1	.52	391,7	.52	133,0	.52
Cult.Verano	62,2	.50	83,2	.50	27,0	.50	87,6	.50	207,1	.50	77,3	.50
Cult.Invierno	62,0	.50	83,2	.50	27,0	.50	87,6	.50	207,1	.50	77,3	.50
Cereales	0,0	-	0,0	-	0,0	-	0,0	-	0,0	-	0,0	-
Prad.Natural	0,0	-	0,0	-	0,0	-	0,0	-	0,0	-	0,0	-
T O T A L E S	568		980		321		1.032		2.798		590	

AREA TOTAL SECTORES 1 AL 6 = 6.290 ha

IX.
9.

R U B R O S	SECTOR 7		SECTOR 8		SECTOR 9		SECTOR 10	
	Sup.ha	Efc	Sup.ha	Efc	Sup.ha	Efc	Sup.ha	Efc
Vides	90,5	.50	6,5	.50	0,0	-	0,0	-
Frutales	1.772,5	.69	4.716,9	.69	738,1	.69	525,5	.69
Cult.Permanente	260,0	.50	360,0	.50	100,0	.50	0,0	-
Prad.Artificial	353,5	.52	261,2	.52	970,3	.52	124,5	.52
Cult.Verano	2.564,0	.50	1.680,6	.50	1.053,4	.50	1.299,0	.50
Cult.Invierno	2.066,5	.50	1.242,5	.50	1.041,5	.50	384,5	.50
Cereales	497,5	.50	438,1	.50	11,9	.50	914,5	.50
Prad.Natural	0,0	-	0,0	-	0,0	-	0,0	-
T O T A L E S	5.041		7.025		2.862		1.949	

AREA TOTAL SECTORES 7 AL 10 = 16.877 ha

C U A D R O IX.4
AREAS POR SECTORES Y POR RUBROS - ALTERNATIVA CAO4
EFICIENCIAS ADOPTADAS. SITUACION FUTURA

R U B R O S	SECTOR 1		SECTOR 2		SECTOR 3		SECTOR 4		SECTOR 5		SECTOR 6	
	Sup.ha	Efc	Sup.há	Efc	Sup.ha	Efc	Sup.há	Efc	Sup.há	Efc	Sup.há	Efc
Vides	380,0	.63	600,0	.63	180,0	.63	720,0	.63	2.040,0	.63	290,0	.63
Frutales	10,0	.69	35,0	.69	15,0	.69	60,0	.69	130,0	.69	90,0	.69
Cult.Permanente	0,0	-	0,0	-	0,0	-	0,0	-	30,0	.50	0,0	-
Prad.Artificial	115,8	.52	261,9	.52	99,4	.52	164,1	.52	391,7	.52	133,0	.52
Cult.Verano	62,2	.50	83,2	.50	27,0	.50	87,6	.50	207,1	.50	77,3	.50
Cult.Invierno	62,0	.50	83,2	.50	27,0	.50	87,6	.50	207,1	.50	77,3	.50
Cereales	0,0	-	0,0	-	0,0	-	0,0	-	0,0	-	0,0	-
Prad.Natural	0,0	-	0,0	-	0,0	-	0,0	-	0,0	-	0,0	-
T O T A L E S	568		980		321		1.032		2.798		590	

AREA TOTAL SECTORES 1 AL 6 = 6.290 ha

R U B R O S	SECTOR 7		SECTOR 8		SECTOR 9		SECTOR 10	
	Sup.ha	Efc	Sup.ha	Efc	Sup.ha	Efc	Sup.ha	Efc
Vides	90,5	.50	6,5	.50	0,0	-	0,0	-
Frutales	1.772,5	.69	4.716,9	.69	738,1	.69	525,5	.69
Cult.Permanente	260,0	.50	360,0	.50	100,0	.50	0,0	-
Prad.Artificial	353,5	.52	261,2	.52	970,3	.52	124,5	.52
Cult.Verano	2.564,0	.50	2.680,6	.50	1.053,4	.50	1.299,0	.50
Cult.Invierno	2.066,5	.50	1.986,6	.50	1.041,5	.50	384,5	.50
Cereales	497,5	.50	694,0	.50	11,9	.50	914,5	.50
Prad.Natural	0,0	-	0,0	-	0,0	-	0,0	-
T O T A L E S	5.041		8.025		2.862		1.949	

AREA TOTAL SECTORES 7 AL 10 = 17.877 ha

CUADRO IX.5

IX.8

SITUACION FUTURA CASO CA01

SECTOR 1 TURBIO AREA ALTA

DEMANDAS POR CULTIVOS
m³/mes

MES	VIDES	FRUTALES	CUL.PER.	PRA.ART.	CUL.VER.	CUL.INV.	CEREALES	PRA.NAT.	TOTALES	TASA l/s/ha
MAY	0	11203	0	130943	0	41664	0	0	183810	.365
JUN	0	8449	0	99543	0	44144	0	0	152137	.313
JUL	0	8377	0	103329	0	70804	0	0	182510	.363
AGO	121841	10072	0	126044	0	104160	0	0	362118	.238
SEP	319079	14826	0	191293	0	0	0	0	525198	.401
OCT	573016	20667	0	264558	49262	0	0	0	907503	.597
NOV	780508	24638	0	329139	149404	0	0	0	1283689	.872
DIC	857714	27971	0	361875	247680	0	0	0	1495241	.983
ENE	787143	27652	0	357644	269699	0	0	0	1442138	.948
FEB	661079	27710	0	354972	247805	0	0	0	1291566	.940
MAR	404127	20493	0	261663	130122	0	0	0	816406	.537
ABR	0	14710	0	180381	0	0	0	0	195091	.598
TOT	4504508	216768	0	2761385	1093974	260772	0	0	8837406	

SECTOR 2 DERECHO AREA ALTA

DEMANDAS POR CULTIVOS
m³/mes

MES	VIDES	FRUTALES	CUL.PER.	PRA.ART.	CUL.VER.	CUL.INV.	CEREALES	PRA.NAT.	TOTALES	TASA l/s/ha
MAY	0	39210	0	296148	0	55910	0	0	391269	.384
JUN	0	29572	0	225133	0	59238	0	0	313944	.319
JUL	0	29319	0	233695	0	95014	0	0	358029	.352
AGO	192381	35254	0	285068	0	139776	0	0	652479	.249
SEP	503810	51891	0	432639	0	0	0	0	988339	.425
OCT	904762	72333	0	598341	65894	0	0	0	1641330	.625
NOV	1232381	86232	0	744400	199846	0	0	0	2262860	.891
DIC	1354286	97899	0	818438	331302	0	0	0	2601924	.991
ENE	1242857	96783	0	808868	360755	0	0	0	2509263	.956
FEB	1043810	96986	0	802824	331469	0	0	0	2275088	.960
MAR	638095	71725	0	591793	174054	0	0	0	1475668	.562
ABR	0	51486	0	407960	0	0	0	0	459445	.597
TOT	7112381	758688	0	6245308	1463322	349939	0	0	15929638	

CUADRO IX.5 (continuación)

IX.9

SITUACION FUTURA CASO CA01

SECTOR 3 PAIHUANO AREA ALTA

DEMANDAS POR CULTIVOS

m³/mes

MES	VIDES	FRUTALES	CUL.PER.	PRA.ART.	CUL.VER.	CUL.INV.	CEREALES	PRA.NAT.	TOTALES	TASA l/s/ha
MAY	0	16804	0	112398	0	18144	0	0	147347	.389
JUN	0	12674	0	85446	0	19224	0	0	117344	.320
JUL	0	12565	0	88695	0	30834	0	0	132095	.349
AGO	57714	15109	0	108193	0	45360	0	0	226376	.263
SEP	151143	22239	0	164201	0	0	0	0	337583	.442
OCT	271429	31000	0	227091	21384	0	0	0	550903	.640
NOV	369714	36957	0	282525	64854	0	0	0	754050	.905
DIC	406286	41957	0	310625	107514	0	0	0	866381	1.006
ENE	372857	41478	0	306993	117072	0	0	0	838400	.974
FEB	313143	41565	0	304699	107568	0	0	0	766975	.986
MAR	191429	30739	0	224606	56484	0	0	0	503257	.585
ABR	0	22065	0	154835	0	0	0	0	176900	.597
TOT	2133714	325152	0	2370308	474876	113562	0	0	5417612	

SECTOR 4 CLARO COCHIGUAZ AREA ALTA

DEMANDAS POR CULTIVOS

m³/mes

MES	VIDES	FRUTALES	CUL.PER.	PRA.ART.	CUL.VER.	CUL.INV.	CEREALES	PRA.NAT.	TOTALES	TASA l/s/ha
MAY	0	67217	0	185559	0	58867	0	0	311644	.373
JUN	0	50696	0	141063	0	62371	0	0	254130	.315
JUL	0	50261	0	146428	0	100039	0	0	296728	.355
AGO	230857	60435	0	178617	0	147168	0	0	617076	.223
SEP	604571	88957	0	271081	0	0	0	0	964609	.394
OCT	1085714	124000	0	374905	69379	0	0	0	1653999	.599
NOV	1478857	147826	0	466423	210415	0	0	0	2303521	.861
DIC	1625143	167826	0	512813	348823	0	0	0	2654605	.961
ENE	1491429	165913	0	506817	379834	0	0	0	2543992	.921
FEB	1252571	166261	0	503030	348998	0	0	0	2270860	.910
MAR	765714	122957	0	370803	183259	0	0	0	1442733	.522
ABR	0	88261	0	255617	0	0	0	0	343878	.592
TOT	8534857	1300609	0	3913154	1540709	368446	0	0	15657774	

CUADRO IX.5 (continuación)

SITUACION FUTURA CASO CA01

IX.10

SECTOR 5 VICUÑA AREA MEDIA

DEMANDAS POR CULTIVOS

m³/mes

MES	VIDES	FRUTALES	CUL.PER.	PRA.ART.	CUL.VER.	CUL.INV.	CEREALES	PRA.NAT.	TOTALES	TASA l/s/ha
MAY	0	115116	0	357803	0	112662	0	0	585581	.300
JUN	0	93826	0	287749	0	125917	0	0	507492	.269
JUL	0	97594	0	314113	0	209585	0	0	621293	.318
AGO	647619	130754	0	421078	0	343786	0	0	1543236	.208
SEP	1479810	170130	0	558173	0	0	0	0	2208112	.333
OCT	2936952	256420	0	842908	162781	0	0	0	4199062	.566
NOV	3791810	289957	0	957405	450235	0	0	0	5489407	.765
DIC	4523619	357029	0	1187152	809761	0	0	0	6877561	.927
ENE	4109143	349493	0	1176607	865678	0	0	0	6500920	.877
FEB	2930476	297493	0	978497	681359	0	0	0	4887825	.730
MAR	2082095	252841	0	839142	0	0	0	0	3174078	.463
ABR	0	151290	0	488872	0	0	0	0	640162	.473
TOT	22501524	2561942	0	8409498	2969814	791950	0	0	37234728	

SECTOR 6 PUCLARO AREA MEDIA

DEMANDAS POR CULTIVOS

m³/mes

MES	VIDES	FRUTALES	CUL.PER.	PRA.ART.	CUL.VER.	CUL.INV.	CEREALES	PRA.NAT.	TOTALES	TASA l/s/ha
MAY	0	79696	0	121490	0	42051	0	0	243237	.302
JUN	0	64957	0	97704	0	46998	0	0	209659	.269
JUL	0	67565	0	106656	0	78228	0	0	252449	.314
AGO	92063	90522	0	142975	0	128318	0	0	453878	.287
SEP	210365	117783	0	189525	0	0	0	0	517673	.389
OCT	417508	177522	0	286206	60758	0	0	0	941993	.596
NOV	539032	200739	0	325083	168050	0	0	0	1232904	.806
DIC	643063	247174	0	403092	302243	0	0	0	1595573	1.009
ENE	584143	241957	0	399512	323114	0	0	0	1548725	.980
FEB	416587	205957	0	332244	254317	0	0	0	1209105	.847
MAR	295984	175043	0	284927	0	0	0	0	755955	.550
ABR	0	104739	0	165994	0	0	0	0	270733	.468
TOT	3198746	1773652	0	2855408	1108482	295595	0	0	9231883	

SECTOR 7 ALTOVALSOL AREA BAJA

DEMANDAS POR CULTIVOS
m³/mes

MES	VIDES	FRUTALES	CUL.PER.	PRA.ART.	CUL.VER.	CUL.INV.	CEREALES	PRA.NAT.	TOTALES	TASA l/s/ha
MAY	0	1104601	182000	222297	0	0	0	0	1508899	.236
JUN	0	624228	105560	126444	0	1018380	66193	0	1940806	.167
JUL	0	482942	85280	102651	0	1052326	62924	0	1786123	.148
AGO	13575	660192	116480	142760	0	1018380	102967	0	2054354	.167
SEP	39277	1076344	187720	239292	0	2036760	263956	0	3843349	.324
OCT	89595	1906080	321880	420801	867631	0	653760	0	4259746	.319
NOV	112763	2103880	347360	484023	2438632	0	764082	0	6250741	.483
DIC	148963	2869395	458120	639019	4851994	0	0	0	8967491	.731
ENE	128872	2671594	426920	595512	4982559	0	0	0	8805457	.717
FEB	94482	2340214	123240	515974	3996998	0	0	0	7070908	.638
MAR	67694	2031953	194480	446634	2455479	0	0	0	5196240	.423
ABR	30589	1163685	162760	245411	0	0	0	0	1602444	.250
TOT	725810	19035109	2711800	4180817	19593294	5125846	1913882	0	53286558	

SECTOR 8 BELLAVISTA AREA BAJA

DEMANDAS POR CULTIVOS
m³/mes

MES	VIDES	FRUTALES	CUL.PER.	PRA.ART.	CUL.VER.	CUL.INV.	CEREALES	PRA.NAT.	TOTALES	TASA l/s/ha
MAY	0	2939517	252000	164255	0	0	0	0	3355772	.235
JUN	0	1661169	146160	93429	0	248580	23441	0	2172780	.142
JUL	0	1285184	118080	75848	0	256866	22284	0	1758263	.111
AGO	975	1756874	161280	105485	0	248580	36464	0	2309658	.146
SEP	2821	2864320	259920	176812	0	497160	93476	0	3894510	.255
OCT	6435	5072377	445680	310928	230308	0	231520	0	6297248	.389
NOV	8099	5598755	480960	357643	647322	0	270589	0	7363368	.470
DIC	10699	7635909	634320	472169	1287936	0	0	0	10041033	.635
ENE	9256	7109530	591120	440022	1322594	0	0	0	9472522	.599
FEB	6786	6227675	170640	381252	1060982	0	0	0	7847335	.549
MAR	4862	5407345	269280	330016	651794	0	0	0	6663297	.421
ABR	2197	3096747	225360	181333	0	0	0	0	3505637	.253
TOT	52130	50655404	3754800	3089192	5200936	1251186	677775	0	64681423	

CUADRO IX.5 (continuación)

IX.12

SITUACION FUTURA CASO CA01

SECTOR 9 PAMPA HERRADURA AREA BAJA

DEMANDAS POR CULTIVOS

m³/mes

MES	VIDES	FRUTALES	CUL.PER.	PRA.ART.	CUL.VER.	CUL.INV.	CEREALES	PRA.NAT.	TOTALES	TASA l/s/ha
MAY	0	459975	70000	610169	0	0	0	0	1140145	.235
JUN	0	259940	40600	347069	0	513240	1588	0	1162436	.168
JUL	0	201106	32800	281760	0	530348	1509	0	1047523	.146
AGO	0	274916	44800	391852	0	513240	2470	0	1227277	.171
SEP	0	448209	72200	656818	0	1026480	6331	0	2210038	.319
OCT	0	793725	123800	1155030	356462	0	15680	0	2444698	.340
NOV	0	876093	133600	1328565	1001902	0	18326	0	3358485	.483
DIC	0	1194866	176200	1754004	1993421	0	0	0	5118491	.715
ENE	0	1112499	164200	1634582	2047063	0	0	0	4958344	.692
FEB	0	974506	47400	1416265	1642150	0	0	0	4080320	.631
MAR	0	846141	74800	1225937	1008823	0	0	0	3155701	.441
ABR	0	484579	62600	673612	0	0	0	0	1220791	.260
TOT	0	7926552	1043000	11475663	8049821	2583308	45903	0	31124248	

SECTOR 10 VEGAS AREA BAJA

DEMANDAS POR CULTIVOS

m³/mes

MES	VIDES	FRUTALES	CUL.PER.	PRA.ART.	CUL.VER.	CUL.INV.	CEREALES	PRA.NAT.	TOTALES	TASA l/s/ha
MAY	0	327486	0	78291	0	0	0	0	405777	.233
JUN	0	185067	0	44533	0	189480	121678	0	540758	.122
JUL	0	143180	0	36153	0	195796	115669	0	490798	.107
AGO	0	195730	0	50279	0	189480	189277	0	624766	.136
SEP	0	319108	0	84277	0	378960	485211	0	1267555	.285
OCT	0	565103	0	148203	439563	0	1201760	0	2354629	.356
NOV	0	623746	0	170469	1235470	0	1404557	0	3434242	.537
DIC	0	850701	0	225058	2458138	0	0	0	3533896	.768
ENE	0	792058	0	209735	2524285	0	0	0	3526078	.767
FEB	0	693812	0	181722	2024976	0	0	0	2900511	.698
MAR	0	602421	0	157301	1244005	0	0	0	2003727	.436
ABR	0	345002	0	86432	0	0	0	0	431434	.256
TOT	0	5643413	0	1472452	9926438	953716	3518152	0	21514171	

CUADRO IX.6

IX.13

SITUACION FUTURA CASO CA02

SECTOR 1 TURBIO AREA ALTA

DEMANDAS POR CULTIVOS

m³/mes

MES	VIDES	FRUTALES	CUL.PER.	PRA.ART.	CUL.VER.	CUL.INV.	CEREALES	PRA.NAT.	TOTALES	TASA l/s/ha
MAY	0	11203	0	130943	0	41798	0	0	183944	.365
JUN	0	8449	0	99543	0	44286	0	0	152279	.312
JUL	0	8377	0	103329	0	71032	0	0	182738	.363
AGO	121841	10072	0	126044	0	104496	0	0	362454	.238
SEP	319079	14826	0	191293	0	0	0	0	525198	.401
OCT	573016	20667	0	264558	49262	0	0	0	907503	.597
NOV	780508	24638	0	329139	149404	0	0	0	1283689	.872
DIC	857714	27971	0	361875	247680	0	0	0	1495241	.983
ENE	787143	27652	0	357644	269699	0	0	0	1442138	.948
FEB	661079	27710	0	354972	247805	0	0	0	1291566	.940
MAR	404127	20493	0	261663	130122	0	0	0	816406	.537
ABR	0	14710	0	180381	0	0	0	0	195091	.598
TOT	4504508	216768	0	2761385	1093974	261613	0	0	8838247	

SECTOR 2 DERECHO AREA ALTA

DEMANDAS POR CULTIVOS

m³/mes

MES	VIDES	FRUTALES	CUL.PER.	PRA.ART.	CUL.VER.	CUL.INV.	CEREALES	PRA.NAT.	TOTALES	TASA l/s/ha
MAY	0	39210	0	296148	0	55910	0	0	391269	.384
JUN	0	29572	0	225133	0	59238	0	0	313944	.319
JUL	0	29319	0	233695	0	95014	0	0	358029	.352
AGO	192381	35254	0	285068	0	139776	0	0	652479	.249
SEP	503810	51891	0	432639	0	0	0	0	988339	.425
OCT	904762	72333	0	598341	65894	0	0	0	1641330	.625
NOV	1232381	86232	0	744400	199846	0	0	0	2262860	.891
DIC	1354286	97899	0	818438	331302	0	0	0	2601924	.991
ENE	1242857	96783	0	808868	360755	0	0	0	2509263	.956
FEB	1043810	96986	0	802824	331469	0	0	0	2275088	.960
MAR	638095	71725	0	591793	174054	0	0	0	1475668	.562
ABR	0	51486	0	407960	0	0	0	0	459445	.597
TOT	7112381	758688	0	6245308	1463322	349939	0	0	15929638	

CUADRO IX.6 (continuación)

IX.14

SITUACION FUTURA CASO CA02

SECTOR 3 PAIHUANO AREA ALTA

DEMANDAS POR CULTIVOS
m³/mes

MES	VIDES	FRUTALES	CUL.PER.	PRA.ART.	CUL.VER.	CUL.INV.	CEREALES	PRA.NAT.	TOTALES	TASA l/s/ha
MAY	0	16804	0	112398	0	18144	0	0	147347	.389
JUN	0	12674	0	85446	0	19224	0	0	117344	.320
JUL	0	12565	0	88695	0	30834	0	0	132095	.349
AGO	57714	15109	0	108193	0	45360	0	0	226376	.263
SEP	151143	22239	0	164201	0	0	0	0	337583	.442
OCT	271429	31000	0	227091	21384	0	0	0	550903	.640
NOV	369714	36957	0	282525	64854	0	0	0	754050	.905
DIC	406286	41957	0	310625	107514	0	0	0	866381	1.006
ENE	372857	41478	0	306993	117072	0	0	0	838400	.974
FEB	313143	41565	0	304699	107568	0	0	0	766975	.986
MAR	191429	30739	0	224606	56484	0	0	0	503257	.585
ABR	0	22065	0	154835	0	0	0	0	176900	.597
TOT	2133714	325152	0	2370308	474876	113562	0	0	5417612	

SECTOR 4 CLARO COCHIGUAZ AREA ALTA

DEMANDAS POR CULTIVOS
m³/mes

MES	VIDES	FRUTALES	CUL.PER.	PRA.ART.	CUL.VER.	CUL.INV.	CEREALES	PRA.NAT.	TOTALES	TASA l/s/ha
MAY	0	67217	0	185559	0	58867	0	0	311644	.373
JUN	0	50696	0	141063	0	62371	0	0	254130	.315
JUL	0	50261	0	146428	0	100039	0	0	296728	.355
AGO	230857	60435	0	178617	0	147168	0	0	617076	.223
SEP	604571	88957	0	271081	0	0	0	0	964609	.394
OCT	1085714	124000	0	374905	69379	0	0	0	1653999	.599
NOV	1478857	147826	0	466423	210415	0	0	0	2303521	.861
DIC	1625143	167826	0	512813	348823	0	0	0	2654605	.961
ENE	1491429	165913	0	506817	379834	0	0	0	2543992	.921
FEB	1252571	166261	0	503030	348998	0	0	0	2270860	.910
MAR	765714	122957	0	370803	183259	0	0	0	1442733	.522
ABR	0	88261	0	255617	0	0	0	0	343878	.592
TOT	8534857	1300609	0	3913154	1540709	368446	0	0	15657774	

CUADRO IX.6 (continuación)

IX.15

SITUACION FUTURA CASO CA02

SECTOR 5 VICUÑA AREA MEDIA

DEMANDAS POR CULTIVOS

m³/mes

MES	VIDES	FRUTALES	CUL.PER.	PRA.ART.	CUL.VER.	CUL.INV.	CEREALES	PRA.NAT.	TOTALES	TASA l/s/ha
MAY	0	115116	0	357803	0	112662	0	0	585581	.300
JUN	0	93826	0	287749	0	125917	0	0	507492	.269
JUL	0	97594	0	314113	0	209585	0	0	621293	.318
AGO	647619	130754	0	421078	0	343786	0	0	1543236	.208
SEP	1479810	170130	0	558173	0	0	0	0	2208112	.333
OCT	2936952	256420	0	842908	162781	0	0	0	4199062	.566
NOV	3791810	289957	0	957405	450235	0	0	0	5489407	.765
DIC	4523619	357029	0	1187152	809761	0	0	0	6877561	.927
ENE	4109143	349493	0	1176607	865678	0	0	0	6500920	.877
FEB	2930476	297493	0	978497	681359	0	0	0	4887825	.730
MAR	2082095	252841	0	839142	0	0	0	0	3174078	.463
ABR	0	151290	0	488872	0	0	0	0	640162	.473
TOT	22501524	2561942	0	8409498	2969814	791950	0	0	37234728	

SECTOR 6 PUCLARQ AREA MEDIA

DEMANDAS POR CULTIVOS

m³/mes

MES	VIDES	FRUTALES	CUL.PER.	PRA.ART.	CUL.VER.	CUL.INV.	CEREALES	PRA.NAT.	TOTALES	TASA l/s/ha
MAY	0	79696	0	121490	0	42051	0	0	243237	.302
JUN	0	64957	0	97704	0	46998	0	0	209659	.269
JUL	0	67565	0	106656	0	78228	0	0	252449	.314
AGO	92063	90522	0	142975	0	128318	0	0	453878	.287
SEP	210365	117783	0	189525	0	0	0	0	517673	.389
OCT	417508	177522	0	286206	60758	0	0	0	941993	.596
NOV	539032	200739	0	325083	168050	0	0	0	1232904	.806
DIC	643063	247174	0	403092	302243	0	0	0	1595573	1.009
ENE	584143	241957	0	399512	323114	0	0	0	1548725	.980
FEB	416587	205957	0	332244	254317	0	0	0	1209105	.847
MAR	295984	175043	0	284927	0	0	0	0	755955	.550
ABR	0	104739	0	165994	0	0	0	0	270733	.468
TOT	3198746	1773652	0	2855408	1108482	295595	0	0	9231883	

CUADRO IX.6 (continuación)

IX.16

SITUACION FUTURA CASO CA02

SECTOR 7 ALTOVALSOL AREA BAJA

DEMANDAS POR CULTIVOS

m³/mes

MES	VIDES	FRUTALES	CUL.PER.	PRA.ART.	CUL.VER.	CUL.INV.	CEREALES	PRA.NAT.	TOTALES	TASA l/s/ha
MAY	0	1104601	182000	222297	0	0	0	0	1508899	.236
JUN	0	624228	105560	126444	0	1239900	80595	0	2176727	.170
JUL	0	482942	85280	102651	0	1281230	76615	0	2028718	.153
AGO	13575	660192	116480	142760	0	1239900	125370	0	2298277	.170
SEP	39277	1076344	187720	239292	0	2479800	321385	0	4343819	.332
OCT	89595	1906080	321880	420801	1056368	0	796000	0	4590724	.309
NOV	112763	2103880	347360	484023	2969112	0	930325	0	6947464	.484
DIC	148963	2869395	458120	639019	5907456	0	0	0	10022953	.742
ENE	128872	2671594	426920	595512	6066424	0	0	0	9889322	.733
FEB	94482	2340214	123240	515974	4866472	0	0	0	7940382	.651
MAR	67694	2031953	194480	446634	2989624	0	0	0	5730385	.424
ABR	30589	1163685	162760	245411	0	0	0	0	1602444	.250
TOT	725810	19035109	2711800	4180817	23855456	6240830	2330290	0	59080112	

SECTOR 8 BELLAVISTA AREA BAJA

DEMANDAS POR CULTIVOS

m³/mes

MES	VIDES	FRUTALES	CUL.PER.	PRA.ART.	CUL.VER.	CUL.INV.	CEREALES	PRA.NAT.	TOTALES	TASA l/s/ha
MAY	0	2939517	252000	164255	0	0	0	0	3355772	.235
JUN	0	1661169	146160	93429	0	302640	28544	0	2231943	.143
JUL	0	1285184	118080	75848	0	312728	27135	0	1818976	.113
AGO	975	1756874	161280	105485	0	302640	44402	0	2371656	.147
SEP	2821	2864320	259920	176812	0	605280	113825	0	4022979	.258
OCT	6435	5072377	445680	310928	280407	0	281920	0	6397747	.385
NOV	8099	5598755	480960	357643	788135	0	329494	0	7563086	.471
DIC	10699	7635909	634320	472169	1568102	0	0	0	10321200	.640
ENE	9256	7109530	591120	440022	1610300	0	0	0	9760228	.605
FEB	6786	6227675	170640	381252	1291779	0	0	0	8078132	.554
MAR	4862	5407345	269280	330016	793580	0	0	0	6805083	.422
ABR	2197	3096747	225360	181333	0	0	0	0	3505637	.253
TOT	52130	50655404	3754800	3089192	6332302	1523288	825321	0	66232438	

SITUACION FUTURA CASO CA02

SECTOR 9 PAMPA HERRADURA AREA BAJA

DEMANDAS POR CULTIVOS

m³/mes

MES	VIDES	FRUTALES	CUL.PER.	PRA.ART.	CUL.VER.	CUL.INV.	CEREALES	PRA.NAT.	TOTALES	TASA l/s/ha
MAY	0	459975	70000	610169	0	0	0	0	1140145	.235
JUN	0	259940	40600	347069	0	624900	1928	0	1274436	.172
JUL	0	201106	32800	281760	0	645730	1833	0	1163228	.152
AGO	0	274916	44800	391852	0	624900	2999	0	1339466	.175
SEP	0	448209	72200	656818	0	1249800	7687	0	2434714	.328
OCT	0	793725	123800	1155030	434001	0	19040	0	2525596	.328
NOV	0	876093	133600	1328565	1219837	0	22253	0	3580347	.481
DIC	0	1194866	176200	1754004	2427034	0	0	0	5552104	.724
ENE	0	1112499	164200	1634582	2492344	0	0	0	5403625	.705
FEB	0	974506	47400	1416265	1999353	0	0	0	4437524	.641
MAR	0	846141	74800	1225937	1228264	0	0	0	3375142	.440
ABR	0	484579	62600	673612	0	0	0	0	1220791	.260
TOT	0	7926552	1043000	11475663	9800834	3145330	55740	0	33447119	

SECTOR 10 VEGAS AREA BAJA

DEMANDAS POR CULTIVOS

m³/mes

MES	VIDES	FRUTALES	CUL.PER.	PRA.ART.	CUL.VER.	CUL.INV.	CEREALES	PRA.NAT.	TOTALES	TASA l/s/ha
MAY	0	327486	0	78291	0	0	0	0	405777	.233
JUN	0	185067	0	44533	0	230700	148149	0	608449	.120
JUL	0	143180	0	36153	0	238390	140833	0	558556	.107
AGO	0	195730	0	50279	0	230700	230454	0	707163	.135
SEP	0	319108	0	84277	0	461400	590767	0	1455552	.288
OCT	0	565103	0	148203	535188	0	1463200	0	2711694	.354
NOV	0	623746	0	170469	1504242	0	1710115	0	4008572	.540
DIC	0	850701	0	225058	2992896	0	0	0	4068654	.779
ENE	0	792058	0	209735	3073434	0	0	0	4075227	.781
FEB	0	693812	0	181722	2465502	0	0	0	3341036	.709
MAR	0	602421	0	157301	1514634	0	0	0	2274356	.436
ABR	0	345002	0	86432	0	0	0	0	431434	.256
TOT	0	5643413	0	1472452	12085896	1161190	4283518	0	24646469	

SITUACION FUTURA CASO CA03

SECTOR 1 TURBIO AREA ALTA

DEMANDAS POR CULTIVOS

m³/mes

MES	VIDES	FRUTALES	CUL.PER.	PRA.ART.	CUL.VER.	CUL.INV.	CEREALES	PRA.NAT.	TOTALES	TASA l/s/ha
MAY	0	11203	0	130943	0	41798	0	0	183944	.365
JUN	0	8449	0	99543	0	44286	0	0	152279	.312
JUL	0	8377	0	103329	0	71032	0	0	182738	.363
AGO	121841	10072	0	126044	0	104496	0	0	362454	.238
SEP	319079	14826	0	191293	0	0	0	0	525198	.401
OCT	573016	20667	0	264558	49262	0	0	0	907503	.597
NOV	780508	24638	0	329139	149404	0	0	0	1283689	.872
DIC	857714	27971	0	361875	247680	0	0	0	1495241	.983
ENE	787143	27652	0	357644	269699	0	0	0	1442138	.948
FEB	661079	27710	0	354972	247805	0	0	0	1291566	.940
MAR	404127	20493	0	261663	130122	0	0	0	816406	.537
ABR	0	14710	0	180381	0	0	0	0	195091	.598
TOT	4504508	216768	0	2761385	1093974	261613	0	0	8838247	

SECTOR 2 DERECHO AREA ALTA

DEMANDAS POR CULTIVOS

m³/mes

MES	VIDES	FRUTALES	CUL.PER.	PRA.ART.	CUL.VER.	CUL.INV.	CEREALES	PRA.NAT.	TOTALES	TASA l/s/ha
MAY	0	39210	0	296148	0	55910	0	0	391269	.384
JUN	0	29572	0	225133	0	59238	0	0	313944	.319
JUL	0	29319	0	233695	0	95014	0	0	358029	.352
AGO	192381	35254	0	285068	0	139776	0	0	652479	.249
SEP	503810	51891	0	432639	0	0	0	0	988339	.425
OCT	904762	72333	0	598341	65894	0	0	0	1641330	.625
NOV	1232381	86232	0	744400	199846	0	0	0	2262860	.891
DIC	1354286	97899	0	818438	331302	0	0	0	2601924	.991
ENE	1242857	96783	0	808868	360755	0	0	0	2509263	.956
FEB	1043810	96986	0	802824	331469	0	0	0	2275088	.960
MAR	638095	71725	0	591793	174054	0	0	0	1475668	.562
ABR	0	51486	0	407960	0	0	0	0	459445	.597
TOT	7112381	758688	0	6245308	1463322	349939	0	0	15929638	

SITUACION FUTURA CASO CA03

SECTOR 3 PAIHUANO AREA ALTA

DEMANDAS POR CULTIVOS
m³/mes

MES	VIDES	FRUTALES	CUL.PER.	PRA.ART.	CUL.VER.	CUL.INV.	CEREALES	PRA.NAT.	TOTALES	TASA l/s/ha
MAY	0	16804	0	112398	0	18144	0	0	147347	.389
JUN	0	12674	0	85446	0	19224	0	0	117344	.320
JUL	0	12565	0	88695	0	30834	0	0	132095	.349
AGO	57714	15109	0	108193	0	45360	0	0	226376	.263
SEP	151143	22239	0	164201	0	0	0	0	337583	.442
OCT	271429	31000	0	227091	21384	0	0	0	550903	.640
NOV	369714	36957	0	282525	64854	0	0	0	754050	.905
DIC	406286	41957	0	310625	107514	0	0	0	866381	1.006
ENE	372857	41478	0	306993	117072	0	0	0	838400	.974
FEB	313143	41565	0	304699	107568	0	0	0	766975	.986
MAR	191429	30739	0	224606	56484	0	0	0	503257	.585
ABR	0	22065	0	154835	0	0	0	0	176900	.597
TOT	2133714	325152	0	2370308	474876	113562	0	0	5417612	

SECTOR 4 CLARO COCHIGUAZ AREA ALTA

DEMANDAS POR CULTIVOS
m³/mes

MES	VIDES	FRUTALES	CUL.PER.	PRA.ART.	CUL.VER.	CUL.INV.	CEREALES	PRA.NAT.	TOTALES	TASA l/s/ha
MAY	0	67217	0	185559	0	58867	0	0	311644	.373
JUN	0	50696	0	141063	0	62371	0	0	254130	.315
JUL	0	50261	0	146428	0	100039	0	0	296728	.355
AGO	230857	60435	0	178617	0	147168	0	0	617076	.223
SEP	604571	88957	0	271081	0	0	0	0	964609	.394
OCT	1085714	124000	0	374905	69379	0	0	0	1653999	.599
NOV	1478857	147826	0	466423	210415	0	0	0	2303521	.861
DIC	1625143	167826	0	512813	348823	0	0	0	2654605	.961
ENE	1491429	165913	0	506817	379834	0	0	0	2543992	.921
FEB	1252571	166261	0	503030	348998	0	0	0	2270860	.910
MAR	765714	122957	0	370803	183259	0	0	0	1442733	.522
ABR	0	88261	0	255617	0	0	0	0	343878	.592
TOT	8534857	1300609	0	3913154	1540709	368446	0	0	15657774	

CUADRO IX.7 (continuación)

IX.20

SITUACION FUTURA CASO CA03

SECTOR 5 VICUÑA AREA MEDIA

DEMANDAS POR CULTIVOS

m³/mes

MES	VIDES	FRUTALES	CUL.PER.	PRA.ART.	CUL.VER.	CUL.INV.	CEREALES	PRA.NAT.	TOTALES	TASA l/s/ha
MAY	0	115116	0	357803	0	112662	0	0	585581	.300
JUN	0	93826	0	287749	0	125917	0	0	507492	.269
JUL	0	97594	0	314113	0	209585	0	0	621293	.318
AGO	647619	130754	0	421078	0	343786	0	0	1543236	.208
SEP	1479810	170130	0	558173	0	0	0	0	2208112	.333
OCT	2936952	256420	0	842908	162781	0	0	0	4199062	.566
NOV	3791810	289957	0	957405	450235	0	0	0	5489407	.765
DIC	4523619	357029	0	1187152	809761	0	0	0	6877561	.927
ENE	4109143	349493	0	1176607	865678	0	0	0	6500920	.877
FEB	2930476	297493	0	978497	681359	0	0	0	4887825	.730
MAR	2082095	252841	0	839142	0	0	0	0	3174078	.463
ABR	0	151290	0	488872	0	0	0	0	640162	.473
TOT	22501524	2561942	0	8409498	2969814	791950	0	0	37234728	

SECTOR 6 PUCLARO AREA MEDIA

DEMANDAS POR CULTIVOS

m³/mes

MES	VIDES	FRUTALES	CUL.PER.	PRA.ART.	CUL.VER.	CUL.INV.	CEREALES	PRA.NAT.	TOTALES	TASA l/s/ha
MAY	0	79696	0	121490	0	42051	0	0	243237	.302
JUN	0	64957	0	97704	0	46998	0	0	209659	.269
JUL	0	67565	0	106656	0	78228	0	0	252449	.314
AGO	92063	90522	0	142975	0	128318	0	0	453878	.287
SEP	210365	117783	0	189525	0	0	0	0	517673	.389
OCT	417508	177522	0	286206	60758	0	0	0	941993	.596
NOV	539032	200739	0	325083	168050	0	0	0	1232904	.806
DIC	643063	247174	0	403092	302243	0	0	0	1595573	1.009
ENE	584143	241957	0	399512	323114	0	0	0	1548725	.980
FEB	416587	205957	0	332244	254317	0	0	0	1209105	.847
MAR	295984	175043	0	284927	0	0	0	0	755955	.550
ABR	0	104739	0	165994	0	0	0	0	270733	.468
TOT	3198746	1773652	0	2855408	1108482	295595	0	0	9231883	

CUADRO IX.7 (continuación)

IX.21

SITUACION FUTURA CASO CA03

SECTOR 7 ALTOVALSQL AREA BAJA

DEMANDAS POR CULTIVOS

m³/mes

MES	VIDES	FRUTALES	CUL.PER.	PRA.ART.	CUL.VER.	CUL.INV.	CEREALES	PRA.NAT.	TOTALES	TASA l/s/ha
MAY	0	1104601	182000	222297	0	0	0	0	1508899	.236
JUN	0	624228	105560	126444	0	1239900	80595	0	2176727	.170
JUL	0	482942	85280	102651	0	1281230	76615	0	2028718	.153
AGO	13575	660192	116480	142760	0	1239900	125370	0	2298277	.170
SEP	39277	1076344	187720	239292	0	2479800	321385	0	4343819	.332
OCT	89595	1906080	321880	420801	1056368	0	796000	0	4590724	.309
NOV	112763	2103880	347360	484023	2969112	0	930325	0	6947464	.484
DIC	148963	2869395	458120	639019	5907456	0	0	0	10022953	.742
ENE	128872	2671594	426920	595512	6066424	0	0	0	9889322	.733
FEB	94482	2340214	123240	515974	4866472	0	0	0	7940382	.651
MAR	67694	2031953	194480	446634	2989624	0	0	0	5730385	.424
ABR	30589	1163685	162760	245411	0	0	0	0	1602444	.250
TOT	725810	19035109	2711800	4180817	23855456	6240830	2330290	0	59080112	

SECTOR 8 BELLAVISTA AREA BAJA

DEMANDAS POR CULTIVOS

m³/mes

MES	VIDES	FRUTALES	CUL.PER.	PRA.ART.	CUL.VER.	CUL.INV.	CEREALES	PRA.NAT.	TOTALES	TASA l/s/ha
MAY	0	2939517	252000	164255	0	0	0	0	3355772	.235
JUN	0	1661169	146160	93429	0	745500	70972	0	2717231	.149
JUL	0	1285184	118080	75848	0	770350	67467	0	2316930	.123
AGO	975	1756874	161280	105485	0	745500	110401	0	2880515	.153
SEP	2821	2864320	259920	176812	0	1491000	283013	0	5077886	.279
OCT	6435	5072377	445680	310928	692407	0	700960	0	7228787	.362
NOV	8099	5598755	480960	357643	1946135	0	819247	0	9210839	.476
DIC	10699	7635909	634320	472169	3872102	0	0	0	12625200	.671
ENE	9256	7109530	591120	440022	3976300	0	0	0	12126228	.644
FEB	6786	6227675	170640	381252	3189779	0	0	0	9976132	.587
MAR	4862	5407345	269280	330016	1959580	0	0	0	7971083	.424
ABR	2197	3096747	225360	181333	0	0	0	0	3505637	.253
TOT	52130	50655404	3754800	3089192	15636302	3752350	2052060	0	78992239	

CUADRO IX.7 (continuación)

SITUACION FUTURA CASO CA03

SECTOR 9 PAMPA HERRADURA AREA BAJA

DEMANDAS POR CULTIVOS

m³/mes

MES	VIDES	FRUTALES	CUL.PER.	PRA.ART.	CUL.VER.	CUL.INV.	CEREALES	PRA.NAT.	TOTALES	TASA l/s/ha
MAY	0	459975	70000	610169	0	0	0	0	1140145	.235
JUN	0	259940	40600	347069	0	624900	1928	0	1274436	.172
JUL	0	201106	32800	281760	0	645730	1833	0	1163228	.152
AGO	0	274916	44800	391852	0	624900	2999	0	1339466	.175
SEP	0	448209	72200	656818	0	1249800	7687	0	2434714	.328
OCT	0	793725	123800	1155030	434001	0	19040	0	2525596	.328
NOV	0	876093	133600	1328565	1219837	0	22253	0	3580347	.481
DIC	0	1194866	176200	1754004	2427034	0	0	0	5552104	.724
ENE	0	1112499	164200	1634582	2492344	0	0	0	5403625	.705
FEB	0	974506	47400	1416265	1999353	0	0	0	4437524	.641
MAR	0	846141	74800	1225937	1228264	0	0	0	3375142	.440
ABR	0	484579	62600	673612	0	0	0	0	1220791	.260
TOT	0	7926552	1043000	11475663	9800834	3145330	55740	0	33447119	

SECTOR 10 VEGAS AREA BAJA

DEMANDAS POR CULTIVOS

m³/mes

MES	VIDES	FRUTALES	CUL.PER.	PRA.ART.	CUL.VER.	CUL.INV.	CEREALES	PRA.NAT.	TOTALES	TASA l/s/ha
MAY	0	327486	0	78291	0	0	0	0	405777	.233
JUN	0	185067	0	44533	0	230700	148149	0	608449	.120
JUL	0	143180	0	36153	0	238390	140833	0	558556	.107
AGO	0	195730	0	50279	0	230700	230454	0	707163	.135
SEP	0	319108	0	84277	0	461400	590767	0	1455552	.288
OCT	0	565103	0	148203	535188	0	1463200	0	2711694	.354
NOV	0	623746	0	170469	1504242	0	1710115	0	4008572	.540
DIC	0	850701	0	225058	2992896	0	0	0	4068654	.779
ENE	0	792058	0	209735	3073434	0	0	0	4075227	.781
FEB	0	693812	0	181722	2465502	0	0	0	3341036	.709
MAR	0	602421	0	157301	1514634	0	0	0	2274356	.436
ABR	0	345002	0	86432	0	0	0	0	431434	.256
TOT	0	5643413	0	1472452	12085896	1161190	4283518	0	24646469	

CUADRO IX. 8

IX:23

SITUACION FUTURA CASO CA04

SECTOR 1 TURBIO AREA ALTA

DEMANDAS POR CULTIVOS

m³/mes

MES	VIDES	FRUTALES	CUL.PER.	PRA.ART.	CUL.VER.	CUL.INV.	CEREALES	PRA.NAT.	TOTALES	TASA l/s/ha
MAY	0	11203	0	130943	0	41798	0	0	183944	.365
JUN	0	8449	0	99543	0	44286	0	0	152279	.312
JUL	0	8377	0	103329	0	71032	0	0	182738	.363
AGO	121841	10072	0	126044	0	104496	0	0	362454	.238
SEP	319079	14826	0	191293	0	0	0	0	525198	.401
OCT	573016	20667	0	264558	49262	0	0	0	907503	.597
NOV	780508	24638	0	329139	149404	0	0	0	1283689	.872
DIC	857714	27971	0	361875	247680	0	0	0	1495241	.983
ENE	787143	27652	0	357644	269699	0	0	0	1442138	.948
FEB	661079	27710	0	354972	247805	0	0	0	1291566	.940
MAR	404127	20493	0	261663	130122	0	0	0	816406	.537
ABR	0	14710	0	180381	0	0	0	0	195091	.598
TOT	4504508	216768	0	2761385	1093974	261613	0	0	8838247	

SECTOR 2 DERECHO AREA ALTA

DEMANDAS POR CULTIVOS

m³/mes

MES	VIDES	FRUTALES	CUL.PER.	PRA.ART.	CUL.VER.	CUL.INV.	CEREALES	PRA.NAT.	TOTALES	TASA l/s/ha
MAY	0	39210	0	296148	0	55910	0	0	391269	.384
JUN	0	29572	0	225133	0	59238	0	0	313944	.319
JUL	0	29319	0	233695	0	95014	0	0	358029	.352
AGO	192381	35254	0	285068	0	139776	0	0	652479	.249
SEP	503810	51891	0	432639	0	0	0	0	989339	.425
OCT	904762	72333	0	598341	65894	0	0	0	1641330	.625
NOV	1232381	86232	0	744400	199846	0	0	0	2262860	.891
DIC	1354286	97899	0	818438	331302	0	0	0	2601924	.991
ENE	1242857	96783	0	808868	360755	0	0	0	2509263	.956
FEB	1043810	96986	0	802824	331469	0	0	0	2275088	.960
MAR	638095	71725	0	591793	174054	0	0	0	1475668	.562
ABR	0	51486	0	407960	0	0	0	0	459445	.597
TOT	7112381	758688	0	6245308	1463322	349939	0	0	15929638	

SITUACION FUTURA CASO CA04

SECTOR 3 PAIHUANO AREA ALTA

DEMANDAS POR CULTIVOS

m³/mes

MES	VIDES	FRUTALES	CUL.PER.	PRA.ART.	CUL.VER.	CUL.INV.	CEREALES	PRA.NAT.	TOTALES	TASA l/s/ha
MAY	0	16804	0	112398	0	18144	0	0	147347	.389
JUN	0	12674	0	85446	0	19224	0	0	117344	.320
JUL	0	12565	0	88695	0	30834	0	0	132095	.349
AGO	57714	15109	0	108193	0	45360	0	0	226376	.263
SEP	151143	22239	0	164201	0	0	0	0	337583	.442
OCT	271429	31000	0	227091	21384	0	0	0	550903	.640
NOV	369714	36957	0	282525	64854	0	0	0	754050	.905
DIC	406286	41957	0	310625	107514	0	0	0	866381	1.006
ENE	372857	41478	0	306993	117072	0	0	0	838400	.974
FEB	313143	41565	0	304699	107568	0	0	0	766975	.986
MAR	191429	30739	0	224606	56484	0	0	0	503257	.585
ABR	0	22065	0	154835	0	0	0	0	176900	.597
TOT	2133714	325152	0	2370308	474876	113562	0	0	5417612	

SECTOR 4 CLARO COCHIGUAZ AREA ALTA

DEMANDAS POR CULTIVOS

m³/mes

MES	VIDES	FRUTALES	CUL.PER.	PRA.ART.	CUL.VER.	CUL.INV.	CEREALES	PRA.NAT.	TOTALES	TASA l/s/ha
MAY	0	67217	0	185559	0	58867	0	0	311644	.373
JUN	0	50696	0	141063	0	62371	0	0	254130	.315
JUL	0	50261	0	146428	0	100039	0	0	296728	.355
AGO	230857	60435	0	178617	0	147168	0	0	617076	.223
SEP	604571	88957	0	271081	0	0	0	0	964609	.394
OCT	1085714	124000	0	374905	69379	0	0	0	1653999	.599
NOV	1478857	147826	0	466423	210415	0	0	0	2303521	.861
DIC	1625143	167826	0	512813	348823	0	0	0	2654605	.961
ENE	1491429	165913	0	506817	379834	0	0	0	2543992	.921
FEB	1252571	166261	0	503030	348998	0	0	0	2270860	.910
MAR	765714	122957	0	370803	183259	0	0	0	1442733	.522
ABR	0	88261	0	255617	0	0	0	0	343878	.592
TOT	8534857	1300609	0	3913154	1540709	368446	0	0	15657774	

SITUACION FUTURA CASO CA04

SECTOR 5 VICUÑA AREA MEDIA

DEMANDAS POR CULTIVOS

m³/mes

MES	VIDES	FRUTALES	CUL.PER.	PRA.ART.	CUL.VER.	CUL.INV.	CEREALES	PRA.NAT.	TOTALES	TASA l/s/ha
MAY	0	115116	0	357803	0	112662	0	0	585581	.300
JUN	0	93826	0	287749	0	125917	0	0	507492	.269
JUL	0	97594	0	314113	0	209585	0	0	621293	.318
AGO	647619	130754	0	421078	0	343786	0	0	1543236	.208
SEP	1479810	170130	0	558173	0	0	0	0	2208112	.333
OCT	2936952	256420	0	842908	162781	0	0	0	4199062	.566
NOV	3791810	289957	0	957405	450235	0	0	0	5489407	.765
DIC	4523619	357029	0	1187152	809761	0	0	0	6877561	.927
ENE	4109143	349493	0	1176607	865678	0	0	0	6500920	.877
FEB	2930476	297493	0	978497	681359	0	0	0	4887825	.730
MAR	2082095	252841	0	839142	0	0	0	0	3174078	.463
ABR	0	151290	0	488872	0	0	0	0	640162	.473
TOT	22501524	2561942	0	8409498	2969814	791950	0	0	37234728	

SECTOR 6 PUCLARO AREA MEDIA

DEMANDAS POR CULTIVOS

m³/mes

MES	VIDES	FRUTALES	CUL.PER.	PRA.ART.	CUL.VER.	CUL.INV.	CEREALES	PRA.NAT.	TOTALES	TASA l/s/ha
MAY	0	79696	0	121490	0	42051	0	0	243237	.302
JUN	0	64957	0	97704	0	46998	0	0	209659	.269
JUL	0	67565	0	106656	0	78228	0	0	252449	.314
AGO	92063	90522	0	142975	0	128318	0	0	453878	.287
SEP	210365	117783	0	189525	0	0	0	0	517673	.389
OCT	417508	177522	0	286206	60758	0	0	0	941993	.596
NOV	539032	200739	0	325083	168050	0	0	0	1232904	.806
DIC	643063	247174	0	403092	302243	0	0	0	1595573	1.009
ENE	584143	241957	0	399512	323114	0	0	0	1548725	.980
FEB	416587	205957	0	332244	254317	0	0	0	1209105	.847
MAR	295984	175043	0	284927	0	0	0	0	755955	.550
ABR	0	104739	0	165994	0	0	0	0	270733	.468
TOT	3198746	1773652	0	2855408	1108482	295595	0	0	9231883	

CUADRO IX.8 (continuación)

IX.26

SITUACION FUTURA CASO CA04

SECTOR 7 ALTOVALSOL AREA BAJA

DEMANDAS POR CULTIVOS

m³/mes

MES	VIDES	FRUTALES	CUL.PER.	PRA.ART.	CUL.VER.	CUL.INV.	CEREALES	PRA.NAT.	TOTALES	TASA l/s/ha
MAY	0	1104601	182000	222297	0	0	0	0	1508899	.236
JUN	0	624228	105560	126444	0	1239900	80595	0	2176727	.170
JUL	0	482942	85280	102651	0	1281230	76615	0	2028718	.153
AGO	13575	660192	116480	142760	0	1239900	125370	0	2298277	.170
SEP	39277	1076344	187720	239292	0	2479800	321385	0	4343819	.332
OCT	89595	1906080	321880	420801	1056368	0	796000	0	4590724	.309
NOV	112763	2103880	347360	484023	2969112	0	930325	0	6947464	.484
DIC	148963	2869395	458120	639019	5907456	0	0	0	10022953	.742
ENE	128872	2671594	426920	595512	6066424	0	0	0	9889322	.733
FEB	94482	2340214	123240	515974	4866472	0	0	0	7940382	.651
MAR	67694	2031953	194480	446634	2989624	0	0	0	5730385	.424
ABR	30589	1163685	162760	245411	0	0	0	0	1602444	.250
TOT	725810	19035109	2711800	4180817	23855456	6240830	2330290	0	59080112	

SECTOR 8 BELLAVISTA AREA BAJA

DEMANDAS POR CULTIVOS

m³/mes

MES	VIDES	FRUTALES	CUL.PER.	PRA.ART.	CUL.VER.	CUL.INV.	CEREALES	PRA.NAT.	TOTALES	TASA l/s/ha
MAY	0	2939517	252000	170825	0	0	0	0	3362342	.235
JUN	0	1661169	146160	97166	0	1191960	112428	0	3208884	.154
JUL	0	1285184	118080	78882	0	1231692	106876	0	2820715	.131
AGO	975	1756874	161280	109704	0	1191960	174888	0	3395681	.158
SEP	2821	2864320	259920	183885	0	2383920	448324	0	6143190	.295
OCT	6435	5072377	445680	323366	1104407	0	1110400	0	8062664	.345
NOV	8099	5598755	480960	371949	3104135	0	1297780	0	10861678	.481
DIC	10699	7635909	634320	491056	6176102	0	0	0	14948087	.695
ENE	9256	7109530	591120	457622	6342300	0	0	0	14509828	.675
FEB	6786	6227675	170640	396502	5087779	0	0	0	11889382	.612
MAR	4862	5407345	269280	343217	3125580	0	0	0	9150283	.426
ABR	2197	3096747	225360	188586	0	0	0	0	3512891	.254
TOT	52130	50655404	3754800	3212760	24940302	5999532	3250696	0	91865625	

CUADRO IX.8 (continuación)

IX.27

SITUACION FUTURA CASO CA04

SECTOR 9 PAMPA HERRADURA AREA BAJA

DEMANDAS POR CULTIVOS
m³/mes

MES	VIDES	FRUTALES	CUL.PER.	PRA.ART.	CUL.VER.	CUL.INV.	CEREALES	PRA.NAT.	TOTALES	TASA l/s/ha
MAY	0	459975	70000	610169	0	0	0	0	1140145	.235
JUN	0	259940	40600	347069	0	624900	1928	0	1274436	.172
JUL	0	201106	32800	281760	0	645730	1833	0	1163228	.152
AGO	0	274916	44800	391852	0	624900	2999	0	1339466	.175
SEP	0	448209	72200	656818	0	1249800	7687	0	2434714	.328
OCT	0	793725	123800	1155030	434001	0	19040	0	2525596	.328
NOV	0	876093	133600	1328565	1219837	0	22253	0	3580347	.481
DIC	0	1194866	176200	1754004	2427034	0	0	0	5552104	.724
ENE	0	1112499	164200	1634582	2492344	0	0	0	5403625	.705
FEB	0	974506	47400	1416265	1999353	0	0	0	4437524	.641
MAR	0	846141	74800	1225937	1228264	0	0	0	3375142	.440
ABR	0	484579	62600	673612	0	0	0	0	1220791	.260
TOT	0	7926552	1043000	11475663	9800834	3145330	55740	0	33447119	

SECTOR 10 VEGAS AREA BAJA

DEMANDAS POR CULTIVOS
m³/mes

MES	VIDES	FRUTALES	CUL.PER.	PRA.ART.	CUL.VER.	CUL.INV.	CEREALES	PRA.NAT.	TOTALES	TASA l/s/ha
MAY	0	327486	0	78291	0	0	0	0	405777	.233
JUN	0	185067	0	44533	0	230700	148149	0	608449	.120
JUL	0	143180	0	36153	0	238390	140833	0	558556	.107
AGO	0	195730	0	50279	0	230700	230454	0	707163	.135
SEP	0	319108	0	84277	0	461400	590767	0	1455552	.288
OCT	0	565103	0	148203	535188	0	1463200	0	2711694	.354
NOV	0	623746	0	170469	1504242	0	1710115	0	4008572	.540
DIC	0	850701	0	225058	2992896	0	0	0	4068654	.779
ENE	0	792058	0	209735	3073434	0	0	0	4075227	.781
FEB	0	693812	0	181722	2465502	0	0	0	3341036	.709
MAR	0	602421	0	157301	1514634	0	0	0	2274356	.436
ABR	0	345002	0	86432	0	0	0	0	431434	.256
TOT	0	5643413	0	1472452	12085896	1161190	4283518	0	24646469	

C A P I T U L O X

OPERACION DE MODELOS DE SIMULACION

X.1.- MODELO DE SIMULACION DE LOS RECURSOS HIDRAULICOS SUPERFICIALES

IN D I C E

1.1	INTRODUCCION	X.1.1
1.2	REPRESENTACION DEL SISTEMA	X.1.3
1.2.1	Esquema del Sistema	X.1.3
1.2.2	Representación de los Elementos	X.1.3
1.3	OPERACION DEL SISTEMA	X.1.12
1.3.1	Caudales Requeridos	X.1.14
1.3.2	Operación del Valle	X.1.21
1.4	DESCRIPCION DEL PROGRAMA DE COMPUTACION	X.1.29
1.4.1	Estructura del Programa	X.1.29
1.4.2	Archivos de Datos	X.1.34
1.4.3	Archivos de Resultados	X.1.36
1.5	DATOS DE ENTRADA	X.1.36
1.5.1	Estadísticas Fluviométricas	X.1.36
1.5.2	Otros Datos Constantes	X.1.46
1.5.3	Datos Variables	X.1.46
1.6	ALTERNATIVAS ANALIZADAS	X.1.51
1.6.1	Alternativas Preliminares	X.1.51
1.6.2	Alternativas Consideradas para el Area Total del Proyecto y Capacidad del Embalse	X.1.54
1.6.2.1	Introducción	X.1.54
1.6.2.2	Elaboración de las Cuatro Alternativas	X.1.57
1.6.2.3	Resultados Finales de las Alternativas	X.1.58

ANEXOS

X.A.1.1	Programa de Computación
X.A.1.2	Estadísticas y Evaporación
X.A.1.3	Demandas Reducidas y Coeficientes de Retorno
X.A.1.4	Embalse Puclaro Costo vs Volumen Util

1.1.- INTRODUCCION

Se ha preparado un modelo de simulación para estudiar paramétricamente la operación del sistema bajo condiciones futuras. En él se han incluido las alternativas de embalses más convenientes según el capítulo VII.1.- Alternativas de Obras Civiles -, considerándose en forma separada las demandas de agua de los diferentes sectores de riego. Dentro de las alternativas de canales se incluyeron los canales de trasvase ó de alimentación a embalses ya que son los únicos que condicionan la operación del modelo. Los demás mejoramientos de canales (Canal Bellavista Alto y Bajo, unificaciones y ampliaciones) están condicionados por los resultados del modelo y no influyen en su operación. Debido a que los aportes que pueden recibir los embalses Puclaro y Algarrobal son muy similares y como una manera de simplificar el modelo, se consideró el embalse Puclaro como representativo de ambos. Igual cosa ocurre con los embalses Bucalemu y Varillar en el río Turbio, en cuyo caso se eligió el primero de ellos como representativo. Los embalses considerados en el modelo, además de la Laguna que es existente, son el embalse Pan de Azúcar que es el más económico de los embalses estudiados y el embalse Arrayán que es el más económico de los embalses laterales. No se consideró ningún embalse en los ríos Claro y Cochiguas, por ser estos de muy alto costo. Tampoco se consideró el embalse Lagunillas por pertenecer a una cuenca totalmente independiente y no ser solución para los problemas del valle del río Elqui, en todo caso, si la operación del modelo indica que hay excedentes que puedan ser aprovechados por este embalse se le podrá incluir en el modelo con su respectiva zona de riego.

Por último se incluyó en el modelo, el embalse Piuquenes en el río Derecho a pesar de no contar en un principio antecedentes suficientes para estimar su costo. Posteriormente, en visitas efectuadas a la zona del muro se vió la imposibilidad de construir dicho embalse, por motivos geotécnicos. Con este modelo es posible determinar seguridades de riego para diferentes tipos de demandas y especificándose los volúmenes servidos y los eventuales volúmenes de fallas. Es posible además definir con el modelo las captaciones de todas las obras alternativas propuestas.

No se le ha dado al Modelo normas especiales de operación, como ser disminuir los volúmenes entregados por los embalses si el almacenado es menor que un cierto valor, ya que las alternativas analizadas con el Modelo han demostrado que en este caso dichas normas de operación sólo servirían para emparejar las fallas entre todos los meses de un año con déficit, pero no evitaría que existiera dicha falla, ni disminuiría mayormente su magnitud.

De todas maneras, es posible introducir en el Modelo cualquier norma de operación sin alterar mayormente el funcionamiento general del mismo.

En los puntos que vienen a continuación se describe en todos sus detalles el modelo elaborado así como también la forma de operarlo y los datos que requiere para su funcionamiento. Posteriormente se analizan los casos que se han estudiado con este modelo y finalmente se indican las principales conclusiones que se obtienen.

La interconexión de este Modelo con el modelo hidrogeológico se hace a través de los déficit que resulta de la operación de los recursos hidráulicos superficiales. En efecto, de dicha operación resultan ciertos déficit en los años de falla, los cuales se tratará de satisfacer mediante las aguas subterráneas. De esta manera los déficit, que son re-

X.1.3

sultados del primer Modelo, pasan a ser los datos de entrada, en cuanto a demanda, del Modelo Hidrogeológico.

1.2.- REPRESENTACION DEL SISTEMA

1.2.1- Esquema del Sistema

El sistema de recursos hidráulicos del valle del río Elqui se ha concebido como un conjunto de elementos interrelacionados. Dichos elementos son los sectores de riego en que se dividió el valle, los embalses de regulación, los canales de trasvase y los nodos que corresponden a puntos de interés en el río donde se concentra el caudal. En plano ubicado al final del informe se indica la ubicación de los embalses propuestos y un esquema geográfico del Modelo de Simulación.

En la figura X.1.1, se presenta el esquema del sistema a partir del cual se ha construido el modelo matemático de operación del sistema cuyo objetivo es estudiar el comportamiento hidráulico de diferentes esquemas alternativos de obras que se han planteado y permitir también la determinación de las dimensiones de estas obras así como la magnitud de las superficies que es posible regar con adecuada seguridad.

1.2.2 Representación de los Elementos

Sectores de Riego

Para cada sector de riego se ha determinado una demanda mensual en boca-toma que considera el reuso interno propio del sector. Esta demanda junto con el caudal que haya recibido el sector permiten establecer re-

X.1.4

gada en el mes y los retornos finales de riego.

Los retornos de riego se obtienen mediante un coeficiente de retornos que se calcula a partir de la diferencia entre la tasa a nivel del sector y la tasa efectiva determinada según lo estudiado en el Capítulo IV.6.- Recuperaciones -. El destino de los retornos de riego se estableció después de un análisis de la situación propia de cada sector de riego. Tanto el cálculo de la demanda mensual en bocatoma como del coeficiente de retornos, se ha hecho mediante programas de computación paralelos al Modelo, los cuales se describen en el anexo X.A.1.3.

Embalses de Regulación

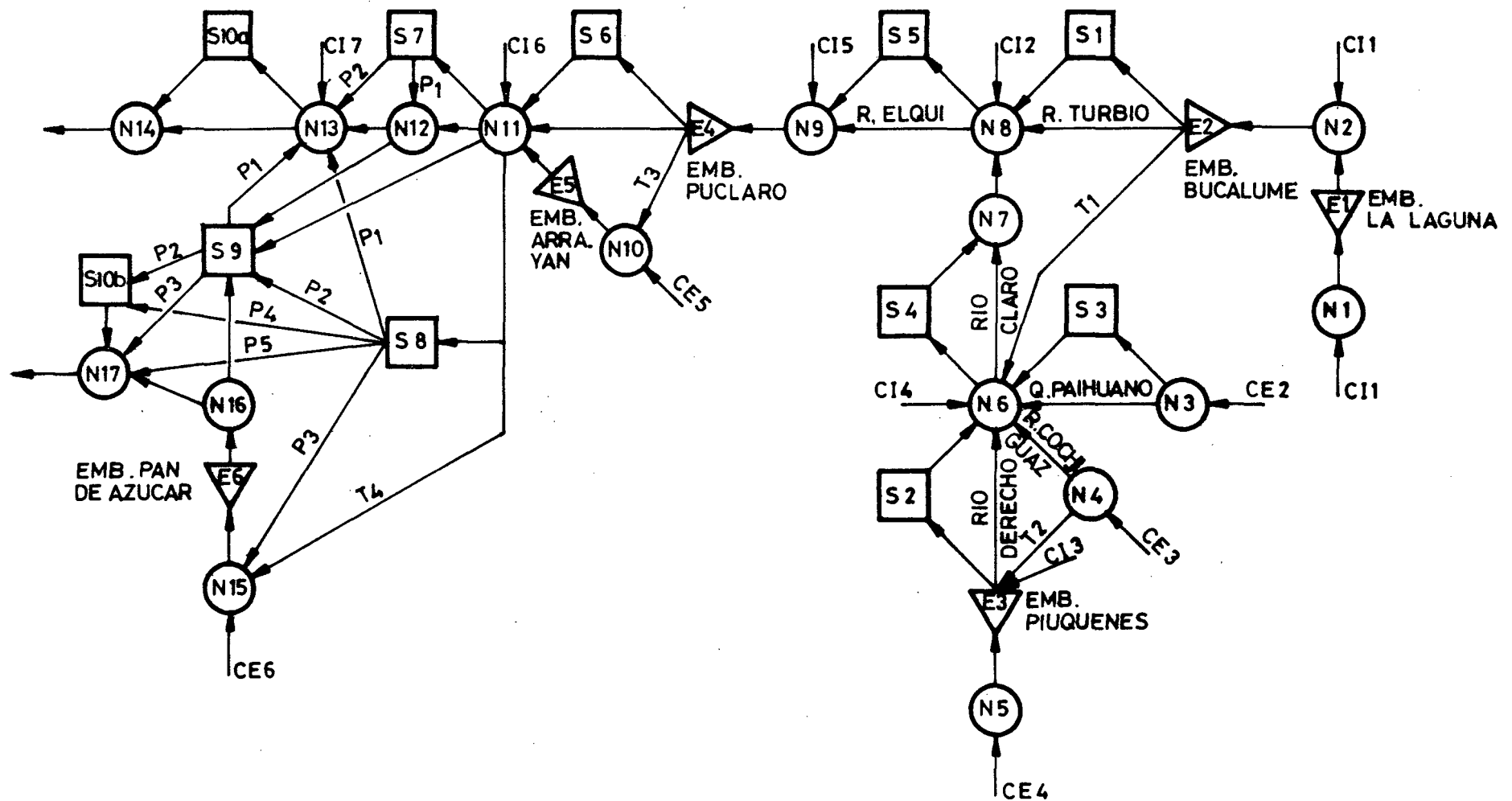
Se ha incluido seis embalses de regulación. El primero, El, corresponde al embalse existente La Laguna. Los demás corresponden a posibles embalses futuros identificados en el esquema de la figura X.1.1.

Los embalses se tratan con la ecuación de continuidad que establece la igualdad entre la diferencia de entradas y salidas con la variación de almacenamiento en el período considerado, en este caso un mes.

Los afluentes a un embalse corresponden a un dato de entrada cuando se trata de un embalse de cabecera tal como La Laguna ó Piuquenes. Para los demás embalses los afluentes resultan de la operación del sistema aguas arriba del mismo.

El caudal medio mensual que debe entregar o servir el embalse se determina para cada mes de acuerdo con la operación del sistema.

FIGURA X.1.1
VALLE DEL RIO ELQUI
ESQUEMA DEL SISTEMA



X.1.6

La evaporación desde el embalse se calcula con las tasas mensuales de evaporación que aparecen en los anexos A.1.2.1 y A.1.2.2 y la curva de embalse (área inundada versus volumen almacenado). En primer lugar se calcula una evaporación con el estado inicial del mes. Con ella y las demás variables que intervienen en el balance se obtiene un primer estado final que conduce a un segundo cálculo de evaporación. La evaporación final del mes se toma como el promedio simple entre los dos cálculos señalados. El cálculo del área inundada correspondiente a cierto volumen almacenado se efectúa por interpolación cuadrática.

Tanto el cálculo de la evaporación como el caudal que pueda servir el embalse para atender la demanda del mes quedan limitados al recurso disponible definido por el volumen inicial más el caudal medio afluente. En los meses en que el recurso disponible es menor que la suma de la evaporación más la demanda del embalse, se distribuye proporcionalmente el recurso disponible entre la evaporación y la demanda. Es decir, si el recurso disponible es sólo un 90% (por ejemplo) de dicha suma se entregará un 90% de la demanda al embalse y sólo se considerará como evaporación un 90% de la calculada según el párrafo anterior. Se adoptó este criterio debido a que la utilización de un método más exacto no aporta mayor precisión a los resultados que se obtienen con el modelo.

Una vez calculada la evaporación y el caudal servido, se determina el estado final con la ecuación de balance y el caudal vertido cuando se excede la capacidad útil máxima del embalse.

Canales de Trasvase

Se han incluido cuatro posibles trasvases. El primero, designado como T1, permite conducir caudales desde el río Turbio hacia el río Claro y tiene por objeto abastecer parte del sector S4. El segundo, T2, es un trasvase desde el río Cochiguas hacia el río Derecho para suplir déficit del sector S2.

X.1.7

El trasvase T2 tiene prioridad sobre los recursos del río Cochiguas solamente cuando se incluye el trasvase T1. De esta manera se concentran los eventuales déficit en el sector S4 los que pasan a ser la demanda para el trasvase T1, la cual será cubierta con los recursos del río Turbio y eventualmente con recursos del embalse La Laguna. En esta forma se logra en el fondo hacer llegar recursos de La Laguna al sector S4 e incluso al sector S2 del río Derecho.

El tercer y cuarto trasvase son en realidad canales alimentadores de embalses. El trasvase T3 es el canal alimentador del posible embalse Arrayán designado como E5. El canal conduciría los excedentes del río limitados a su capacidad. El trasvase T4 es el canal Bellavista que permitiría alimentar el posible embalse Pan de Azúcar, E6. El canal conduciría los excedentes del río pero limitados a la huelga de capacidad que presente el canal en el mes de proceso.

Nodos

Los nodos corresponden a puntos de interés para la operación del sistema. En ellos se concentra el caudal del río y también las demandas o caudales requeridos por los sectores de aguas abajo. Los caudales afluentes a los nodos del sistema corresponden a datos de entrada o bien a valores calculados internamente como resultado de la operación simulada.

Se han definido 17 nodos en el sistema. A continuación se describe la ubicación y el propósito de cada uno de ellos.

N1 : Se ubica en el embalse La Laguna y permite concentrar los afluentes a dicho embalse.

X.1.8

- N2 : Se ubica en el posible embalse Bucalemu inmediatamente aguas abajo de la junta del río Turbio con la quebrada El Calvario. Sus afluentes corresponden a los efluentes totales del embalse La Laguna más la cuenca intermedia entre ambos embalses, designada por CI1.
- N3 : Se ubica en la quebrada de Paihuano a la entrada del área de riego del sector S3, con el objeto de representar la disponibilidad total de agua de este sector. Los afluentes a este nodo son los aportes de la quebrada de Paihuano hasta su confluencia con el río Claro, designados por CE2.
- N4 : Se sitúa en el río Cochiguas antes de su junta con el río Derecho. Sus afluentes corresponden a los aportes de la cuenca hasta dicho lugar. Se designan por CE3.
- N5 : Se ubica en el sitio del posible embalse Piuquenes cuya cuenca hidrográfica corresponde a un 21% de la cuenca del río Derecho antes de su junta con el Cochiguas. Sus afluentes se han designado como CE4 y han sido estimados aplicando la proporción de áreas a los caudales estimados para el río Derecho antes de su junta con el Cochiguas.
- N6 : Corresponde al punto ubicado inmediatamente aguas abajo de la junta de los ríos Cochiguas y Derecho. No obstante, por razones de simplificación, se incluyen en este nodo los aportes y sobrantes de la quebrada de Paihuano. Los afluentes a este nodo se calculan internamente en el programa de simulación considerando los sobrantes, aportes intermedios, retornos de los sectores de riego y demás flujos mostrados en el esquema del sistema.

X.1.9

- N7 : Equivale al punto río Claro antes de su junta con el río Turbio. Sus afluentes se calculan internamente.
- N8 : Representa el punto inmediatamente aguas abajo de la junta de los ríos Claro y Turbio. Sus afluentes se determinan internamente.
- N9 : Corresponde aproximadamente al sitio de Elqui en Gualliguaica. Sus afluentes resultan de la operación del sistema y definen los caudales afluentes al posible embalse Puclaro.
- N10 : Se ubica en la quebrada El Arrayán inmediatamente aguas arriba de su confluencia con el río Elqui. Sus afluentes corresponden a los aportes propios de dicha quebrada, designados por CE5, más los aportes del posible canal alimentador T3. Estos caudales conforman los afluentes al posible embalse Arrayán.
- N11 : Este nodo representa el punto del río Elqui ubicado inmediatamente bajo la junta con la quebrada El Arrayán. Sus afluentes se calculan internamente como resultado de la operación efectuada.
- N12 : Es un nodo intermedio definido para incluir aquella parte de los retornos del sector S7 que pueden ser captados por el sector S9. Sus afluentes se calculan internamente como la suma de dichos retornos con los sobrantes del nodo N11.
- N13 : Representa al punto río Elqui inmediatamente aguas abajo de su junta con la quebrada Santa Gracia. Sus afluentes representan el recurso para el sector S10 y se calculan internamente.

X.1.10

N14 :Corresponde al río Elqui antes de su desembocadura al mar. Sus afluentes resultan de la operación del sistema y permiten evaluar el caudal no utilizado.

N15 :Este nodo es para representar los afluentes al posible embalse Pan de Azúcar. Ellos se forman por los aportes propios, designados como CE6, más los eventuales caudales del futuro canal T4 y una parte de los retornos del sector S8 que la red de drenaje permite aprovechar en forma natural en el embalse. Los afluentes se calculan internamente considerando los flujos recién mencionados.

N16 :Corresponde a un punto inmediatamente aguas abajo del posible embalse Pan de Azúcar y solo tiene fines de operación. Su caudal afluente es el efluente total de dicho embalse.

N17 :Es un punto ficticio cuyo propósito es cuantificar los caudales que van al mar través de los esteros de Peñuelas y Culebrón. Sus afluentes se obtienen de la operación del sistema considerando los flujos representados en el esquema.

Las estadísticas de caudales medios mensuales consideradas como datos de entrada son las siguientes:

CE1 : Afluentes al embalse La Laguna.

CE2 : Aportes de la quebrada de Paihuano hasta su confluencia con el río Claro.

CE3 : Aportes de la cuenca del río Cochiguas en su junta con el Río Derecho.

X.1.11

- CE4 : Aportes de la cuenca del río Derecho en el posible embalse Piuquenes.
- CE5 : Aportes de la quebrada El Arrayán en su junta con el río Elqui.
- CE6 : Aportes de la cuenca propia del embalse Pan de Azúcar. Estos aportes se han considerado despreciables de modo que los datos corresponden todos a valores nulos.
- CI1 : Cuenca intermedia entre los embalses La Laguna y Bucalume.
- CI2 : Cuenca intermedia entre el embalse Bucalume y Elqui en Algarrobal, excluido el río Claro. Estos aportes se han despreciado con lo que los datos son solamente valores nulos.
- CI3 : Cuenca intermedia entre el embalse Piuquenes y el río Derecho antes de su junta con el río Cochiguas.
- CI4 : Cuenca intermedia entre Claro en Montegrande y Rivadavia excluida la quebrada de Paihuano. Se ha considerado despreciable el caudal de esta cuenca intermedia así que la estadística solo incluye valores nulos.
- CI5 : Cuenca intermedia entre Elqui en Algarrobal y el embalse Puclaro.
- CI6 : Cuenca intermedia entre Elqui antes junta con quebrada El Arrayán y el embalse Puclaro. Representa principalmente los aportes de la quebrada Marquesa.
- CI7 : Cuenca intermedia entre Elqui bajo junta con quebrada El Arrayán y río Elqui bajo junta con quebrada Santa Gracia. Representa principalmente los aportes de esta última quebrada.

1.3.- OPERACION DEL SISTEMA

La operación del sistema se inicia, para cada uno de los meses de los cuarenta años simulados, período 1941/42-1980/81, con el cálculo de los caudales que deben llegar a cada nodo para satisfacer las demandas de los sectores de aguas abajo, descontados los aportes intermedios y retornos de riego que se van a producir una vez satisfechas las demandas.

El cálculo de los caudales requeridos por los nodos se efectúa desde aguas abajo hacia aguas arriba, comenzando por el nodo 13 ubicado físicamente en el río Elqui inmediatamente aguas abajo de la quebrada Santa Gracia, hasta llegar al nodo 1 que corresponde a los afluentes al embalse La Laguna, con lo cual se van estableciendo las demandas a los embalses incluidos en el proceso. En esta forma se da prioridad de uso a los embalses ubicados a menor cota, guardando el recurso en los embalses más altos.

Para los sectores que poseen más de una fuente de abastecimiento se da prioridad de uso a las fuentes sin regulación, luego a las propias y finalmente , a las fuentes compartidas.

Una vez terminado el cálculo de los caudales requeridos todas las demandas han quedado definidas y se procede a la operación propiamente tal del sistema en el sentido de aguas arriba hacia aguas abajo.

La operación del sistema determina el caudal afluente a los nodos del mismo, caudal que debe distribuirse de acuerdo con algún criterio cuando se producen déficit o fallas del sistema. El criterio adoptado consiste en dar prioridad al sector de riego que se abastece del nodo, frente al caudal que debe dejarse escurrir por el río para satisfacer las demandas

X.1.13

de los sectores de riego de aguas abajo. Esto vale para los nodos en que se ha considerado solamente un sector de riego captando en él.

El criterio anterior implica concentrar los déficit en los sectores aguas abajo y ha sido adoptado pensando en la ubicación de los embalses Puclaro y Arrayán que dominan los sectores bajos del valle del río Elqui. En esta forma los sectores altos S1 y S5 pasan a disponer de un mayor uso del embalse La Laguna en épocas de déficit, experimentando así un mejoramiento respecto a la situación actual.

Cuando se considera el embalse Bucalume, que además domina los sectores altos S1 y S5, el caudal afluente a un nodo en meses deficitarios debería repartirse proporcionalmente entre el sector que capta en el nodo y el que debe dejarse escurrir río abajo, ello con el objeto de lograr una distribución más justa del agua disponible. Este criterio no se incorporó en la operación del sistema, pero se incluirá en todo caso si el embalse Bucalume resultara más conveniente. En el hecho se encuentra parcialmente implementado ya en los nodos N11 y N12, cuyos afluentes se distribuyen en proporción a los requerimientos de los sectores que se abastecen de ellos y de los que hay que dejar escurrir río abajo.

Es necesario señalar que cuando se produce una falla del sistema por agotamiento de las fuentes de agua, los sectores de riego afectados por el déficit reciben un caudal inferior a su demanda, lo que provoca automáticamente una disminución del retorno de riego final, pues él es directamente proporcional a la demanda abastecida. Lo anterior implica que el caudal requerido en cada nodo debería ser mayor, por cuanto en su determinación se supuso que los sectores de riego estarían plenamente abastecidos generando los retornos de riego sin reducción.

X.1.14

No obstante, no tiene sentido modificar dichos cálculos por cuanto en el planteamiento del Modelo se dió igual prioridad a todos los sectores bajo el embalse. En este caso se reparte todo el recurso disponible entre los sectores afectados en forma proporcional a sus demandas totales, de manera que el porcentaje de déficit sea el mismo en todos ellos.

Respecto a la operación de los embalses como se explicó anteriormente, no se incluyó ninguna política de entregas en años deficitarios. Ellos deben suministrar el 100% de su demanda independiente de que ello no sea posible en uno o más meses siguientes de la temporada de riego.

1.3.1 Caudales Requeridos

A continuación se presenta el método de cálculo de los caudales requeridos por los nodos, el cual se comprenderá mejor si se tiene a la vista la Figura X.1,1 con el esquema del sistema.

Los caudales requeridos por los nodos se designan por $QRN(J,K)$ siendo J el indicador del mes y K el número del nodo.

Nodo 13 :

El caudal requerido por este nodo es la demanda del sector S10a, designada por $DM(J,10)$.

Nodo 12 :

En primer lugar, se determina el caudal que debe llegar al nodo 13 por

X.1.15

aportes de la cuenca intermedia CI7; la proporción de retornos de riego del sector S9 que drena hacia el río (porcentaje p1 de S9); la parte de los retornos de riego del sector S8 que drena al río (porcentaje p1 de S8) y la parte de los retornos de riego del sector S7 concentrada en el nodo 13 (porcentaje p2 de S7). La diferencia así obtenida se limita a cero para evitar valores negativos y luego se suma con la demanda del sector S9 que puede abastecerse desde este punto en el río, designada por DMS9 (J,1). Con ello se obtiene el caudal requerido por el nodo 12.

Nodo 11 :

El caudal requerido por este nodo esta formado por la suma de los siguientes términos:

- a) El caudal que debe llegar por el río al nodo 12.
- b) La demanda del sector S7, designada por DM (J,7).
- c) La demanda del sector S8, designada por DM (J,8).
- d) La demanda del sector S9 descontadas los aportes de sus otras fuentes; se designa por DEF.

Dónde :

- a) Es el caudal que debe llegar por el río al nodo 12 se obtiene restando a QRN (J,12), la parte de los retornos de riego del sector S7 que llega al nodo 12 y que pueden ser captados por el sector S9 (porcentaje p1 de S7). La diferencia se limita a cero.
- b) Es simplemente la demanda de S7.
- c) Es la demanda de S8.
- d) El sector S9 se dividió en cuatro sub-áreas todas las cuales pueden abastecerse desde el nodo 11.

X.1.16

La primera sub-área es la que puede aprovechar una parte de los retornos del sector S7. Su demanda es DMS9 (J,1). La parte no cubierta con dicho retorno de riego define un déficit DEF1 limitado a cero básicamente.

La segunda sub-área es la que puede aprovechar parte de los retornos de riego del sector S8 (porcentaje P2 de S8). Su demanda se designa por DMS9 (J,2) y puede ser abastecida también desde el embalse Pan de Azúcar solamente cuando este se considera.

La tercera sub-área es el saldo del área que puede abastecer el embalse Pan de Azúcar. Su demanda se designa por DMS9 (J,3).

La cuarta sub-área es la que solamente puede abastecerse desde el nodo 11. Su demanda se designa por DMS9 (J,4).

Después de obtenido DEF1 se calcula DEF2 como la parte de DMS9 (J,2) no cubierta con la fracción P2 de los retornos de riego de S8. En seguida se determina la demanda al embalse Pan de Azúcar como la suma de DEF2 más DMS9 (J,3). Solo cuando el proceso incluye el caso del embalse Pan de Azúcar, se efectúa una primera operación considerando como recurso disponible el volumen inicial más los aportes propios de su cuenca CE (J,6) más la parte de los retornos de riego del sector S8 (porcentaje p3 de S8) que drena hacia este embalse.

La demanda total del sector S9 al nodo 11, designada por DEF resulta entonces de la suma de la demanda a Pan de Azúcar no cubierta por su operación más DF1 y más DMS9 (J,4).

Embalse Arrayán

La demanda de este embalse se define como el caudal requerido por el nodo 11 descontados los aportes de la cuenca intermedia CI (J,6) y los retornos de riego del sector S6. El resultado se limita a cero. Se opera preliminarmente el embalse tomando en cuenta su estado inicial y sus afluentes CE (J,5).

Embalse Puclaro

La demanda de Puclaro es la demanda del sector S6 sumada con la demanda del embalse Arrayán que este no pudo satisfacer en la operación preliminar. Si en el proceso no se considera el embalse Arrayán, el caudal servido será solamente su afluente CE (J,5). De modo que Puclaro deberá abastecer, en este caso, QRN (J,11) menos CI (J,6), menos CE (J,5) todo esto limitado a cero y luego sumado con DM (J,6).

Nodo 9 :

El caudal requerido por este nodo es la parte de la demanda de Puclaro que éste no pudo abastecer.

Nodo 8 :

El caudal requerido por este nodo es el caudal QRN (J,9) menos el aporte de la cuenca intermedia CI (J,5) y menos los retornos de riego del sector S5. El resultado se limita a cero y se suma con la demanda del sector S5.

Antes de proseguir con el cálculo de caudales requeridos es necesario determinar los afluentes al nodo 7 los que resultan de la operación del valle del río Claro. Ella se presenta a continuación:

Nodo 4 :

Los afluentes a este nodo corresponden a los aportes de la cuenca del río Cochiguas hasta su junta con el río Derecho. Se designan por CE (J,3). El caudal requerido por este nodo depende de la demanda del sector S4 y de la existencia de los travases T1 y T2. El trasvase T1 permite conducir recursos del río Turbio hacia el valle del río Claro para abastecer parte del sector S4. A su vez el trasvase T2 permite traspasar recursos del río Cochiguas hacia el valle del río Derecho para abastecer parte del sector S2. Los recursos con que contaría el trasvase T2 designados como RT2, dependen de la existencia del trasvase T1. Si existe el trasvase T1, el trasvase T2 puede captar todo el caudal afluente al nodo 4. Por el contrario, si no existe el trasvase T1, el trasvase T2 solo cuenta con los sobrantes del nodo 4 una vez descontada la demanda del sector S4. El caudal conducido por el trasvase T2 depende de las demandas y recursos del sector S2.

Trasvase T2 :

Se calcula primero qué parte de la demanda de S2 no puede ser cubierta con sus propios recursos, parte designada como DF2. Si no existe el embalse Piuquenes, DF2 es la demanda DM (J,2) menos el aporte de la cuenca intermedia CI (J,3), que no puede ser regulada por Piuquenes y menos los afluentes a Piuquenes, designados como CE (J,4). El resultado queda limitado a cero. Si existe el embalse Piuquenes se define como la diferencia entre DM (J,2) y CI (J,3). Ahora se determina el aporte del trasvase T2 como el menor valor entre DF2, RT2 y la capacidad máxima de

conducción. Esta última varía mensualmente con el objeto de evitar el traspaso de agua hacia partes del sector S2 que en realidad no son dominadas por T2.

Embalse Piuquenes

(Nodo 5)

La demanda al embalse Piuquenes es la demanda del sector S2 menos la cuenca intermedia CI (J,3) y menos el aporte del trasvase T2. El resultado se limita a cero. Esta manera de operar da prioridad al trasvase T2 frente al embalse Piuquenes y se ha contemplado para el caso de un proceso que incluya las dos obras. Definida la demanda se opera el embalse cuyos afluentes son los designados por CE (J,4).

Sector S2 :

El caudal disponible para este sector se designa por QD y se define como la suma del efluente total de Piuquenes más la cuenca intermedia CI (J,3) y más el aporte del trasvase T2. El caudal captado por el sector S2, QB (J,2), se define como el menor valor entre la demanda DM (J,2), la capacidad de los caudales y el caudal QD. En seguida se opera el sector S2, lo cual define la demanda suplida, el déficit, el retorno de riego y la superficie que pudo abastecerse.

Nodo 3 :

Los afluentes a este nodo son los aportes de la quebrada de Paihuano, designado como CE (J,2). El caudal requerido es la demanda del sector S3.

X.1.20

Sector S3 :

Se define el caudal captado por el sector S3 como el menor valor entre su demanda DM (J,3), su capacidad de canales y el afluente al nodo 3. Luego se opera este sector.

Nodo 6 :

Se determina el afluente a este nodo sin incluir el aporte del trasvase T1 el cual se define en la operación del río Turbio. El afluente al nodo 6 es el sobrante del nodo 3, más los retornos de riego del sector S3, más los sobrantes del nodo 4, afluentes menos caudal captado por T2, más la cuenca intermedia CI (J,4), más los retornos de riego del sector S2 y más los sobrantes del río Derecho en la cabecera de S2, es decir, el valor QD ya definido menos el caudal captado por el sector S2.

Sector S4 :

El caudal captado por este sector es el menor valor entre su demanda, su capacidad de canales y el afluente al nodo 6. Definido el caudal captado se opera el sector.

Nodo 7

El caudal afluente a este nodo es el sobrante del nodo 6 más los retornos de riego del sector S4.

Embalse Bucalume

La demanda de este embalse es la suma de la demanda del sector S1 con la demanda del trasvase T1 y con el caudal que debe llegar por el río al nodo 8. La demanda de S1 se designa por DM (J,1). El caudal demandado por el trasvase T1 es el déficit del sector S4 determinado en su operación pero limitado a la capacidad del trasvase la cual varía mensualmente.

te por las mismas razones indicadas para el trasvase T2. El caudal que debe llegar por el río al nodo 8 es QRN (J,8) descontados el afluente al nodo 7, la cuenca intermedia CI (J,2) y los retornos de riego del sector S1. El resultado se limita a cero. Definida la demanda se opera preliminarmente este embalse considerando solo su volumen inicial.

Nodo 2 :

El caudal requerido por este nodo es la demanda del embalse Bucalume que éste no pudo abastecer con su volumen almacenado a principios del mes.

Embalse La Laguna

La demanda de este embalse es el caudal QRN (J,2) descontando el aporte de la cuenca intermedia CI (J,1).

1.3.2 Operación del Valle

Definidas las demandas al embalse La Laguna, se conocen todas las demandas y es posible efectuar la operación de todo el sistema. El valle del río Claro ya ha sido operado y sólo resta definir desde el nodo 6 hasta el 7, una vez conocidos los aportes del trasvase T1.

Embalse La Laguna

El afluente a este embalse es el caudal que llega al nodo 1 designado como CE (J,1). Conocida la demanda, se opera este embalse.

Nodo 2 :

El caudal afluente a este nodo es el efluente total del embalse La Laguna más la cuenca intermedia CI (J,1).

Embalse Bucalume

Su afluente es el mismo que llega al nodo 2. Se opera este embalse.

Sector S1 :

El caudal captado por este sector es el menor valor entre su demanda, su capacidad de canales y el efluente total del embalse Bucalume. Se opera este sector.

Trasvase T1 :

El caudal captado por este canal es el menor valor entre el déficit que tenía el sector S4, su capacidad del mes y el caudal no captado por el sector S1. Como puede apreciarse el sector S1 tiene prioridad frente al trasvase T1.

Nodo 6 :

Se redefine su afluente agregándole el aporte del trasvase T1.

Sector S4 :

Se reopera este sector considerando la mayor disponibilidad del nodo 6.

X.1.23

Nodo 7 :

Se redefine su afluente como el sobrante del nodo 6 más los nuevos retornos del sector S4.

Nodo 8 :

Su afluente es el caudal que llega al nodo 7, más el retorno de riego de S1, más la cuenca intermedia CI (J,2) y más el caudal excedente del efluente total Bucalume que no fué captado por S1 ni T1.

Sector S5 :

El caudal captado por este sector se define, al igual que en los demás, como el menor valor entre su demanda, su capacidad de conducción y el recurso disponible, en este caso el afluente al nodo 8. Se opera este sector.

Nodo 9 :

El afluente a este nodo es el sobrante del nodo 8, más el retorno de riego del sector S5 y más el aporte de la cuenca intermedia, CI (J,5).

Embalse Puclaro

Su afluente es el caudal que llega al nodo 9. Se opera el embalse con la demanda ya conocida.

X.1.24

Sector S6 :

El caudal disponible es el efluente total del embalse Puclaro. El caudal captado es el menor valor entre su demanda, su capacidad de canales y su recurso disponible. Se opera el sector.

Trasvase T3 :

Este trasvase funciona sólo cuando se incluye el Embalse Arrayán. El caudal disponible para este trasvase es la parte del efluente total de Puclaro que excede a su demanda. El caudal captado es el disponible pero limitado a su capacidad.

Nodo 10 :

El caudal afluente a este nodo es el aporte de la cuenca de la quebrada El Arrayán, designado como CE (J,5), más el aporte de trasvase T3 ya definido.

Embalse Arrayán

Su afluente es el mismo caudal que llega al nodo 10. Su demanda se determinó en el cálculo de los caudales requeridos, luego se opera el embalse con dichos afluentes y demandas.

Nodo 11 :

El caudal afluente a este nodo es el efluente total de Puclaro, menos el caudal captado por el sector S6, menos el caudal captado por el trasvase T3, más los retornos de riego de S6, más el aporte de la cuenca intermedia CI (J,6) y más el efluente total del embalse Arrayán. El caudal afluente a este nodo se reparte proporcionalmente entre los sectores que se abastecen de él. El caudal requerido por este nodo es QRN (J,11) y está formado por la suma de las demandas de los sectores S7 y S8, más el déficit DEF del sector S9 y más el caudal que debe llegar por el río al nodo 12.

Sector S7 :

El recurso disponible para este sector es la parte proporcional que le corresponde del caudal del nodo 11. El caudal captado es el menor valor entre su demanda, su capacidad de conducción y su recurso disponible. Se opera este sector.

Sector S8 :

El recurso para este sector es la parte proporcional que le toca del caudal afluente al nodo 11. Se define el caudal captado por el sector en la misma forma que para los demás sectores y se opera S8.

Caudal para S9 :

El caudal disponible para el sector S9 en el nodo 11 es la parte proporcional que le corresponde. El caudal que recibe es dicho recurso pero limitado a la demanda que S9 plantea al nodo 11, demanda que se designó como DEF.

Trasvase T4 :

Este trasvase se considera solamente cuando se ha incluido el embalse Pan de Azúcar. Dado que la conducción se haría a través del canal Bellavista, se define la capacidad de este trasvase como la huelga que presenta la conducción del sector S8, huelga que es por lo tanto variable mes a mes. El caudal disponible para este trasvase se define como el excedente en el nodo 11, es decir, el afluente al nodo 11 menos QRN (J,11). El caudal captado es el menor valor entre su caudal disponible y la huelga de capacidad.

Nodo 15 :

El afluente a este nodo es el aporte propio de la cuenca hidrográfica del embalse Pan de Azúcar más el aporte del trasvase T4 y más la parte de los retornos de riego del sector S8 que fluye hacia el embalse (porcentaje p3 de S8).

Embalse Pan de Azúcar

Su afluente es el mismo caudal que llega al nodo 15. Su demanda se determinó en el cálculo de caudales requeridos. Con estos datos se opera el embalse.

X.1.27

Nodo 16 :

Su afluente es el efluente total del embalse Pan de Azúcar.

Nodo 12 :

Su afluente está formado por el sobrante del nodo 11 y por una parte de los retornos de riego del sector S7 (porcentaje p1 de S7). El caudal afluente a este nodo se reparte proporcionalmente entre el sector S9 y el sector S10. Para ello se asigna al sector S9 la proporción que representa la demanda del área 1 del sector S9 frente al total del caudal requerido en el nodo 12. El resto del caudal sigue por el río hasta el nodo 13.

Sector S9 :

Se define el caudal total con que contará este sector como la suma del que le corresponde del nodo 11, más el proveniente del nodo 12, más la parte de retornos de S8 que puede aprovechar S9 (porcentaje p2 de S8) pero limitada a la demanda del área 2 de S9 y más el aporte del embalse Pan de Azúcar limitado al afluente al nodo 16 y a la demanda que S9 plantea a este embalse. Este último aporte se incluye sólo cuando se considera este embalse. Definido el caudal total de S9 se opera este sector.

Nodo 13 :

El afluente a este nodo es el sobrante del nodo 12 sumado con una parte de los retornos de S7 (porcentaje p2 de S7), con el aporte de la cuenca intermedia CI (J,7), con el porcentaje p1 de los retornos de S8 y con el porcentaje p1 de los retornos de S9.

X.1.28

Sector S10a :

El caudal disponible para S10a es el menor valor entre su demanda, su capacidad total de conducción y el efluente al nodo 13. Conocido este caudal se opera el sector.

Nodo 14 :

El afluente a este nodo es el sobrante del nodo 13 sumado con los retornos de S10a y representa el caudal del río Elqui que llegaría al mar.

Sector S10b :

Este sector corresponde a aquella parte del sector S10 original que se ubica al sur del río Elqui. Esta área no tiene captaciones directas en el río pero aprovecha los derrames de los sectores S8 y S9. También posee drenes que no se han incluido en este modelo por la dificultad de representar dichos aportes dentro del marco de este estudio. El caudal disponible para este sector se define por la suma del porcentaje p2 de los retornos de S9 más el porcentaje p4 de los retornos de S8. Con este caudal se opera el sector.

Nodo 17 :

El afluente a este nodo representa el caudal que llega al mar por la quebrada de Peñuelas y por el estero Culebrón. Este afluente se obtiene como la suma de los siguientes términos: los retornos del sector S10b, el porcentaje p3 de los retornos de S9, el porcentaje p5 de S8, la parte del porcentaje p2 de los retornos de S8 no usado por el área 2 de S9 y el sobrante del nodo 16.

1.4.- DESCRIPCION DEL PROGRAMA DE COMPUTACION

La primera versión del programa de computación se escribió en el lenguaje FORTRAN IV nivel G de IBM y se procesó en el computador IBM 370 modelo 145 del Centro de Computación de la Universidad de Chile.

La segunda versión, que ahora se describe, está escrita en el lenguaje BASIC del computador IBM sistema 23 perteneciente a IPLA Ltda. Ingenieros Consultores.

1.4.1 Estructura del Programa

El programa se estructuró en forma modular. Consta de un programa principal denominado MELQUI y de varias subrutinas invocadas por MELQUI.

Los datos se organizaron en cuatro archivos en diskette, fuera de la primera información, referente al caso a procesar, que se solicita por pantalla.

Los resultados del proceso se organizan en tres archivos en diskette que son impresos al final del proceso.

En la figura N° X.1.2 se presenta un diagrama de flujo del programa principal que es enteramente modular.

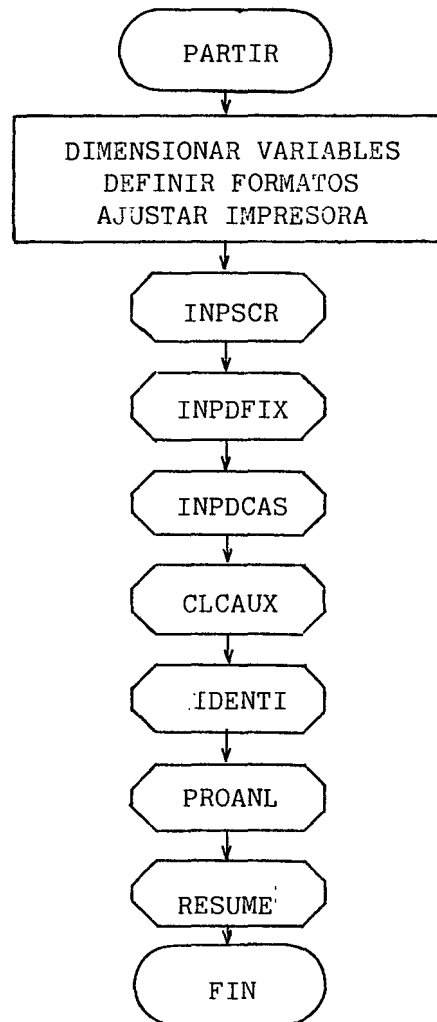
A continuación se presenta una breve descripción de las subrutinas :

INPSCR : Controla el ingreso de los datos por pantalla. Se indica si se continúa un proceso suspendido o no. Se ingresa el año de partida, el número de años a procesar. Si se desea impresión detallada y el nombre del archivo con los datos propios del caso. Si se trata de un nuevo proceso, se solicita los volúmenes iniciales en los embalses. De lo contrario se toman como iniciales los estados finales en diskette en el proceso anterior.

IX.1.30

FIGURA IX.1.2

DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROGRAMA PRINCIPAL MELQUI



X.1.31

- INPDFIX : Esta subrutina lee el archivo de la unidad de referencia #1 que contiene los datos fijos para todo proceso. Estos datos corresponden a las curvas de embalse y a las tasas de evaporación mensuales de los mismos.
- INPDCAS : Mediante esta subrutina se leen los datos propios del caso y las demandas mensuales de los sectores de riego. Los primeros residen en el archivo especificado en INPSCR que se lee por la unidad #2.
- CLCAUX : Esta subrutina efectúa una serie de cálculos auxiliares y conversiones de unidades. Además abre los archivos referenciados por las unidades #3, #4 y #8 que contienen, respectivamente, las estadísticas de caudales, los resultados para el resumen y los resultados con los porcentajes de demandas suplidas por sector.
- IDENTI : Esta subrutina imprime los datos del caso para posterior identificación del proceso.
- PROANL : Esta subrutina comanda los procesos anuales. Se leen los datos de caudales medios mensuales del año en proceso para todos los lugares necesarios y se invoca a la subrutina ELQUI que efectúa la operación de todo el sistema. En seguida se calculan los déficit y porcentajes de demanda por sector. Los diferentes resultados requeridos para el resumen se graban temporalmente en diskette. Si se ha especificado, se invoca la subrutina DETALL para una impresión detallada de resultados del año.

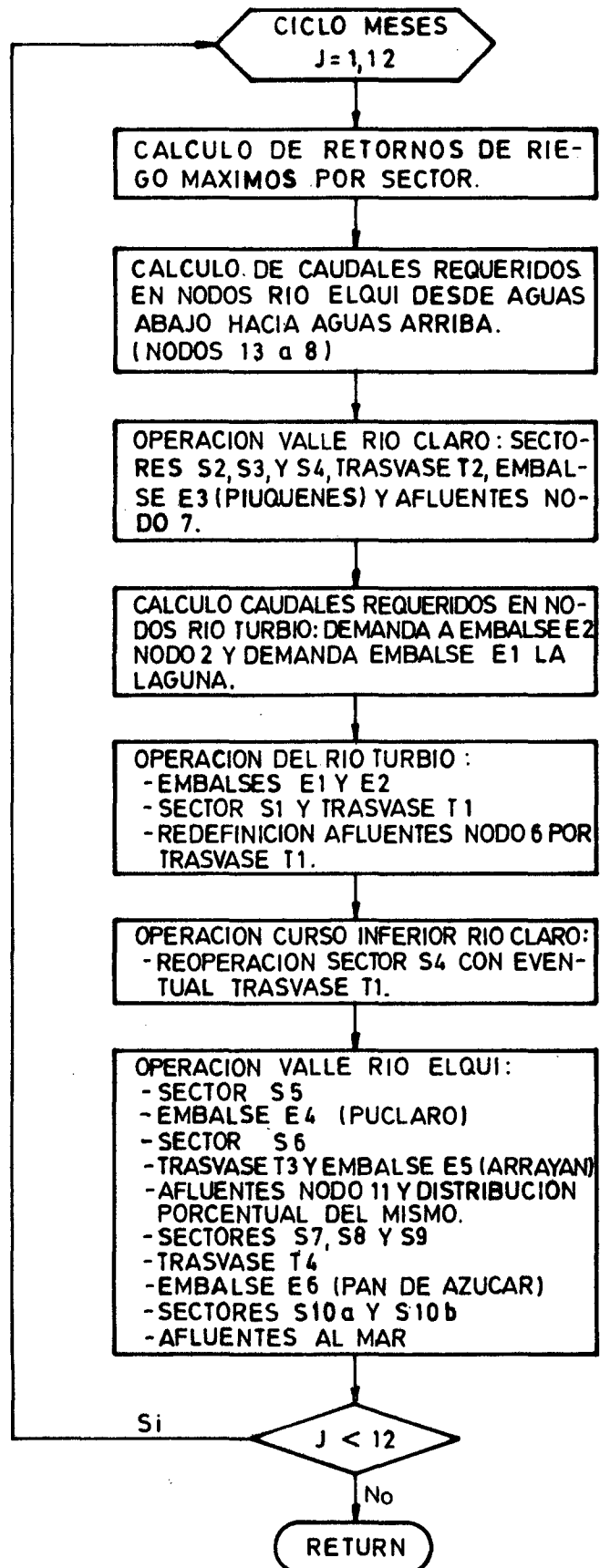
RESUME : Esta subrutina imprime un resumen de los resultados del proceso. Para cada sector se imprimen los porcentajes de demanda anual suplida y para cada embalse considerando, los estados finales de cada mes. Además se imprimen los caudales conducidos por trasvases y los caudales afluentes al nodo 14 que representa la descarga al mar.

ELQUI : Esta es la subrutina que efectúa la operación del sistema tal cual se describió anteriormente. Ella invoca a las subrutinas SECRIE Y EMBALS. Un diagrama de flujo de esta subrutina se presenta en la figura X.1.3.

SECRIE : Esta subrutina efectúa los cálculos necesarios para los sectores de riego. Conocido el caudal disponible para el sector y su demanda, se determina la demanda suplida, el déficit, la superficie regada y el retorno de riego de cada mes.

EMBALS : Esta subrutina efectúa la operación mensual de cada embalse. Conocidos el estado inicial, el afluente y la demanda por abastecer, se calcula el caudal entregado, el vertido, la pérdida por evaporación y el estado final. La evaporación con las curvas de embalse y las tasas de evaporación considerando la superficie inundada media del mes. Se invoca el subprograma FINT para interpolar en las curvas de embalse.

DIAGRAMA DE FLUJO SUBROUTINA ELQUI



FINT : Este subprograma permite interpolar valores de una función definida por puntos aplicando el polinomio de Lagrange. Se emplea interpolación cuadrática, pero pueden usarse otros grados de interpolación si se desea.

DETTALL : Esta subrutina es invocada por PROANL cuando se necesita una impresión detallada de cada año procesado. Para los embalses se imprime el caudal afluente, la evaporación, la demanda, la entrega, el vertido, el estado final y la cota final. Para cada sector de riego se imprime el caudal en bocatoma, la demanda, el caudal abastecido, el déficit, el retorno de riego y la superficie regada. En los nodos se imprime el afluente y el caudal requerido. Para cada trasvase se imprime el caudal conducido.

1.4.2 Archivos de Datos

Con excepción de los datos que se ingresan por pantalla al comienzo del proceso, los demás están organizados en archivos en diskette.

El primer archivo se denomina ELQUI. DTSFIX y se referencia por la unidad #1. Es de acceso secuencial, de tipo Display y contiene las curvas de embalse ordenadas en seis grupos, uno para cada embalse.

Cada grupo contiene cuatro registros, el primero con las cotas en m, el segundo con los volúmenes útiles en ($m^3 \times 10^6$), el tercero con las superficies en ($ha \times 10^6$) y el cuarto con las tasas mensuales de evaporación en (lt/sg/ha).

El segundo archivo se denomina ELQUI.DT "sigla del caso" y se referencia por la unidad #2. Es de acceso secuencial, de tipo Display y contiene los siguientes datos:

Registros N° Contenidos

- | | |
|-----|--|
| 1) | Identificación |
| 2) | N° de años de estadísticas, números de estadísticas, último mes de invierno. |
| 3) | Capacidad de canales de riego de cada sector en (m^3/s). |
| 4) | Eficiencias de riego de cada sector. |
| 5) | Volúmenes máximos de embalses en ($m^3 \times 10^6$) |
| 6) | Capacidad de trasvase en (m^3/s). |
| 7) | Identificación |
| 8) | Porcentajes de retornos en sectores S7, S8 y S9. |
| 9) | Identificación. |
| 10) | Porcentajes de distribución de retornos en sector S9. |

El tercer archivo de datos se llama ELQUI.DTSEST y se referencia por la unidad # 3. Es de acceso directo y contiene las 13 estadísticas de caudales requeridas por el modelo. Las primeras seis estadísticas contienen los datos de las cuencas de entrada CE1 a CE6, las siete restantes, los datos de las cuencas intermedias CI1 a CI7. Cada estadística tiene 40 años, un registro por año, empezando por 1941/42.

El cuarto archivo de datos se denomina ELQUI.DMNS "sigla del caso" y se referencia por la unidad #7. Es de acceso secuencial y contiene las demandas mensuales y el factor de retornos por sector.

1.4.3 Archivos de Resultados

Se trata de tres archivos en diskette todos de acceso directo, uno de enlace entre procesos y los otros dos transitorios para impresión de resultados.

El archivo de enlace se denomina ELQUI.EFIN, se referencia por la unidad #6 y contiene los estados finales de los embalses del último mes procesado.

El primer archivo transitorio se designa como ELQUI.RSM, y se referencia por la unidad #4. En este archivo se graba temporalmente toda la información requerida por RESUME.

El segundo archivo transitorio se designa por ELQUI.DMSS."sigla del caso" y se referencia por la unidad #8. En este archivo se graban las demandas suplidas para cada año en cada sector de riego.

1.5.- DATOS DE ENTRADA

1.5.1.- Estadísticas Fluviométricas

Como se indicó en la descripción del modelo que se ha implementado, es necesario tener como datos de entrada, una serie de estadísticas fluviométricas de gastos medios mensuales en ciertos puntos del sistema. A continuación se describe la fuente o bien la forma en que se obtuvo cada una de las estadísticas necesarias.

CE1 Afluentes al Embalse La Laguna

Dado a que la forma de calcular los gastos afluentes a este embalse no considera, la evaporación desde el mismo, para esta estadística se tomó la que aparece en el capítulo IV.2, Fluviometría, el cual se corrigió agregándole la evaporación desde el embalse, según los cuadros A.1.2.1 y A.1.2.2.

CI1 Cuenca Intermedia Entre La Laguna y el Muro del Posible Embalse Bucalume

Se obtuvo como la diferencia entre la estadística del río Turbio en Varrillar (capítulo IV.2, Fluviometría) y la estadísticas de los afluentes al embalse La Laguna, antes indicados.

CE2 Quebrada de Paihuano en Paihuano.

CE3 Río Cochiguas en Junta con Río Derecho.

CE4 Río Derecho en Muro de Posible Embalse Piuquenes

CI3 Cuenca intermedia de Río Derecho entre muro de posible embalse Piuquenes y confluencia con Río Cochiguas.

Todas las cuencas indicadas son de similares características y cuya única estación de control fluviométrico está aguas abajo de la confluencia de los ríos Derecho y Cochiguas - Estación Claro en Montegrande - pero no registra el régimen natural del río Claro ya que esta afectado por las extracciones para riego de los ríos Cochiguas y Derecho. La quebrada de Paihuano no tiene ningún tipo de control. Para obtener las estadísticas de las cuencas indicadas se procedió primero a corregir la de Claro en Montegrande en las extracciones para regadío. Para estimar el

caudal realmente consumido por el regadío, se tomó la superficie regada por los ríos Cochiguas y Derecho y se multiplicó por la tasa efectiva obtenida en el punto IV.6 - Estudio de Recuperaciones - afectada por el coeficiente de distribución mensual correspondiente de los sectores 2 y 4.

En los casos en que el desmarque anual del río Cochiguas era igual o superior al desmarque promedio de río libre del mismo río según el cuadro de la página 123 del informe "Estudio del Esquema de la Red Actual de Canales del Valle del Río Elqui y sus Afluentes" de Don Juan Bennett A. (cotización de la acción mínima para río libre), se tomo como superficie la que aparece como actualmente regada en los ríos Cochiguas y Derecho en el rol de regantes de la Dirección General de Aguas. En aquellos casos en que el desmarque promedio anual del río Cochiguas era menor que el desmarque promedio de río libre ya indicado, se afectó la superficie antes dicha por el cuociente entre los desmarques citados, Según lo anterior, para el cálculo de la estadística corregida de Claro en Montegrande se aplicó la siguiente relación:

$$CLMC (i,j) = CLMO (i,j) + SUCD.TE.DM (i) . DPA (i) /DPM/f$$

en que :

i	=	Mes
j	=	Año
CLMC (i,j)	=	Estadística Claro en Montegrande corregida (m ³ /s).
CLMO (i,j)	=	Estadística Claro en Montegrande observada.
SUCD	=	Superficie regada en ríos Cochiguas y Derecho (1,091 ha).
TE	=	Tasa efectiva (11.000 m ³ /ha/año).
DM (i)	=	Distribución mensual TE

- DPA (j) = Desmarque promedio anual del río Cochiguas.

$$= \sum_{i=1}^{12} \text{Desmarques mensuales Cochiguas}/12$$
- DPM = Desmarques de río libre, promedio anual del río Cochiguas.

$$= \sum_{i=1}^{12} \text{desmarques mínimo para río libre en río Cochiguas}/12.$$
- f = Factor de Conversión de m^3/mes a $\text{m}^3/\text{s} = 2,6 \times 10^6$.

Una vez obtenida la estadística de Claro en Montegrande corregida se repartió en forma proporcional a las superficies de las tres cuencas que la componen y que son:

- CE3 Río Cochiguas en confluencia con Derecho : 57% del área.
 CE4 Río Derecho antes de Piuquenes : 9% del área.
 CI3 Río Derecho entre Piuquenes y confluencia con Cohiguas: 34% del área.

Para la cuenca CE2 quebrada de Paihuano en Paihuano, debido que es muy similar a la del río Claro en Montegrande, se calculó en forma proporcional a esta última afectándola por un coeficiente igual al cuociente entre la superficie total de la cuenca de quebrada de Paihuano y la del río Claro en Montegrande. Dicho cuociente resultó ser igual a 0,16.

- CI2 Cuenca intermedia de río Turbio entre posible embalse Bucalume y junta con río Claro. Por ser de muy pequeño tamaño y predominantemente pluvial, fué apreciada.
- CI4 Cuenca intermedia de río Claro entre Estación de Montegrande y confluencia con río Turbio, excluyendo la quebrada de Paihuano.

Igual que la anterior, no fue considerada por su pequeño aporte.

CE6 Aportes de la cuenca propia del embalse Pan de Azúcar. No fue considerada por su escaso aporte.

CI5 Cuenca intermedia del río Elqui entre Algarrobal y Puclaro; CE5.- Quebrada El Arrayán ; CI6.- Cuenca intermedia del río Elqui entre Almendral y antes junta Quebrada El Arrayán ;

CI7.- Cuenca intermedia del río Elqui entre quebrada El Arrayán y bajo junta quebrada Santa Gracia.

Estas cuencas no poseen controles fluviométricos por lo cual debió estimarse las estadísticas en forma indirecta.

Estas cuencas se caracterizan por tener un escurrimiento intermitente, o sea llevan agua solamente cuando llueve, luego su régimen hidrológico es distinto a los ríos Claro y Turbio que presentan un régimen nivopluvial. La zona del río Elqui propiamente tal tiene un régimen pluvial, sin considerar los aportes cordilleranos y aportes subterráneos, pero debido a la influencia del riego es imposible determinar el régimen de algunos tramos que podrían servir de base para esta estimación.

Por estos motivos la estimación se efectuó por métodos indirectos y basándose en las precipitaciones.

La estimación de los caudales se efectuaron de acuerdo a los siguientes criterios :

1º.- Establecimiento de una relación anual entre escorrentía y precipitación anual.

2°.- A partir de esta relación y la precipitación anual en la cuenca se estimó el caudal medio anual de cada año.

3°.- La distribución del caudal medio anual a lo largo del año se basó en los siguientes puntos:

- . Sólo habrá escurrimiento los meses en que haya precipitación, o sea no hay recesión en los meses posteriores, ya que no hay antecedentes para estimarla. Cuando $P_m = 0$ entonces $Q_m = 0$.

- . El caudal medio anual se prorrateó porcentualmente en igual porcentaje que las precipitaciones observadas.

Se analizaron varios métodos, Peñuelas, Grunsky, Coutagne, Langbein y Wundt, para determinar la relación anual esorrentía - precipitación.

En primer lugar se desecharon las que no tomaban en cuenta la temperatura (Peñuelas, Grunsky).

De las restantes se eligió Wundt que proporciona valores más razonables y más de acuerdo con los valores obtenidos en el estudio del Ingeniero Gerardo Palma "Modelo de Simulación Hidrológica en la cuenca del río Elqui" (Memoria de título 1977), que es el más completo realizado en la cuenca baja del río Elqui.

La ley Wundt (1) está expresada por la relación:

$$R = \lambda P^2$$

dónde :

R = Escorrentía anual, en m.

P = Precipitación anual, en m.

λ = Coeficiente de escorrentía, cuyo valor depende exclusivamente de la temperatura θ_a . La relación entre λ y θ_a se encuentra en la figura X.1.4.

θ_a = Temperatura media anual en °C.

La expresión para calcular el caudal medio anual, \bar{Q}_a , es :

$$\bar{Q}_a = \frac{R \times A}{t} = \frac{\lambda P^2 A}{t} \quad (m^3/s)$$

siendo :

A = Superficie de la cuenca media, en m^2 .

t = Segundos de un año, $31,54 \times 10^6$ /s.

P = Precipitación media anual en la cuenca, en m.

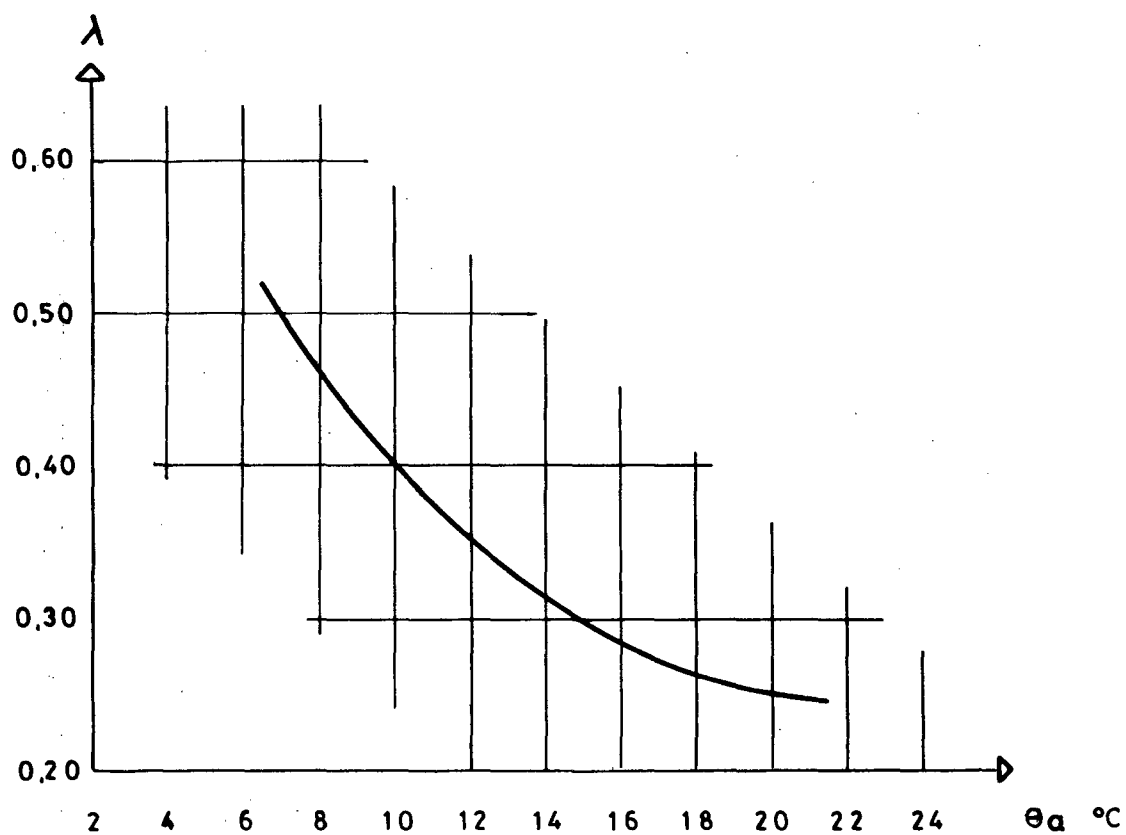
Para la determinación de λ es necesario estimar θ_a . Para ello se utilizaron las estadísticas existentes en la cuenca. De acuerdo a un análisis previo, se ha estimado un gradiente térmico (GT) igual a :

$$GT = -0,35 \text{ } ^\circ\text{C}$$

(1) : La Houille Blanche Janv.1954 "Quelques considerations sur le pouvoir evaporant de l'atmosphere, le déficit d'ecoulement effectif et le déficit maximun" A. Coutagne.

FIGURA X.1.4

VALOR DEL COEFICIENTE λ EN FUNCION DE θ_a
(SEGUN WUNDT)



X.1.44

Para la cuenca ubicada aguas arriba de Almendral se ha calculado, en un mapa escala 1:500.000 su altura media aproximadamente y se ha determinado su temperatura media anual θ_a , restando a la temperatura media en Vicuña o Almendral el correspondiente G.T.

Para las restantes cuencas se ha estimado su θ_a , considerando la temperatura en La Serena, Punta Tortuga, Andacollo y Almendral, ya que el GT es positivo en estas cuencas.

Para calcular la precipitación media de la cuenca para cada año se estableció la relación :

$$\beta = \frac{\langle P_{50\%} \rangle}{(PX)_{50\%}} \qquad \langle P_{50\%} \rangle = \beta (PX)_{50\%}$$

dónde :

$\langle P_{50\%} \rangle$ = Precipitación media de la cuenca de probabilidad 50%, obtenida del mapa de isoyetas (en mm).

$(PX)_{50\%}$ = Precipitación anual de la estación X más cercana y representativa y de probabilidad 50% (en mm).

Este valor de " β " se considera constante para cualquier probabilidad y para la precipitación promedio anual P_a .

De esta forma se tiene que el caudal medio anual en una cuenca vendrá dado por la ecuación :

$$\bar{Q}_a = \frac{R \times A}{t} = \frac{\lambda P_a^2 \cdot A}{t} = \frac{\lambda \beta^2}{31,54 \times 10^6} (PX)_a^2 \cdot A \text{ (m}^3/\text{s)}$$

X.1.45

Si Q_a es el caudal medio anual, la suma de los caudales medios mensuales será igual a :

$$\sum_{MY}^{AB} QM = 12 Q_a \text{ (m}^3/\text{s)}$$

Por otra parte la precipitación P_a que ha generado el caudal medio anual Q_a , es igual a la suma de las precipitaciones mensuales, o sea:

$$\sum_{MY}^{AB} PM = P_a \text{ (m)}$$

El caudal medio mensual, Q_m , será igual a :

$$Q_m = \frac{12 Q_a}{P_a} P_m \text{ (m}^3/\text{s)}$$

La estadística pluviométrica de las estaciones base "X" se ha obtenido de la "Pluviometría de la cuenca del río Elqui" (capítulo VI.1).

En el siguiente cuadro se indican las constantes calculadas en cada caso.

Cuenca	A	H	θ_a	λ	Estación	$\langle P_{50\%} \rangle$	$(P_X)_{50\%}$	β
	Km ²	msnm	°C		Base	mm	mm	
CI5	975	1.800	11,7	0,375	Vicuña	95	95	1,000
CE5	555	1.500	15,0	0,300	Vicuña	90	95	0,970
CI6	760	1.500	12,5	0,330	Vicuña	90	95	0,737
CI7	1.476	1.100	14,0	0,310	Serena	70	76	0,921

En el anexo X.A.1.2 se muestran cuadros con todas las estadísticas indicadas anteriormente.

1.5.2 Otros datos Constantes

Además de las estadísticas fluviométricas, hay otro grupo de datos que permanecen constantes sea cual sea el caso que se va a estudiar con el modelo. Estos datos se refieren a los embalses y son las curvas de volumen embalsado versus superficie inundada, y la tasa de evaporación mensual desde el embalse. La curva de volumen embalsado versus superficie inundada se obtuvo de las curvas de embalse que vienen en el punto VII.1. - Embalses - . La tasa de evaporación mensual se obtuvo interpolando, para cada posición de embalses propuesta, la tasa promedio anual de evaporación de diversas estaciones meteorológicas, que aparecen en el Anexo V.A.1 del punto V.1 - Clima -, afectada ésta última por un coeficiente igual a 0,7 que sirve para relacionar la evaporación medida en estanque de evaporación con la esperada en el embalse.

Para el embalse La Laguna que se encuentra a una cota superior a los 3.000 m.s.n.m., debido a que en la hoya del río Elqui no existe ninguna estación meteorológica que mida la evaporación a cotas mayores que 1.000 m.s.n.m. fué necesario considerar la evaporación medida en la estación Molles en Bocatoma de la cuenca del río Limarí, que está ubicada inmediatamente al sur de la del río Elqui y que se encuentra a una altura de 2,620 m.s.n.m. (del informe "Antecedentes Meteorológicos" del Proyecto CHI-535). Todos los valores utilizados se encuentran en el Anexo X.1.2.

1.5.3 Datos Variables

Además de los datos constantes que ya se han descrito, existe una serie de datos que pueden ser variados en cada uno de los casos que se van a analizar, pero una vez definido el valor que tomará esa variable en un

caso determinado, no experimenta ninguna variación durante todo el proceso de dicho caso. El detalle de estos datos y la forma de obtenerlos es la siguiente:

Capacidad de Canales de Riego

Se refieren a la suma de las capacidades de conducción de cada uno de los canales que componen un sector. Este dato se variaba cuando era necesaria una ampliación de canales.

Eficiencia de Conducción

Corresponde a la eficiencia promedio de todos los canales que componen un sector. En un principio se consideró el promedio ponderado de los valores indicados en el capítulo VI - Diagnóstico Situación Actual- . Posteriormente, se aumentaron dichos valores en algunos sectores considerando un mejoramiento de los canales, ya que esto trae como consecuencia una disminución de la demanda en bocatoma y un menor requerimiento en la capacidad de los embalses. De todas maneras se consideró que en los canales de los sectores 1 a 4, las pérdidas mínimas a nivel de sector sería de un 5% por lo que la eficiencia es de 95% (estos sectores tienen en promedio eficiencia similar a esta), en cambio en los demás sectores, por tener canales de mayor longitud, se le consideraron pérdidas mínimas de un 10% con eficiencia de 90% a nivel de sectores, excepto el sector 10b en que se consideró una eficiencia de 95% por ser canales cortos y revestidos en algunos casos.

Volumen Máximo de Embalses

Corresponde a la capacidad máxima que se le considera a cada embalse en los casos a estudiar.

Volumen Inicial de Embalse

Se refiere a la cantidad de agua con que se supone que comienza el ciclo de estudio de cada uno de los embalses. En todos los casos se consideró que el ciclo se iniciaba con los embalses vacíos.

Capacidad de Canales de Trasvase

Corresponde a la capacidad máxima que se le considera a los canales de trasvase.

Porcentaje de Retorno

En los sectores 7, 8 y 9, los retornos de riego que no podrían ser reutilizados en forma interna, tenían varios destinos posibles dependiendo de los puntos en que se producían o juntaban dichos retornos. Por esta razón fué necesario calcular el porcentaje de los retornos totales del sector que llegaba a cada uno de los puntos considerados. Estos porcentajes fueron calculados en base a las superficies drenadas. En el sector 7 el primer porcentaje corresponde a la superficie regada por los canales Saturno, Hinojal y última parte del Calera, cuyas recuperaciones pueden ser aprovechadas por el canal Culcatán del sector 9. El segundo

porcentaje corresponde al área regada por los canales Altovalsol, Coquimbito, El Romero y la mayor parte del canal San Pedro Nolasco, cuyas recuperaciones pueden ser aprovechadas sólo por los canales del sector 10.

El resto del área regada por los canales San Pedro Nolasco y Calera y la regada por los canales Cutún - Las Rojas, San José de Bellavista y Titón o Merino tienen recuperaciones que pueden ser aprovechadas internamente por el mismo sector 7.

El sector 8, dado lo extenso del área que abarca, tiene cinco posibles destinos de sus recuperaciones. El primer porcentaje de recuperaciones corresponde al área que drena el río Elqui y cuyas recuperaciones pueden ser aprovechadas por los canales del sector 10. El segundo porcentaje corresponde al área que drena hacia la quebrada de Peñuelas, cuyas recuperaciones son aprovechadas por canales de esta quebrada y que pertenecen al sector 9. El tercer porcentaje corresponde al área que drena hacia el estero Culebrón aguas arriba del posible embalse Pan de Azúcar y cuyas recuperaciones pueden ser aprovechadas por dicho embalse en caso de existir. En caso contrario, esa agua se pierde en el mar. El cuarto porcentaje corresponde al área que drena directamente hacia el sector de las Vegas Sur sin caer a ningún estero. El quinto y último porcentaje corresponde al área que drena hacia el estero culebrón pero que no puede ser aprovechado por el embalse Pan de Azúcar. A esta superficie se le ha agregado otra muy pequeña que corresponde a la drenada por la quebrada Parque Coll. Todas estas recuperaciones no pueden ser aprovechadas y se pierden en el mar.

Las recuperaciones del sector 9 tienen tres posibles destinos. El primer porcentaje de recuperaciones corresponde al área regada por los canales Culcatán, Algarrobito y Ramal Alfalfares del canal Pampa, cuyas

recuperaciones van al río Elqui y son aprovechadas por los canales del sector 10.

El segundo porcentaje de recuperaciones corresponde al área regada por los Ramales Pampa Alto y Pampa Bajo del canal Pampa, por una parte del canal Herradura y por los canales de la quebrada Peñuelas, cuyas recuperaciones van directamente al sector de las Vegas Sur. El tercer porcentaje corresponde a la mayor parte del área regada por el canal Herradura, cuyas recuperaciones van al estero Culebrón sin posibilidades de ser aprovechadas.

Porcentajes de Demandas del Sector 9

El sector 9 tiene cuatro posibles fuentes de abastecimiento. Tres de estas fuentes son exclusivas para ciertas áreas del sector, mientras que la cuarta fuente (el río Elqui en Qda. Arrayán) puede abastecer el sector en su totalidad. Los porcentajes que se indican corresponden a parte de la demanda total del sector 9 que puede ser abastecida desde la fuente correspondiente. El primer porcentaje que se indica corresponde a la parte regada por el canal Culcatán y que puede regarse desde el río Elqui aprovechando los derrames del sector 7. El segundo porcentaje corresponde a la zona regada por los canales de la Qda. Peñuelas y que puedan aprovechar los derrames del sector 8. El tercer porcentaje representa la zona que está bajo la cota del embalse Pan de Azúcar. El último porcentaje representa el resto de la superficie, cuya única fuente de abastecimiento sería el río Elqui en el Arrayán.

Demandas de Riego Reducidas por Sectores a Nivel de Bocatoma

Estas son las demandas que deben ser abastecidas por los recursos del valle y por el o los embalses considerados. En el cálculo de estas demandas se considera la evapotranspiración de los cultivos en cada área, la eficiencia de riego a nivel predial, las pérdidas por conducción a los canales, las posibilidades de reuso interno dentro del sector y la tasa efectiva del sector. El cálculo de estas demandas y los porcentajes de retorno aparecen en el anexo X.A.1.3.

1.6 ALTERNATIVAS ANALIZADAS

1.6.1 Alternativas Preliminares

En las primeras pasadas del modelo de simulación se analizó, en base a tasas de riego preliminares, el riego de la superficie máxima bajo canal con demandas futuras, para diferentes situaciones de embalses. Además se analizó el regadío limitado a la capacidad actual de los canales, regando mayor superficie en invierno que en verano. Por último, se estudió lo que ocurría al usar el embalse Pan de Azúcar como complemento de Puclaro.

De estos primeros estudios se concluyó que para desarrollar el regadío del valle de Elqui es indispensable un embalse de regulación interanual, esto último debido a que los recursos están concentrados en dos o tres años y se producen en ciclos de alrededor de 8 a 10 años, por lo que es necesario almacenar esos "paquetes" de agua que se producen, para utilizarlos en los años más secos. Dado lo anterior, se concluyó además que no tiene mayores ventajas regar mayor superficie en invierno y es prefe-

rible dejar esos recursos para regar una mayor superficie en verano. Por último se constató que el embalse Pan de Azúcar por si solo, no era solución para los problemas del valle y que como complemento del embalse Puclaro era casi lo mismo que el agua esté almacenada en cualquiera de los dos embalses, por lo que era netamente de carácter económico la decisión de construir o no el embalse Pan de Azúcar.

En una segunda ronda de pasadas del Modelo de Simulación y siempre en base a tasas de riego preliminares se buscó la capacidad de embalse necesaria para regar con 85% de seguridad diversas superficies.

Para poder definir la superficie regada con una cierta seguridad, es necesario definir primero que se entiende por falla del embalse y cuales son sus condiciones.

Se considera que en un año determinado el embalse tiene una falla cuando el déficit total anual es mayor de un 10% de la demanda total anual, o bien, cuando el déficit de un mes cualquiera es mayor de un 20% de la demanda de dicho mes. Esta norma es la que se ha usado en la mayoría de los estudios de embalses efectuados hasta la fecha en Chile, aún cuando no tiene estudios más profundos que la sustenten.

Se estima que esta norma es suficiente para definir la capacidad de embalse necesario, dada una cierta superficie a regar. Cabe hacer notar que la elección de la capacidad de embalse más conveniente para el valle se hace en base al estudio económico que viene en el capítulo XII. En el análisis para obtener la capacidad de embalse necesaria para una cierta superficie bajo él, se consideró como 85% de seguridad el caso en que había seis años fallados según la norma explicada anteriormente. No se consideraron los déficit mensuales mayores de un 20% como fallas en un año en que el déficit anual es menor de un 10%, debido a que anali-

zando los años que estaban en este caso, en varios de los procesos efectuados, se pudo comprobar que con una buena operación del embalse en dichos años, era posible emparejar las fallas, logrando con ello que ningún mes tuviera fallas mayores que un 20% de la demanda de dicho mes, si el año tenía una falla total menor de un 10%. En todo caso, el análisis de todos estos problemas corresponde a una etapa más avanzada dentro del estudio general del Valle y sus obras civiles.

En estos procesos preliminares dado que los terrenos de las áreas Alta y Media (Sectores 1 al 6) tienen más alta rentabilidad que los del área Baja (sectores 7 al 10), se consideraron para los sectores 1, 4, 5 y 6, las superficies máximas regables, haciendo variar sólo la superficie de los sectores restantes.

En el caso de los sectores 2 y 3, que quedan fuera de la zona de influencia de los embalses posibles de construir, sólo se le consideró la superficie que tiene actualmente bajo riego, la cual mejoraría su seguridad de riego como producto de un aumento en la eficiencia de riego. Cabe recordar que el embalse Piuquenes, para el sector 2, no es factible desde un punto de vista geotécnico.

Debido a que según el estudio de los embalses, los más convenientes, desde un punto de vista económico, eran, con pequeñas diferencias, los que estaban ubicados en el río Elqui, sólo se consideraron estos, tomándose como representativo de ellos el embalse Puclaro, ya que los aportes adicionales que pueden captar o perder los otros embalses (Las Rojas y Algarrobal) son de muy pequeño monto y los déficits que deben satisfacer son los mismos, por lo que sus capacidades deberán ser muy similares. Para todos estos análisis se utilizaron los mismos valores en las siguientes variables :

Eficiencia de conducción en canales porcentajes de retornos de los sectores 7, 8 y 9 y porcentaje de demandas del sector 9.

1.6.2 Alternativas Consideradas para el Area Total del Proyecto y Capacidad del Embalse

1.6.2.1 Introducción

El desarrollo del Valle del río Elqui se fundamenta básicamente en la posibilidad de regular los recursos de aguas disponibles, dado que, como ha sido establecido en los estudios de la situación actual del Valle, el principal limitante del desarrollo ha sido la escasez de recursos de agua unida a la fuerte variabilidad de los caudales disponibles del río, tanto dentro de un año como de un año para otro; para tratar de solucionar este problema, se concluyó que era imprescindible regular los caudales del río y aprovechar los volúmenes que hoy se pierden en el mar.

Se procedió en consecuencia a determinar la solución de embalse más conveniente para estos fines, analizando todas las posibilidades de embalse que podrían implantarse en la cuenca; este análisis fue realizado con la ayuda del Modelo de Simulación descrito anteriormente el cuál permitió concluir finalmente que hidrológica y económicamente sólo eran aceptables uno de los posibles embalses en Puclaro o Algarrobal.

Todo este largo proceso de selección se realizó sobre la base de información preliminar tanto en la parte que se refiere a las infraestructuras de riego como a los parámetros que definen el supuesto desarrollo agrícola.

Una vez que fué definida la solución de embalse para el Valle (Puclaro o Algarrobal) se hicieron algunas estimaciones económicas muy tentativas, considerando el embalse Puclaro como representativo de la solución de embalse, para tener una primera información acerca de la posible capacidad útil que se requería para diferentes áreas totales de riego; de esta

investigación se obtuvo valiosa información para orientar el proceso de fijar la capacidad definitiva recomendable para el embalse Puclaro; en efecto se pudo observar como resultados preliminares que:

- a) La tasa interna de retorno tentativamente calculada, tendía a descender a medida que aumentaba la capacidad útil de embalse, siendo menos sensible ésta variación a partir de un embalse de capacidad útil de 200 millones de m^3 como puede observarse en el cuadro siguiente.

CAP. UTIL EMB.	AREA A	COSTO TOTAL	COSTO MEDIO	TIR
MILL. m^3	REGAR HA.	OBRAS MILES	POR HA US\$	
		US\$		
100	17,500	68,300	3,903	15,0
200	19,320	101,500	5,253	13,1
300	20,300	130,000	6,404	12,2
400	21,900	153,000	6,986	11,6
500	22,700	180,000	7,929	10,6

- b) Las cifras del cuadro, que son preliminares y pueden cuestionarse como valores absolutos, estan reflejando claramente el comportamiento económico del proyecto de que no habrá una solución de TIR óptima como criterio para la fijación de la capacidad del embalse, sino que ella deberá determinarse de un rango de soluciones entre unos 200 y 400 millones de m^3 adoptando los criterios que se consideren aceptables para hacer la decisión; más allá de 400 millones no parecía razonable pensar debido a que el costo adicional por ha llega a US\$ 33.750, lo que estaría indicando que se llegaría

al agotamiento de los recursos aprovechables (pequeño aumento de área con fuerte aumento en el costo de las obras).

Estas conclusiones de tipo general han constituido la base para orientar los pasos siguientes a seguir en el estudio, en cuanto a que era necesario conocer el comportamiento económico del proyecto dentro del rango definido anteriormente con la información definitiva de costos de obra y de parámetros hidrológicos, agrícolas etc. que se han adoptado para el proyecto, lo cual permitirá tomar decisión final sobre la capacidad más conveniente del embalse.

Como paso previo se hizo la definición sobre cual de los dos embalses se deberían considerar (Puclaro o Algarrobal); para este fin fué aprovechado el anteproyecto definitivo de ambos, para una capacidad de 320 millones de m^3 , valor que se encuentra situado aproximadamente en el centro del rango de posibilidades. Estos anteproyectos fueron entregados en el capítulo XI, Anteproyectos Obras Civiles.

La comparación de costo de los embalses indicó que el embalse Puclaro era un 22% más barato que Algarrobal, por lo que su elección no merece ninguna duda.

Puede apreciarse que los costos de obra para las 4 alternativas seleccionadas serán estimadas sobre una base real que da el anteproyecto definitivo para 320 millones de m^3 , elaborándose una curva de costo cuyo detalle aparece en el anexo X.A.1.4 la cuál ha sido confeccionada, cubicando el volumen de muro para dos capacidades de embalse adicionales (194 y 254 millones de m^3) más la del anteproyecto (320 millones de m^3) y haciendo las correcciones en el costo para cada caso en las obras de rebalse, de toma, desviación etc.; se obtuvo así la curva en cuatro puntos (se agrega el embalse cero) con lo cuál se considera que los valores

sacados de ella ofrecen adecuada confiabilidad.

1.6.2.2. Elaboración de las Cuatro Alternativas

Para elaborar las cuatro alternativas, se utilizó la información definitiva elaborada en la 2a Etapa del estudio; básicamente fueron utilizadas las tasas de riego definitivas (ver capítulo V) y se adoptaron las superficies y distribución de cultivo recomendadas en el Plan de Desarrollo Agrícola, recomendado (Cap. VIII). Con esta información se procedió a procesar en el Modelo de Simulación las 4 alternativas elegidas obteniéndose para cada una de ellas el volumen útil de embalse requerido para garantizar la seguridad de riego de 85% en las áreas de cada alternativa.

A continuación se describen los criterios adoptados para seleccionar las 4 alternativas; las cuales, como ha sido explicado, se ubican dentro del margen de posibles capacidades de embalse establecido anteriormente.

La primera alternativa (Caso CA02) considera la superficie total regable bajo canales existentes según el empadronamiento hecho en la D.G.A. en el período 80/81, excepto en los sectores 2 y 3, que por no tener posibilidades de quedar bajo regulación, directa o indirecta, sólo se la consideró su superficie actualmente regada.

Las dos alternativas siguientes (Casos CA03 y CA04) consideran las mismas superficies de la primera alternativa (CA02) pero aumentando la del sector 8 en 1.000 y 2.000 há respectivamente. Cabe hacer notar que este aumento se hace en base a superficies que actualmente son de secano y que no fueron consideradas en el empadronamiento de la D.G.A. pero que tuvieron riego desde el canal Bellavista (sector 8) hace muchos años

atras, por lo que no es necesario construir canales nuevos para su regadío.

La última alternativa analizada (CA01) mantiene la superficie regada en los sectores 1 al 6 pero disminuye la de los sectores 7 al 10 en 1.000 ha.

Esta disminución se distribuyó en forma proporcional en estos cuatro sectores.

1.6.2.3 Resultados Finales de las Alternativas

Del análisis de los recursos obtenidos con la operación del Modelo de Simulación se puede observar que en general, los sectores 1 al 6 no tienen mayores problemas debido en parte a que por estar ubicados aguas arriba de la posición de los posibles embalses de regulación se les ha dado prioridad en el uso de los recursos. Analizando sector por sector es posible concluir lo siguiente:

- Sector 1 Río Turbio : Riega con 100% de seguridad la superficie regable bajo canal (568 há).
- Sector Río Derecho : La superficie total regable bajo canal (1.180 há) requiere de un embalse de 1,0 millón de m³ en Piuquenes, o bien de un trasvase desde el río Cochiguas. Como la primera de estas obras no es factible por motivos geotécnicos y la segunda es excesivamente costosa (alrededor de US\$ 20.000 por há) sólo es posible regar con 85% de seguridad una superficie de 980 há, por efecto sólo de un aumento en la eficiencia.

X.1.59

- Sector 3 Quebrada de Paihuano : La superficie actualmente regada (321 há) tendría a un futuro una seguridad de 85%, por efecto sólo de mejorar la eficiencia. No hay otra solución para aumentar la superficie regada en este sector.
- Sector 4 Ríos Claro y Cochiguas : La superficie total regable bajo canal (1.032 há) se regaría con una seguridad de 95% en cualquier caso.
- Sector 5 Vicuña : La superficie máxima regable bajo canal (2.799 há) se riega con 95% de seguridad en cualquier caso.

En el cuadro X.1.1 se indica para cada uno de los sectores 1 al 6, la superficie actualmente regada según encuesta D.G.A., la seguridad de riego asociada a esa superficie, la superficie regada actualmente con seguridad 85%, la superficie regada a futuro según el Modelo de Simulación, su seguridad de riego y finalmente, las obras civiles que se requerirán (además del embalse principal).

CUADRO Nº X.1.1

SUPERFICIES ACTUALES Y FUTURAS. AREA SOBRE EMBALSE

Sector	Sup.Re	Seguridad	Sup.Re-	Sup.Reg-	Seguridad	
Nº	gada Actual	Actual	gada 85%	ble a Fu-	a Futuro	Obras Necesarias
	ha	%	Segurid.	turo	%	
1	424	77	354	568	100	Mej.canales secundarios
2	980	(1)	(1)	980	85	Unif.canales y Mej.Sec.
3	321	80	300	321	85	No se hacen obras
4	682	69	426	1.032	95	Unif.canales. Mej.canales
5	2.251	40	1.196	2.799	95	Unif.y Ampl.canales y
						Mej. red secundaria
6	652	57	475	590	95	Sin Obras

(1): Sin información

Fuente: Cuadros VI.2.6 y resultado del modelo.

La superficie regable a futuro que se indica en el cuadro anterior, corresponde a la superficie máxima regable bajo canales actuales, excepto en el caso del sector 6, en que existen 990 há bajo canal, pero de construirse el embalse Puclaro dicha cifra baja a 590 há.

En los sectores de la zona La Serena (7 al 10) la situación es bastante diferente, ya que depende exclusivamente de la capacidad del embalse futuro. La única excepción la constituye el sector 10b Vegas Sur, el cual depende de los derrames y recuperaciones de los sectores 8 y 9 y del recurso almacenado en el subsuelo por las lluvias. Como este último recurso no es posible de estimar con este modelo, en los resultados del mismo este sector aparece generalmente con grandes fallas. En todo caso, como no se aumenta sustancialmente la superficie que actualmente se riega en este sector, éste seguirá funcionando con la misma seguridad que tienen en la actualidad. Cabe hacer notar que varias de las parcelas de este sector se han transformado en centros turísticos, por lo que se espera a futuro una baja en la superficie total regada.

Dado que todos los embalses estudiados reparten las aguas en proporción a las demandas de cada uno de estos sectores, sin que haya prioridad de ninguno de ellos, la seguridad de riego es igual para todos ellos.

En el cuadro N° X.1.2 se presenta un resumen de los resultados obtenidos con el Modelo de Simulación para las alternativas definitivas de los sectores 7 al 10. En este cuadro se indica para cada sector de riego la superficie actualmente regada, según el empadronamiento de la D.G.A., la seguridad de riego de dicha superficie, la superficie actualmente regada con seguridad 85%, la superficie total regable bajo canales actuales (Potencial) y finalmente, la superficie regada a futuro con 85% de seguridad, en cada uno de los sectores analizados.

Todo lo anterior se complementa con la capacidad de embalse nueva necesaria para cada alternativa (no se incluye la capacidad del embalse La Laguna ya que éste es existente).

CUADRO Nº X.I.2
SUPERFICIES ACTUALES Y FUTURAS, AREA BAJO EMBALSE

Superficies Regadas por Canales	Sector 7	Sector 8	Sector 9	Sector 10(1)	Total Area Bajo Embalse	Capacidad Emb.Necesaria 10 ⁶ m3
Actual (há) (3)	4.350	5.131	1.808	1.451	12.740	--
Seguridad Actual (%) (4)	31	31	31	31	--	--
Actual con 85% Seg.(há) (4)	1.933	2.280	804	645	5.662	--
Potencial Regable (há)	5.041	8.025(2)	2.862	1.949	17.877	--
Futura con 85% seg. Alt.1	4.582	5.904	2.674	1.717	14.877	180
Futura con 85% seg. Alt.2	5.041	6.025	2.862	1.949	15.877	215
Futura con 85% aeg. Alt.3	5.041	7.025	2.862	1.949	16.877	280
Futura con 85% seg. Alt.4	5.041	8.025	2.862	1.949	17.877	360

(1): Incluyen subsectores 10a y 10b

(2): Incluye 2.000 há actualmente de secano, pero que eran regadas antiguamente por el canal Bellavista.

(3): Fuente Cuadro III.3.10

(4): Según cuadros VI.2.5 y VI.2.6

Además del embalse indicado, para las alternativas 1 al 4 se requiere el mejoramiento de la red secundaria. En el caso del sector 8, sólo se requiere una ampliación del canal Bellavista, sin canales nuevos.

La determinación de las alternativas más convenientes en cuanto a la capacidad final de los embalses le dará el estudio económico de las alternativas.

CUADRO N° X.1.3
SUPERFICIE DE RIEGO NUEVO EQUIVALENTE S/ALTERNATIVAS
AREA TOTAL DEL VALLE

Alternativa	Situación	CA01	CA02	CA03	CA04
	Actual				
Superficie					
Regada 85% s	9,393(1)	21,167	22,167	23,167	24,167
Superficie	-	11,774	12,774	13,774	14,774
Riego Nuevo					
equivalente					

(1) : Ver cuadros X.1.1 y X.1.2. Para sector 2 se ha considerado la superficie actualmente regada por canales.

A N E X O X.A.1.1.

PROGRAMA DE COMPUTACION

.X.A.1.1.1

A.1.1- PROGRAMA DE COMPUTACION

A continuación se presenta un listado con el programa de computación en lenguaje BASIC, del Modelo de Simulación del Valle del Río Elqui.

La descripción de este programa aparece en el punto 1.4.

Al final de este anexo se incluye un apéndice con la descripción de las variables utilizadas en este programa.

X.A.1.1.2

```

00010 MELQUI: OPTION BASE 1 ! !!!!!!!!!!!!!!!MODELO DE SIMULACION VALLE DE ELQUI
00020 OPEN #255:"name=//10,pageoflow=60,rec1=128",DISPLAY,OUTPUT
00030 PRINT #255:HEX$("2B0205000F1042");;
00040 PRINT NEWPAGE
00050 DIM QB(12,11),DM(12,11),DS(12,11),DF(12,11),RR(12,11),SR(12,11),ACI(11),AC
V(11),CCR(11),EFC(11),VUMRT(11),QAE(12,6),QEV(12,6),DME(12,6),QSE(12,6),ZF
E(12,6)
00060 DIM QVE(12,6),QFE(12,6),QMX(6),QIN(6),QCVE(10,6),CSI(10,6),CZE(10,6),TEV(1
2,6),POND(4),ACNL(12,4),CCNL(4),CE(12,6),CI(12,7),QN(12,17),PRS7(2),PRS8(5
)
00070 DIM PRS9(3),PDS9(4),DMS9(12,4),QRN(12,17),GQIN(6),EMB(6),CTN(4),TIM$(12)*4
,TLEMB$(6)*4,TLSEC$(6)*4,AQE(12,13),VMX(6),VIN(6),DTR(12,11),ARI(11),ARV(1
1)
00080 DIM TE(11),TNS(11),SDF(11),EQN14(12),AVX(10),AFX(10),TTL$*255,VKS$(11),VKE
$(6),SDM(11),PPDS(11)
00090 FMTAA: FORM N 4,12*N 8.3
00100 FMTAC: FORM POS 8,C 18,11*C 8,C 3
00110 FMTAE: FORM POS 27,11*C 8,C 4,SKIP 2
00120 FMTAG: FORM POS 8,C 14,12*N 8.3
00130 FMTAH: FORM X 9,12*N 6
00140 FMTAI: FORM 13*N 6
00150 GOSUB INPSCR ! !!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!INPUT POR PANTALLA
00160 GOSUB INPDIFIX ! !!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!INPUT DATOS FIJOS
00170 GOSUB INPDICAS ! !!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!INPUT DATOS CASO
00180 GOSUB CLCAUX ! !!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!ABRE FILES 3 Y 4 Y CALCULOS AUXILIARES
00190 GOSUB IDENTI ! !!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!OUTPUT DATOS INPUT
00200 GOSUB PROANL ! !!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!PROCESO ANUAL
00210 GOSUB RESUME ! !!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!IMPRIIME RESUMEN
00220 STOP ! !!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!EOF MAIN
00230 INPSCR: ! !!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!ROUTINA INPSCR
00240 DIM AA$(6)*40,IDFDA$(6),INFDA$(5)
00250 DATA "MODELO DE SIMULACION DEL SISTEMA ELQUI","Continúa proceso suspendido
? 1=si;0=no","Año de partida ? (19xx)","# de años a procesar ? ","Impresi
ón detallada ? 1=si; 0=no ","Fname datos del caso ? "
00260 DATA "1,21,c 40","3,2,c 7","3,11,c 3","5,2,c 40"
00270 READ MAT AA$,FP1T$,FP3A$,FP3M$,FP5$
00280 DATA "1,21,c 40","3,6,c 40","4,6,c 40","5,6,c 40","6,6,c 40","7,6,c 40"
00290 DATA "3,50,n 1,u,n","4,50,n 4,u,n","5,50,n 2,u,n","6,50,n 1,u,n","7,50,c 1
3,u,n"
00300 READ MAT IDFDA$,MAT INFDA$
00310 PRINT FIELDS MAT IDFDA$:MAT AA$
00320 INPUT FIELDS MAT INFDA$:KPROC,IAP,NA,KDET,FLNDTC$
00330 LET FLNDTC$=RTRM$(LTRM$(FLNDTC$))
00340 PRINT FIELDS "8,6,c 40":"DESEA XDem.suplida ? 1=si; 0=no"
00350 INPUT FIELDS "8,50,n 1,u,n":KDS
00360 IF KPROC>0 THEN INPSCRA
00370 PRINT FIELDS "9,6,c 40":"Volumen inicial embalses Mm³"
00380 FOR K=1 TO 6
00390 PRINT FIELDS STR$(10+K)&","6,c 12":"Embalse # "&STR$(K)
00400 INPUT FIELDS STR$(10+K)&","20,n 5,u,n":VIN(K)
00410 NEXT K
00420 OPEN #6:"name=elqui.efin//1,size=512,rec1=511",INTERNAL,OUTIN,RELATIVE IOE
RR OP6
00430 WRITE #6,REC=1:MAT VIN
00440 GOTO INPSCRB
00450 OP6: OPEN #6:"name=elqui.efin//1",INTERNAL,OUTIN,RELATIVE
00460 GOTO INPSCRB
00470 INPSCRA: OPEN #6:"name=elqui.efin//1",INTERNAL,OUTIN,RELATIVE
00480 READ #6,REC=1:MAT VIN
00490 INPSCRB: GOSUB HDR

```

X.A.1.1.3

```
00500 RETURN
00510 HDR: ! !!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!ROUTINA HDR
00520 PRINT NEWPAGE;;
00530 PRINT FIELDS FP1T$:AA$(1)
00540 RETURN
00550 INPDFIX: ! !!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!ROUTINA INPDFIX
00560 PRINT FIELDS FP5$:"Leyendo archivo elqui.dtsfix"
00570 DATA MAY ,JUN ,JUL ,AGO ,SEP ,OCT ,NOV ,DIC ,ENE ,FEB ,MAR ,ABR ,1941
00580 READ MAT TIM$,IA1
00590 LET FLNDFX$="elqui.dtsfix//1"
00600 OPEN #1:"name="+&FLNDFX$&"",DISPLAY,INPUT
00610 INPUT #1:TTL$
00620 FOR I=1 TO 6
00630 INPUT #1:TTL$,CZE(1,I),CZE(2,I),CZE(3,I),CZE(4,I),CZE(5,I),CZE(6,I),CZE(7,
I),CZE(8,I),CZE(9,I),CZE(10,I)
00640 INPUT #1:TTL$,QCVE(1,I),QCVE(2,I),QCVE(3,I),QCVE(4,I),QCVE(5,I),QCVE(6,I),
QCVE(7,I),QCVE(8,I),QCVE(9,I),QCVE(10,I)
00650 INPUT #1:TTL$,CSI(1,I),CSI(2,I),CSI(3,I),CSI(4,I),CSI(5,I),CSI(6,I),CSI(7,
I),CSI(8,I),CSI(9,I),CSI(10,I)
00660 INPUT #1:TTL$,TEV(1,I),TEV(2,I),TEV(3,I),TEV(4,I),TEV(5,I),TEV(6,I),TEV(7,
I),TEV(8,I),TEV(9,I),TEV(10,I),TEV(11,I),TEV(12,I)
00670 NEXT I
00680 RESTORE #1:
00690 RETURN ! !!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!EOF INPDFIX
00700 INPDCA$: ! !!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!ROUTINA INPDCA$
00710 PRINT FIELDS FP5$:"Leyendo archivo "&FLNDTC$
00720 LET FLN2$="ELQUI.DT."&FLNDTC$
00730 OPEN #2:"NAME="+&FLN2$&"",DISPLAY,INPUT IDERR INPDCA
00740 INPUT #2:TTL$
00750 INPUT #2:NAEST,NEST,JFINV
00760 INPUT #2:TTL$,MAT CCR
00770 INPUT #2:TTL$,MAT EFC
00780 INPUT #2:TTL$,MAT VMX
00790 INPUT #2:TTL$,MAT CCNL
00800 INPUT #2:TTL$
00810 INPUT #2:TTL$,MAT PRS7,MAT PRS8,MAT PRS9
00820 INPUT #2:TTL$
00830 INPUT #2:TTL$,MAT PDS9
00840 RESTORE #2:
00850 LET FLN7$="ELQUI.DMNS."&FLNDTC$
00860 OPEN #7:"NAME="+&FLN7$&"",INTERNAL,INPUT
00870 FOR K=1 TO 11
00880 READ #7,USING FMtai:DM(1,K),DM(2,K),DM(3,K),DM(4,K),DM(5,K),DM(6,K),DM(7,K
),DM(8,K),DM(9,K),DM(10,K),DM(11,K),DM(12,K),VUMRT(K)
00890 NEXT K
00900 CLOSE #7:
00910 RETURN ! !!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!EOF INPDCA$
00920 IDENTI: ! !!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!ROUTINA IDENTI
00930 PRINT FIELDS FP5$:"Subrutina identi"
00940 LET MXL=80
00950 LET FRP=1
00960 ! PRINT #255:NEWPAGE;;
00970 PRINT #255:TAB(11);"ARCHIVO "&FLNDFX$
00980 PRINT #255:
00990 GOSUB PRFILE
01000 LET FRP=2
01010 PRINT #255:NEWPAGE;;
01020 PRINT #255:TAB(11);"ARCHIVO "&FLN2$;TAB(50);"FECHA ";DATE$
01030 PRINT #255:
01040 GOSUB PRFILE
```

. X.A.1.1.4

```

01050 PRINT #255:
01060 PRINT #255,USING FMTAE:MAT VKE$
01070 PRINT #255,USING FMTAG:"V.INICIAL Mm³ ",MAT VIN
01080 PRINT #255:
01090 PRINT #255,USING FMTAE:MAT TIM$
01100 PRINT #255:
01110 FOR K=1 TO 11
01120 PRINT #255,USING FMTAG:VK$$(K)&" DM M³/S",DM(1,K),DM(2,K),DM(3,K),DM(4,K),
    DM(5,K),DM(6,K),DM(7,K),DM(8,K),DM(9,K),DM(10,K),DM(11,K),DM(12,K)
01130 NEXT K
01140 RETURN !!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!EOF IDENTI
01150 PRFILE: !!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!ROUTINA PRFILE
01160 PRFA: LINPUT #FRP:TTL$ EOF PRFE
01170 LET ALL=LEN(TTL$)
01180 LET ANL=ROUND((ALL-MXL)/(MXL-6),0)
01190 IF ALL-MXL-(MXL-6)*ANL>0 THEN LET ANL=ANL+1
01200 LET NL=ANL+1
01210 LET TB=11
01220 LET SL=MXL
01230 LET EP=0
01240 FOR KL=1 TO NL
01250 IF KL<2 THEN PRFB
01260 LET TB=17
01270 LET SL=MXL-6
01280 PRFB: LET EP=EP+SL
01290 LET BP=EP-SL+1
01300 PRINT #255:TAB(TB);TTL$(BP:EP) PAGEFLOW PRFD
01310 PRFC: NEXT KL
01320 GOTO PRFA
01330 PRFD: PRINT #255:NEWPAGE;;
01340 GOTO PRFC
01350 PRFE: CLOSE #FRP:
01360 RETURN !!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!EOF PROFILE
01370 CLCAUX: !!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!ROUTINA CLCAUX
01380 PRINT FIELDS FP5$: "Procesando cálculos auxiliares"
01390 OPEN #3:"NAME=elqui.dtsest//1",INTERNAL,INPUT ,RELATIVE
01400 OPEN #4:"NAME=elqui.rsm//1,SIZE=61440,RECL=127",INTERNAL,OUTIN,RELATIVE IO
    ERR CLC8
01410 FOR I=1 TO 480
01420 WRITE #4,USING FMTAA,REC=I:I
01430 NEXT I
01440 GOTO CLC9
01450 CLC8: OPEN #4:"NAME=elqui.rsm//1",INTERNAL,OUTIN,RELATIVE
01460 CLC9: MAT EMB=(0)
01470 IF KDS=0 THEN CLC11
01480 LET FLN8$="ELQUI.DMSS."&FLNDTC$
01490 OPEN #8:"name="+&FLN8$&"//1,SIZE=56320,RECL=127",INTERNAL,OUTIN,RELATIVE IO
    ERR CLC10
01500 FOR K=1 TO 440
01510 WRITE #8,USING FMTAA,REC=K:K
01520 NEXT K
01530 GOTO CLC11
01540 CLC10: OPEN #8:"name="+&FLN8$&"",INTERNAL,OUTIN,RELATIVE
01550 CLC11: LET NEM=0
01560 FOR K=1 TO 6
01570 LET VKE$(K)="E0"&STR$(K)
01580 IF VMX(K)<=0 THEN CLCA
01590 LET NEM=NEM+1
01600 LET EMB(NEM)=K
01610 CLCA: NEXT K

```

X.A.1.1.5

```

01620 MAT QMX=(1/2.628)*VMX
01630 MAT QIN=(1/2.628)*VIN
01640 LET NCT=0
01650 MAT CTN=(0)
01660 FOR K=1 TO 4
01670 IF CCNL(K)<=0 THEN CLCB
01680 LET NCT=NCT+1
01690 LET CTN(NCT)=K
01700 CLCB: NEXT K
01710 LET IAPM1=IAP-1
01720 LET INO=IAP-IA1
01730 LET JIVER=JFINV+1
01740 MAT SDM=(0)
01750 FOR K=1 TO 11
01760 LET VKS$(K)="S0"&STR$(K)
01770 IF K>9 THEN LET VKS$(K)="S"&STR$(K)
01780 FOR J=1 TO 12
01790 LET SDM(K)=SDM(K)+DM(J,K)
01800 NEXT J
01810 NEXT K
01820 FOR J=1 TO 12
01830 FOR K=1 TO 4
01840 LET DMS9(J,K)=PDS9(K)*DM(J,9)
01850 NEXT K
01860 NEXT J
01870 RETURN !!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!EOF CLCAUX
01880 PROANL: !!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!ROUTINA PROANL
01890 FOR I=1 TO NA !!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!INICIO CICLO Años
01900 LET IANO=IAPM1+I
01910 LET IAEST=INO+I
01920 PRINT FIELDS FP3A$:STR$(IANO)
01930 PRINT FIELDS FP5$:"Leyendo archivo elqui.dtsest"
01940 FOR K=1 TO NEST
01950 LET KR63=(K-1)*(NAEST+1)+IAEST+1
01960 READ #3,USING FMTH,REC=KR63:AQE(1,K),AQE(2,K),AQE(3,K),AQE(4,K),AQE(5,K),
    AQE(6,K),AQE(7,K),AQE(8,K),AQE(9,K),AQE(10,K),AQE(11,K),AQE(12,K)
01970 NEXT K
01980 GOSUB ELQUI
01990 FOR K=1 TO 11
02000 LET SDF(K)=0
02010 FOR J=1 TO 12
02020 LET SDF(K)=SDF(K)+DF(J,K)
02030 NEXT J
02040 LET PPDS(K)=1-SDF(K)/SDM(K)
02050 NEXT K
02060 LET IANO=IAPM1+I
02070 LET NRO=IAEST
02080 REWRITE #4,USING FMTHA,REC=NRO:IANO,MAT PPDS
02090 LET NRO=NRO+NAEST
02100 REWRITE #4,USING FMTHA,REC=NRO:IANO,MAT EQN14
02110 FOR N=1 TO NEM
02120 LET K=EMB(N)
02130 LET NRO=NRO+NAEST
02140 REWRITE #4,USING FMTHA,REC=NRO:IANO,QFE(1,K),QFE(2,K),QFE(3,K),QFE(4,K),QF
    E(5,K),QFE(6,K),QFE(7,K),QFE(8,K),QFE(9,K),QFE(10,K),QFE(11,K),QFE(12,K)
02150 NEXT N
02160 IF NCT=0 THEN PROAA
02170 FOR N=1 TO NCT
02180 LET K=CTN(N)
02190 LET NRO=NRO+NAEST

```

X.A.1.1.6

```

02200 REWRITE #4,USING FMTAA,REC=NR0:IAND,ACNL(1,K),ACNL(2,K),ACNL(3,K),ACNL(4,K
),ACNL(5,K),ACNL(6,K),ACNL(7,K),ACNL(8,K),ACNL(9,K),ACNL(10,K),ACNL(11,K),
ACNL(12,K)
02210 NEXT N
02220 PROAA: IF KDS=0 THEN PROA
02230 LET NR0=IAEST-NAEST
02240 FOR K=1 TO 11
02250 LET NR0=NR0+NAEST
02260 REWRITE #8,USING FMTAA,REC=NR0:IAND,DS(1,K),DS(2,K),DS(3,K),DS(4,K),DS(5,K
),DS(6,K),DS(7,K),DS(8,K),DS(9,K),DS(10,K),DS(11,K),DS(12,K)
02270 NEXT K
02280 PROA: IF KDET>0 THEN GOSUB DETALL
02290 NEXT I ! !!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!FIN CICLO AÑOS
02300 MAT VIN=(2.628)*QIN
02310 REWRITE #6,REC=1:MAT VIN
02320 RESTORE #4,REC=1:
02330 RETURN ! !!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!EOF PROANL
02340 ELQUI: ! !!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!ROUTINA ELQUI
02350 PRINT FIELDS FP5$:"subrutina elqui "
02360 LET INDE6=0
02370 IF QMX(6)>0 THEN LET INDE6=1
02380 FOR J=1 TO 12 ! !!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!INICIO CICLO MESES
02390 PRINT FIELDS FP3H$:TIM$(J)
02400 FOR K=1 TO NEST
02410 IF K<12 THEN LET RR(J,K)=VUMRT(K)*DM(J,K)
02420 IF K<7 THEN LET CE(J,K)=AQE(J,K)
02430 IF K>6 THEN LET CI(J,K-6)=AQE(J,K)
02440 NEXT K
02450 ! !!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!CALCULO DE CAUDALES REQUERIDOS
02460 LET QRN(J,13)=DM(J,10)
02470 LET QRN(J,12)=MAX(0,QRN(J,13)-CI(J,7)-PRS7(2)*RR(J,7)-PRS9(1)*RR(J,9)-PRS8
(1)*RR(J,8))+DMS9(J,1)
02480 LET FDN12=1
02490 IF QRN(J,12)>0 THEN LET FDN12=DMS9(J,1)/QRN(J,12)
02500 LET DEF1=MAX(0,DMS9(J,1)-FDN12*PRS7(1)*RR(J,7))
02510 LET DEF2=MAX(0,DMS9(J,2)-PRS8(2)*RR(J,8))
02520 LET DME(J,6)=DEF2+DMS9(J,3)
02530 LET QAE(J,6)=PRS8(3)*RR(J,8)+CE(J,6)
02540 LET QQIN(6)=QIN(6)
02550 LET KE=6
02560 GOSUB EMBALS
02570 LET DEFF=DME(J,6)-INDE6*QSE(J,6)+DEF1+DMS9(J,4)
02580 LET QRN(J,11)=MAX(0,QRN(J,12)-PRS7(1)*RR(J,7))+DM(J,7)+DM(J,8)+DEFF
02590 LET DME(J,5)=MAX(0,QRN(J,11)-CI(J,6)-RR(J,6))
02600 LET QAE(J,5)=CE(J,5)
02610 LET QQIN(5)=QIN(5)
02620 LET KE=5
02630 GOSUB EMBALS
02640 LET DME(J,4)=DM(J,6)+MAX(0,DME(J,5)-QSE(J,5)-QVE(J,5))
02650 LET QAE(J,4)=0
02660 LET QQIN(4)=QIN(4)
02670 LET KE=4
02680 GOSUB EMBALS
02690 LET QRN(J,9)=MAX(0,DME(J,4)-QSE(J,4)-QVE(J,4))
02700 LET QRN(J,8)=MAX(0,QRN(J,9)-CI(J,5)-RR(J,5))+DM(J,5)
02710 ! !!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!OPERACION VALLE RIO CLARO
02720 LET QN(J,4)=CE(J,3)
02730 LET RT2=MAX(0,QN(J,4)-DM(J,4))
02740 IF CCNL(1)>0 THEN LET RT2=QN(J,4)
02750 LET DF2=MAX(0,DM(J,2)-CI(J,3)-CE(J,4))

```

```

02760 IF QMX(3)>0 THEN LET DF2=MAX(0,DM(J,2)-CI(J,3))
02770 LET ACNL(J,2)=MIN(CCNL(2),DF2,RT2)
02780 LET DME(J,3)=MAX(0,DM(J,2)-CI(J,3)-ACNL(J,2))
02790 LET QN(J,5)=CE(J,4)
02800 LET QAE(J,3)=QN(J,5)
02810 LET KE=3
02820 GOSUB EMBALS
02830 LET QD=QSE(J,3)+QVE(J,3)+CI(J,3)+ACNL(J,2)
02840 LET QB(J,2)=MIN(DM(J,2),CCR(2),QD)
02850 LET KS=2
02860 GOSUB SECRIE
02870 LET QN(J,3)=CE(J,2)
02880 LET QB(J,3)=MIN(DM(J,3),CCR(3),QN(J,3))
02890 LET KS=3
02900 GOSUB SECRIE
02910 LET QN(J,6)=QN(J,3)-QB(J,3)+RR(J,3)+QN(J,4)-ACNL(J,2)+CI(J,4)+RR(J,2)+QD-Q
    B(J,2)
02920 LET QB(J,4)=MIN(DM(J,4),CCR(4),QN(J,6))
02930 LET KS=4
02940 GOSUB SECRIE
02950 LET QN(J,7)=QN(J,6)-QB(J,4)+RR(J,4)
02960 ! !!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!CONTINUACION CALCULO CAUDALES.RIOS TURBIO Y LAGUNA
02970 LET DME(J,2)=MAX(0,QRN(J,8)-QN(J,7)-CI(J,2)-RR(J,1))+DM(J,1)+MIN(DF(J,4),C
    CNL(1))
02980 LET QAE(J,2)=0
02990 LET GQIN(2)=QIN(2)
03000 LET KE=2
03010 GOSUB EMBALS
03020 LET QRN(J,2)=MAX(0,DME(J,2)-QSE(J,2)-QVE(J,2))
03030 LET DME(J,1)=MAX(0,QRN(J,2)-CI(J,1))
03040 ! !!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!FIN CALCULO CAUDALES.INICIO OPERACION VALLE DESDE LA LAGUNA
03050 LET QN(J,1)=CE(J,1)
03060 LET QAE(J,1)=QN(J,1)
03070 LET QIN(6)=GQIN(6)
03080 LET QIN(5)=GQIN(5)
03090 LET QIN(4)=GQIN(4)
03100 LET QIN(2)=GQIN(2)
03110 LET KE=1
03120 GOSUB EMBALS
03130 LET QN(J,2)=CI(J,1)+QSE(J,1)+QVE(J,1)
03140 LET QAE(J,2)=QN(J,2)
03150 LET KE=2
03160 GOSUB EMBALS
03170 LET QD=QSE(J,2)+QVE(J,2)
03180 LET QB(J,1)=MIN(DM(J,1),CCR(1),QD)
03190 LET ACNL(J,1)=MIN(CCNL(1),QD-QB(J,1),DF(J,4))
03200 LET KS=1
03210 GOSUB SECRIE
03220 LET QN(J,6)=QN(J,6)+ACNL(J,1)
03230 LET QB(J,4)=MIN(DM(J,4),CCR(4),QN(J,6))
03240 LET KS=4
03250 GOSUB SECRIE
03260 LET QN(J,7)=QN(J,6)-QB(J,4)+RR(J,4)
03270 LET QN(J,8)=QN(J,7)+QD-QB(J,1)-ACNL(J,1)+RR(J,1)+CI(J,2)
03280 LET QB(J,5)=MIN(DM(J,5),CCR(5),QN(J,8))
03290 LET KS=5
03300 GOSUB SECRIE
03310 LET QN(J,9)=QN(J,8)-QB(J,5)+RR(J,5)+CI(J,5)
03320 LET QAE(J,4)=QN(J,9)
03330 LET KE=4

```

X.A.1.1.8

```

03340 GOSUB EMBALS
03350 LET QD=QSE(J,4)+QVE(J,4)
03360 LET QB(J,6)=MIN(DM(J,6),CCR(6),QD)
03370 LET KS=6
03380 GOSUB SECRIE
03390 LET ACNL(J,3)=MIN(CCNL(3),MAX(0,QD-DME(J,4)))
03400 LET QN(J,10)=CE(J,5)+ACNL(J,3)
03410 LET QAE(J,5)=QN(J,10)
03420 LET KE=5
03430 GOSUB EMBALS
03440 LET QN(J,11)=QD-QB(J,6)-ACNL(J,3)+RR(J,6)+CI(J,6)+QSE(J,5)+QVE(J,5)
03450 LET PD7=DM(J,7)/QRN(J,11)
03460 LET PD8=DM(J,8)/QRN(J,11)
03470 LET PD9=DEFF/QRN(J,11)
03480 LET QB(J,7)=MIN(DM(J,7),CCR(7),PD7*QN(J,11))
03490 LET QB(J,8)=MIN(DM(J,8),CCR(8),PD8*QN(J,11))
03500 LET QB9=MIN(DEFF,PD9*QN(J,11))
03510 LET CCNL(4)=(CCR(8)-QB(J,8))*INDE6
03520 LET ACNL(J,4)=MIN(CCNL(4),MAX(0,QN(J,11)-QRN(J,11)))
03530 LET KS=7
03540 GOSUB SECRIE
03550 LET KS=8
03560 GOSUB SECRIE
03570 LET QN(J,15)=CE(J,6)+ACNL(J,4)+PRS8(3)*RR(J,8)
03580 LET QAE(J,6)=QN(J,15)
03590 LET KE=6
03600 GOSUB EMBALS
03610 LET QN(J,16)=QSE(J,6)+QVE(J,6)
03620 LET QN(J,12)=QN(J,11)-QB(J,7)-QB(J,8)-QB9-ACNL(J,4)+PRS7(1)*RR(J,7)
03630 LET QB91=FDN12*QN(J,12)
03640 LET QB92=MIN(DMS9(J,2),PRS8(2)*RR(J,8))
03650 LET QB93=MIN(QN(J,16),DME(J,6))*INDE6
03660 LET QB(J,9)=QB9+QB91+QB92+QB93
03670 LET KS=9
03680 GOSUB SECRIE
03690 LET QN(J,13)=QN(J,12)-QB91+PRS7(2)*RR(J,7)+CI(J,7)+PRS8(1)*RR(J,8)+PRS9(1)
      *RR(J,9)
03700 LET QB(J,10)=MIN(DM(J,10),CCR(10),QN(J,13))
03710 LET KS=10
03720 GOSUB SECRIE
03730 LET QN(J,14)=QN(J,13)-QB(J,10)+RR(J,10)
03740 LET EQN14(J)=QN(J,14)
03750 LET QB(J,11)=PRS9(2)*RR(J,9)+PRS8(4)*RR(J,8)
03760 LET KS=11
03770 GOSUB SECRIE
03780 LET QN(J,17)=RR(J,11)+PRS9(3)*RR(J,9)+PRS8(5)*RR(J,8)+PRS8(2)*RR(J,8)-QB92
      +QN(J,16)-QB93
03790 NEXT J ! !!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!IFIN CICLO MESES
03800 RETURN ! !!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!EOF RUTINA ELQUI
03810 EMBALS: ! !!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!RUTINA EMBALS
03820 PRINT FIELDS FP5$:"subrutina embals E "&STR$(KE)
03830 IF QMX(KE)>0 THEN GOTO EMBA
03840 LET QEV(J,KE)=0
03850 LET QDISP=QAE(J,KE)
03860 LET QSE(J,KE)=MIN(QAE(J,KE),DME(J,KE))
03870 LET ZFE(J,KE)=CZE(1,KE)
03880 GOTO EMBB
03890 EMBA: FOR L=1 TO 10
03900 LET AVX(L)=QCVE(L,KE)
03910 LET AFX(L)=CSI(L,KE)

```



```

04520 RESUME: ! !!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!X-A,1,1,10!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!RUTINA RESUME
04530 PRINT FIELDS FP5$:"subrutina resume"
04540 DATA "PORCENTAJE SUPLIDO DE DEMANDA ANUAL"
04550 DATA "Estado final (m3/s)"
04560 DIM VD(12),TLE$*25
04570 LET KRG4B=0
04580 GOSUB RSMA
04590 LET TTL$="AFLUENTES NODO 14 (m3/s)"
04600 LET KRG4B=NAEST
04610 GOSUB RSMB
04620 IF NEM<1 THEN RSMAA
04630 READ TLE$
04640 FOR KE=1 TO NEM
04650 LET KRG4B=(2+(KE-1))*NAEST
04660 LET TTL$="EMBALSE "&STR$(EMB(KE))&" "&TLE$
04670 GOSUB RSMB
04680 NEXT KE
04690 RSMAA: IF NCT<1 THEN RSMAB
04700 FOR KE=1 TO NCT
04710 LET KRG4B=(2+NEM+KE-1)*NAEST
04720 LET TTL$="CANAL DE TRASVASE "&STR$(CTN(KE))&" CAUDAL (m3/s)"
04730 GOSUB RSMB
04740 NEXT KE
04750 RSMAB: RETURN
04760 RSMA: ! !!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!RUTINA RSMA
04770 READ TTL$
04780 PRINT #255:NEWPAGE;;
04790 PRINT #255:TAB(45);TTL$
04800 PRINT #255:
04810 PRINT #255,USING FMTAC:"SECTOR",MAT VKS$
04820 PRINT #255:
04830 FOR K=1 TO NA+IND
04840 READ #4,USING FMTAA,REC=KRG4B+K:IANO,MAT ARI
04850 PRINT #255,USING FMTAG:STR$(IANO),MAT ARI
04860 NEXT K
04870 RETURN
04880 RSMB: ! !!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!RUTINA RSMB
04890 PRINT #255:NEWPAGE;;
04900 PRINT #255:TAB(45);TTL$
04910 PRINT #255:
04920 PRINT #255,USING FMTAE:MAT TIM$
04930 FOR K=1 TO NA+IND
04940 READ #4,USING FMTAA,REC=KRG4B+K:IANO,MAT VD
04950 PRINT #255,USING FMTAG:STR$(IANO),MAT VD
04960 NEXT K
04970 RETURN
04980 DETALL: ! !!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!RUTINA DETALL
04990 PRINT FIELDS FP5$:"subrutina detall"
05000 LET TTL$=AA$(1)&" AÑO "&STR$(IANO)
05010 GOSUB DTLLA
05020 FOR L=1 TO NEM
05030 LET K=EMB(L)
05040 PRINT #255:TAB(8),"Embalse "&STR$(K)
05050 PRINT #255,USING FMTAG:"QAE(m³/s) ",QAE(1,K),QAE(2,K),QAE(3,K),QAE(4,K),Q
AE(5,K),QAE(6,K),QAE(7,K),QAE(8,K),QAE(9,K),QAE(10,K),QAE(11,K),QAE(12,K)
05060 PRINT #255,USING FMTAG:"QEV(m³/s) ",QEV(1,K),QEV(2,K),QEV(3,K),QEV(4,K),Q
EV(5,K),QEV(6,K),QEV(7,K),QEV(8,K),QEV(9,K),QEV(10,K),QEV(11,K),QEV(12,K)
05070 PRINT #255,USING FMTAG:"DME(m³/s) ",DME(1,K),DME(2,K),DME(3,K),DME(4,K),D
ME(5,K),DME(6,K),DME(7,K),DME(8,K),DME(9,K),DME(10,K),DME(11,K),DME(12,K)
05080 PRINT #255,USING FMTAG:"QSE(m³/s) ",QSE(1,K),QSE(2,K),QSE(3,K),QSE(4,K),Q

```

```

05090 PRINT #255,USING FMTAG:"QVE(m³/s) ",QVE(1,K),QVE(2,K),QVE(3,K),QVE(4,K),QVE(5,K),QVE(6,K),QVE(7,K),QVE(8,K),QVE(9,K),QVE(10,K),QVE(11,K),QVE(12,K)
05100 PRINT #255,USING FMTAG:"QFE(m³/s) ",QFE(1,K),QFE(2,K),QFE(3,K),QFE(4,K),QFE(5,K),QFE(6,K),QFE(7,K),QFE(8,K),QFE(9,K),QFE(10,K),QFE(11,K),QFE(12,K)
05110 PRINT #255,USING FMTAG:"ZFE(m snm) ",ZFE(1,K),ZFE(2,K),ZFE(3,K),ZFE(4,K),ZFE(5,K),ZFE(6,K),ZFE(7,K),ZFE(8,K),ZFE(9,K),ZFE(10,K),ZFE(11,K),ZFE(12,K)
05120 PRINT #255:
05130 NEXT L
05140 GOSUB DTLLA
05150 FOR K=1 TO 11
05160 IF K=8 THEN PRINT #255:NEWPAGE;;
05170 PRINT #255:TAB(8),"SECTOR "&STR$(K)
05180 PRINT #255,USING FMTAG:"QB (m³/s) ",QB(1,K),QB(2,K),QB(3,K),QB(4,K),QB(5,K),QB(6,K),QB(7,K),QB(8,K),QB(9,K),QB(10,K),QB(11,K),QB(12,K)
05190 PRINT #255,USING FMTAG:"DM (m³/s) ",DM(1,K),DM(2,K),DM(3,K),DM(4,K),DM(5,K),DM(6,K),DM(7,K),DM(8,K),DM(9,K),DM(10,K),DM(11,K),DM(12,K)
05200 PRINT #255,USING FMTAG:"DS (m³/s) ",DS(1,K),DS(2,K),DS(3,K),DS(4,K),DS(5,K),DS(6,K),DS(7,K),DS(8,K),DS(9,K),DS(10,K),DS(11,K),DS(12,K)
05210 PRINT #255,USING FMTAG:"DF (m³/s) ",DF(1,K),DF(2,K),DF(3,K),DF(4,K),DF(5,K),DF(6,K),DF(7,K),DF(8,K),DF(9,K),DF(10,K),DF(11,K),DF(12,K)
05220 PRINT #255,USING FMTAG:"RR (m³/s) ",RR(1,K),RR(2,K),RR(3,K),RR(4,K),RR(5,K),RR(6,K),RR(7,K),RR(8,K),RR(9,K),RR(10,K),RR(11,K),RR(12,K)
05230 PRINT #255,USING FMTAG:"SR (kha ) ",SR(1,K),SR(2,K),SR(3,K),SR(4,K),SR(5,K),SR(6,K),SR(7,K),SR(8,K),SR(9,K),SR(10,K),SR(11,K),SR(12,K)
05240 PRINT #255:
05250 NEXT K
05260 GOSUB DTLLA
05270 PRINT #255:TAB(8),"AFLUENTES A NODOS (m³/s)"
05280 FOR K=1 TO 17
05290 PRINT #255,USING FMTAG:"QN "&STR$(K),QN(1,K),QN(2,K),QN(3,K),QN(4,K),QN(5,K),QN(6,K),QN(7,K),QN(8,K),QN(9,K),QN(10,K),QN(11,K),QN(12,K)
05300 NEXT K
05310 PRINT #255:
05320 PRINT #255:TAB(8),"CAUDAL REQUERIDO EN NODOS (m³/s)"
05330 FOR K=1 TO 17
05340 PRINT #255,USING FMTAG:"QRN "&STR$(K),QRN(1,K),QRN(2,K),QRN(3,K),QRN(4,K),QRN(5,K),QRN(6,K),QRN(7,K),QRN(8,K),QRN(9,K),QRN(10,K),QRN(11,K),QRN(12,K)
05350 NEXT K
05360 PRINT #255:
05370 PRINT #255:TAB(8),"CAUDAL POR TRASVASES (m³/s)"
05380 FOR K=1 TO 4
05390 PRINT #255,USING FMTAG:"ACNL "&STR$(K),ACNL(1,K),ACNL(2,K),ACNL(3,K),ACNL(4,K),ACNL(5,K),ACNL(6,K),ACNL(7,K),ACNL(8,K),ACNL(9,K),ACNL(10,K),ACNL(11,K),ACNL(12,K)
05400 NEXT K
05410 RETURN
05420 DTLLA: !!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!ROUTINA DTLLA
05430 PRINT #255:NEWPAGE;;
05440 PRINT #255:TAB(35),TTL$
05450 PRINT #255:
05460 PRINT #255,USING FMAT:MAT TIM$
05470 RETURN

```

A P E N D I C E

SIGNIFICADO DE LAS VARIABLES UTILIZADAS EN
EL MODELO DE SIMULACION

Subíndices más utilizados.--

I = Año
 J = Mes
 KE = N° de Embalse
 KS = N° de Sector (KS=10 Sector 10a y KS=11 Sector 10b)
 KT = N° de Canal de Trasvase

Variables

Tipo	Nombre	Significado
Dato	ACI (KS)	: Superficie máxima regable en Invierno por sector
Resultado	ACNL (J,KT)	: Caudales mensuales transportados por canales de trasvase.
Dato	ACV (KS)	: Superficie máxima regable en Verano por sector.
Proceso	AC	: Variable auxiliar con la superficie máxima regable ya sea Invierno o Verano.
Proceso	AEFE (J,I,KE)	: Estadística de estados finales de los embalses.
Proceso	AFX (10)	: Vector auxiliar con los valores de la función a interpolar. (Sub-programa FINT.)
Dato	AQE (J,13)	: Estadística mensual de caudales.
Resultado	ARI (I,KS)	: Superficie regada cada Invierno por sectores.

Tipo	Nombre	Significado
Resultado	ARV (I,KS)	: Superficie regada cada Verano por sectores
Proceso	AVX (10)	: Vector auxiliar con las abscisas de la función a interpolar (sub-programa FINT).
Dato	CCNL (KT)	: Capacidad máxima de canales de trasvase.
Dato	CCR (KS)	: Capacidad máxima de canales de riego por sector.
Dato	CE (J,6)	: Caudales medios mensuales en cuencas de entrada.
Dato	CI (J,7)	: Caudales medios mensuales en cuencas intermedias.
Dato	CSI (10,KE)	: Valores de superficie inundada para curva Vol.Emb. vs Sup. Inundada.
Dato	CZE (10,KE)	: Valores de cotas asociadas a las curvas de embalse.
Proceso	DEFF y DEF 1	: Variable auxiliar para operación del sistema.
Proceso	DEF2	: Variable auxiliar para definir demanda al embalse N° 6.
Resultado	DF (J,KS)	: Déficit mensual por sector en m ³ /s
Dato	DM (J,KS)	: Demanda mensual por sectores en m ³ /s
Resultado	DME (J,KE)	: Demanda mensual por embalse en m ³ /s
Proceso	DMS9 (J,4)	: Demanda mensual del sector 9 por fuente de abastecimiento.
Resultado	DS (J,KS)	: Demanda mensual suplida por sector en m ³ /s.

X.A.1.1.14

Tipo	Nombre	Significado
Dato	EFC (KS)	: Eficiencia de conducción en canales por sector.
Resultado	EQN14 (J,I)	: Estadística de caudales afluentes al nodo 14.
Proceso	EV	: Variable auxiliar para el cálculo de evaporación desde embalses.
Proceso	FAC	: Variable auxiliar en subprograma FINT
Proceso	FINT	: Subprograma de interpolación
Proceso	FDN12	: Factor de distribución en nodo 12.
Proceso	GQIN (KE)	: Vector auxiliar con estados iniciales de embalses.
Dato	IA1	; Año inicial de la estadística.
Proceso	IANO	: Año que se está procesando.
Dato	IAP	: Año inicial del proceso
Proceso	IAPM1	: Variable auxiliar.
Proceso	INDE6	: Indice de la presencia del embalse 6.
Proceso	INO	: Variable operacional
Dato	JFINV	: Mes final del Invierno
Proceso	JIVER	: Mes Inicial del Verano
Dato	KDET	: Indicador para impresión de detalle.
Proceso	KINIC	: Variable auxiliar en subprograma FINT
Proceso	KF	: Variable auxiliar en subprograma FINT
Dato	NA	: Número de años a procesar
Dato	NAEST	: Número de años de estadística.
Dato	NEST	: Número de estadísticas
Proceso	NP	: Número de puntos en curvas de embalse.

X.A.1.1.15

Tipo	Nombre	Significado
Proceso	PD7	: Porcentaje del caudal del nodo N° 11 asignado al sector 7.
Proceso	PD8	: Porcentaje del caudal del nodo N° 11 asignado al sector 8.
Proceso	PD9	: Porcentaje del caudal del nodo N° 11 asignado al sector 9
Dato	PDS9 (4)	: Porcentaje de la Demanda del Sector 9.
Dato	PRS7 (2)	: Porcentaje de los retornos del riego del sector 7
Dato	PRS8 (5)	: Porcentaje de los retornos del riego del sector 8.
Dato	PRS9 (3)	: Porcentaje de los retornos del riego del sector 9.
Resultado	QAE (J,KE)	: Caudal medio mensual afluyente embalses en m3/s.
Resultado	QB (J,KS)	: Caudal medio mensual en bocatoma por sector en m3/s.
Proceso	QB 9	: Caudal en bocatoma para sector 9 en nodo 11.
Proceso	QB91	: Caudal en bocatoma para sector 9 en nodo 12.
Proceso	QB92	: Caudal en bocatoma para sector 9 proveniente de retornos del sector 8.
Proceso	QB93	: Caudal en bocatoma para sector 9 proveniente del embalse N°6.
Dato	QCVE (10,KE)	: Valores de volumen embalsado para curva Vol.Emb. vs Sup. Inundada.
Proceso	QD	: Variable auxiliar
Resultado	QEV (J,KE)	: Evaporación mensual desde embalses en m3/s mes.

Tipo	Nombre	Significado
Proceso	QF	: Variable auxiliar
Resultado	QFE (J,KE)	: Estado final mensual de embalses en m3/s mes.
Proceso	QIN (KE)	: Capacidad inicial de embalses en m3/s mes.
Proceso	QMX (KE)	: Capacidad máxima de embalses en m3/s mes.
Resultado	QN (J,17)	: Caudal medio mensual alfuente a un nodo en m3/s.
Resultado	QRN (J,17)	: Caudal medio mensual requerido en un nodo en m3/s.
Proceso	QS	: Variable auxiliar
Resultado	QSE (J,KE)	: Caudal medio mensual entregado por un embalse en m3/s.
Resultado	QVE (J,KE)	: Caudal medio mensual vertido por un embalse en m3/s.
Resultado	RR (J,KS)	: Caudal medio mensual de retorno de un sector m3/s.
Proceso	RT2	: Variable auxiliar
Resultado	SDF (KS) y SEV	: Suma anual de déficit mensuales por sector m3/s.
Proceso	SQS	: Variable auxiliar
Resultado	SR (J,KS)	; Superficie regada por mes y por sector
Proceso	SUM	: Variable auxiliar
Dato	TE (KS)	: Tasa efectiva anual por sectores.
Dato	TEV (J,KE)	: Tasa de evaporación mensual en los embalses
Dato	TIM\$ (J)	: Títulos de los meses.
Dato	TLE\$: Título auxiliar
Dato	TTL\$: Título auxiliar

X.A.1.1.17

Tipo	Nombre	Significado
Dato	VIN (KE)	: Volumen inicial de embalses.
Dato	VMX (KE)	: Capacidad máxima de embalses
Proceso	VUMRT (KS)	: Vector auxiliar
Proceso	ZFE (J,KE)	: Cota final del mes en embalse en (msnm).

ANEXO X..A.1.2

ESTADISTICAS Y EVAPORACION

IX.A.1.2.1

A.1.2.1.- ESTADISTICAS

A continuación se presentan los cuadros de todas las estadísticas utilizadas en el Modelo de Simulación del Valle del río Elqui y sus afluentes. La definición de las cuencas cuya estadística se entrega es la siguiente:

- Cuenca CE1.- Afluentes al Embalse La Laguna.
- Cuenca CE2.- Quebrada de Paihuano en Junta con Río Claro.
- Cuenca CE3.- Río Cochiguas en junta con Río Derecho.
- Cuenca CE4.- Río Derecho en Embalse Piuquenes
- Cuenca CE5.- Quebrada Arrayán en Embalse Arrayán.
- Cuenca CI1.- Río Turbio entre Embalse La Laguna y embalse Bucalume.
- Cuenca CI3.- Río derecho entre Embalse Piuquenes y junta con Río Cochiguas.
- Cuenca CI5.- Río Elqui entre Algarrobal y Embalse Puclaro.
- Cuenca CI6.- Río Elqui entre Embalse Puclaro y junta con Quebrada Arrayán.
- Cuenca CI7.- Río Elqui entre quebrada Arrayán y aguas abajo de quebrada Santa gracia.

AFLUENTES AL EMBALSE LA LAGUNA

Cuenca CE1

Caudal medio mensual. (m3/s)

	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr
1941-42	3.50	2.90	2.90	3.50	8.20	13.80	13.40	21.80	17.90	15.20	11.40	5.30
1942-43	3.60	3.30	2.80	3.00	3.50	6.30	8.10	10.00	12.10	8.60	11.20	6.30
1943-44	3.40	2.60	2.70	2.10	2.20	3.90	4.20	5.40	6.50	8.00	3.60	2.80
1944-45	1.60	1.30	1.60	1.40	2.70	4.60	4.30	4.00	3.10	4.10	3.40	2.50
1945-46	1.90	1.40	1.30	1.20	1.30	2.00	2.40	3.00	3.10	2.80	1.90	1.10
1946-47	1.00	0.90	0.90	0.70	0.90	2.30	2.30	3.30	3.50	2.90	2.20	1.50
1947-48	0.80	0.60	0.60	0.50	0.70	1.70	1.70	2.00	1.80	1.40	1.10	0.90
1948-49	0.50	0.40	0.50	0.50	0.80	2.70	2.00	2.80	2.80	3.00	2.50	1.90
1949-50	0.80	0.60	0.60	0.80	1.10	2.60	1.80	2.90	2.70	2.50	2.10	1.20
1950-51	0.80	0.70	0.70	0.60	0.60	1.80	1.80	1.60	2.40	2.10	1.40	1.00
1951-52	0.60	0.60	0.60	0.50	0.70	1.30	1.30	1.50	1.40	1.30	1.00	0.90
1952-53	0.60	0.50	0.60	0.50	1.10	1.60	1.90	3.27	2.68	2.39	1.77	1.55
1953-54	1.06	1.03	0.95	1.06	1.57	2.40	6.71	11.54	8.24	6.35	3.83	2.80
1954-55	2.19	2.25	2.06	1.87	2.28	2.89	3.86	5.36	5.18	3.80	2.50	2.08
1955-56	1.88	1.55	1.56	1.38	1.29	1.61	1.50	1.90	1.88	1.77	1.54	1.33
1956-57	0.94	0.82	0.83	0.74	0.85	1.08	1.07	1.47	1.34	1.41	1.10	0.90
1957-58	0.71	0.71	0.82	0.74	0.64	1.45	1.95	4.99	4.61	2.93	2.22	1.90
1958-59	1.10	1.00	1.10	0.90	1.20	2.30	2.10	2.90	2.40	1.90	1.40	1.20
1959-60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.95	1.26	1.45	1.95	2.05	1.75	1.32	1.11
1960-61	0.90	0.81	0.96	0.96	1.07	1.13	1.56	1.75	1.83	1.44	1.30	0.92
1961-62	1.04	0.77	0.93	0.89	0.92	1.52	2.05	2.04	1.76	1.43	1.27	1.13
1962-63	1.03	0.79	0.92	0.95	0.92	1.05	1.33	1.36	1.26	1.07	1.02	0.63
1963-64	0.72	0.84	0.83	0.90	1.12	0.85	1.67	7.45	7.38	4.35	2.99	1.97
1964-65	1.54	1.21	1.27	1.05	1.16	1.23	0.88	0.91	1.04	1.18	1.05	1.00
1965-66	0.96	0.97	0.79	0.90	1.35	3.87	7.07	12.71	11.63	7.45	4.73	3.30
1966-67	2.06	1.50	1.47	1.33	1.30	1.50	0.96	1.35	1.44	1.62	1.47	1.12
1967-68	1.04	0.65	0.90	0.96	0.94	1.22	1.22	1.16	1.65	1.55	1.43	1.09
1968-69	0.96	1.51	0.78	0.73	0.71	0.63	0.58	0.58	0.67	0.96	0.88	0.79
1969-70	0.71	0.45	0.66	0.84	1.15	1.08	1.47	2.48	2.05	2.19	1.60	1.49
1970-71	1.06	0.78	0.81	0.92	0.77	0.76	0.84	0.74	0.95	1.27	0.74	0.80
1971-72	0.82	0.65	0.58	0.68	0.72	0.79	0.91	1.04	1.13	1.42	0.89	0.89
1972-73	0.69	0.28	1.12	1.47	1.12	2.23	4.30	12.32	16.13	10.45	6.98	3.98
1973-74	3.76	2.77	2.41	2.16	2.16	2.74	4.44	3.77	1.90	4.27	2.86	2.39
1974-75	1.42	1.00	1.68	1.11	1.44	1.71	2.54	2.92	2.87	3.19	2.60	1.65
1975-76	1.28	1.05	0.99	1.16	1.32	1.61	1.93	2.11	2.25	1.84	1.78	1.39
1976-77	1.12	1.01	0.93	1.02	0.70	0.82	0.88	1.87	1.96	1.57	1.58	1.13
1977-78	0.82	0.62	0.63	0.84	1.56	2.39	4.10	5.94	4.54	3.15	2.13	1.70
1978-79	1.39	1.05	1.66	1.58	2.39	7.22	11.01	14.83	12.13	7.45	4.83	3.00
1979-80	2.49	2.35	1.86	1.58	1.59	1.82	1.61	1.72	1.90	1.59	1.24	3.42
1980-81	2.04	1.23	1.24	1.45	1.77	2.10	3.01	7.84	6.74	5.95	3.83	2.60

X.A.1.2.2

QUEBRADA PAIHUANO EN JUNTA CON RIO CLARO

Cuenca CE2

Caudal medio mensual. (m3/s)

	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr
1941-42	1.63	1.27	1.10	1.61	2.89	3.57	5.01	5.01	5.05	2.96	2.40	1.64
1942-43	1.50	1.67	1.27	1.47	1.23	1.33	2.22	2.05	2.34	1.21	1.84	0.90
1943-44	0.97	1.13	1.26	1.02	0.76	0.93	0.93	1.12	1.25	1.42	0.83	0.85
1944-45	0.84	1.38	0.94	0.91	1.02	1.37	1.68	1.46	1.06	1.20	0.88	0.82
1945-46	0.99	0.82	0.73	0.76	0.59	0.62	0.67	0.67	0.58	0.49	0.43	0.36
1946-47	0.62	0.58	0.62	0.52	0.47	0.71	0.73	0.79	0.78	0.63	0.59	0.50
1947-48	0.25	0.26	0.26	0.27	0.32	0.28	0.24	0.20	0.23	0.21	0.20	0.20
1948-49	0.24	0.24	0.34	0.46	0.56	0.56	0.84	1.00	0.71	0.58	0.51	0.46
1949-50	0.44	0.45	0.48	0.70	0.46	0.37	0.48	0.44	0.45	0.42	0.41	0.41
1950-51	0.52	0.52	0.46	0.41	0.40	0.40	0.48	0.52	0.54	0.49	0.46	0.45
1951-52	0.46	0.50	0.51	0.37	0.31	0.28	0.23	0.22	0.23	0.23	0.22	0.23
1952-53	0.25	0.42	0.49	0.50	0.57	0.56	0.70	0.97	0.74	0.60	0.55	0.55
1953-54	0.62	0.79	0.64	0.70	0.94	0.94	2.93	3.89	1.94	0.40	0.95	0.90
1954-55	0.85	0.95	0.80	0.78	0.69	0.62	0.77	0.87	0.77	0.65	0.58	0.62
1955-56	0.70	0.62	0.55	0.47	0.46	0.41	0.38	0.38	0.38	0.34	0.33	0.32
1956-57	0.35	0.43	0.34	0.38	0.33	0.33	0.28	0.27	0.26	0.23	0.23	0.24
1957-58	0.33	0.42	0.37	0.44	0.45	0.63	1.20	1.84	1.35	0.80	0.61	0.55
1958-59	0.55	0.57	0.42	0.41	0.31	0.29	0.28	0.28	0.28	0.26	0.25	0.26
1959-60	0.26	0.29	0.35	0.40	0.41	0.39	0.43	0.41	0.41	0.37	0.35	0.33
1960-61	0.36	0.43	0.42	0.35	0.27	0.31	0.29	0.30	0.32	0.30	0.28	0.28
1961-62	0.30	0.29	0.34	0.30	0.39	0.45	0.65	0.50	0.44	0.38	0.33	0.33
1962-63	0.32	0.33	0.32	0.28	0.24	0.32	0.32	0.28	0.29	0.26	0.23	0.21
1963-64	0.23	0.31	0.40	0.40	0.54	0.47	0.76	2.50	2.12	1.25	0.94	0.71
1964-65	0.65	0.71	0.61	0.49	0.41	0.35	0.35	0.35	0.37	0.35	0.30	0.32
1965-66	0.35	0.32	0.45	0.99	1.24	2.37	2.40	3.47	2.68	1.70	1.24	1.13
1966-67	0.81	0.77	0.70	0.61	0.60	0.43	0.43	0.41	0.36	0.33	0.32	0.29
1967-68	0.30	0.33	0.39	0.36	0.29	0.29	0.29	0.30	0.30	0.29	0.27	0.27
1968-69	0.27	0.29	0.28	0.24	0.23	0.19	0.17	0.18	0.19	0.17	0.21	0.16
1969-70	0.17	0.21	0.20	0.19	0.14	0.16	0.18	0.20	0.21	0.19	0.19	0.19
1970-71	0.19	0.17	0.19	0.19	0.18	0.15	0.14	0.16	0.17	0.16	0.14	0.14
1971-72	0.15	0.16	0.16	0.21	0.21	0.16	0.17	0.14	0.13	0.14	0.16	0.18
1972-73	0.19	0.34	0.39	0.55	0.73	0.98	2.17	3.99	5.37	2.34	1.08	0.78
1973-74	1.31	1.26	1.13	0.75	0.68	0.27	0.29	0.32	0.31	0.29	0.29	0.26
1974-75	0.58	0.52	0.49	0.41	0.36	0.26	0.26	0.31	0.32	0.30	0.29	0.28
1975-76	0.28	0.38	0.35	0.31	0.28	0.28	0.27	0.25	0.49	0.18	0.18	0.17
1976-77	0.17	0.24	0.25	0.25	0.27	0.25	0.25	0.24	0.25	0.23	0.20	0.22
1977-78	0.34	0.26	0.38	0.49	0.77	0.78	1.14	1.01	0.78	0.61	0.53	0.39
1978-79	0.43	0.48	0.73	0.68	0.90	1.30	3.28	3.34	2.52	1.67	1.12	0.87
1979-80	0.86	0.76	0.61	0.47	0.41	0.35	0.28	0.29	0.31	0.29	0.27	0.96
1980-81	0.68	0.47	0.54	0.54	0.53	0.58	0.94	1.98	1.44	1.02	0.91	0.76

RIO COCHIGUAS EN JUNTA CON RIO DERECHO

Cuenca CE3

Caudal medio mensual. (m3/s)

	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr
1941-42	5.80	4.53	3.91	5.74	10.30	12.70	17.83	17.84	17.98	10.53	8.56	5.83
1942-43	5.34	5.95	4.53	5.23	4.37	4.72	7.92	7.30	8.35	4.32	6.56	3.21
1943-44	3.46	4.02	4.48	3.63	2.72	3.30	3.30	3.99	4.47	5.06	2.97	3.03
1944-45	3.00	4.93	3.34	3.23	3.63	4.89	5.98	5.19	3.79	4.26	3.14	2.92
1945-46	3.52	2.93	2.59	2.72	2.09	2.21	2.39	2.40	2.08	1.75	1.55	1.27
1946-47	2.20	2.08	2.19	1.86	1.68	2.54	2.60	2.83	2.79	2.24	2.10	1.77
1947-48	0.88	0.93	0.92	0.97	1.13	0.99	0.84	0.73	0.81	0.75	0.71	0.73
1948-49	0.84	0.84	1.20	1.64	2.00	2.01	2.98	3.56	2.53	2.08	1.80	1.62
1949-50	1.58	1.62	1.72	2.48	1.65	1.32	1.72	1.58	1.62	1.49	1.45	1.46
1950-51	1.84	1.87	1.63	1.46	1.44	1.43	1.70	1.84	1.91	1.75	1.64	1.59
1951-52	1.64	1.79	1.81	1.31	1.09	1.00	0.81	0.79	0.81	0.84	0.77	0.82
1952-53	0.89	1.51	1.76	1.77	2.04	2.01	2.49	3.45	2.64	2.14	1.97	1.95
1953-54	2.21	2.80	2.26	2.49	3.33	3.35	10.42	13.85	6.92	1.44	3.37	3.19
1954-55	3.02	3.40	2.86	2.77	2.46	2.20	2.74	3.09	2.75	2.32	2.06	2.21
1955-56	2.51	2.20	1.94	1.67	1.63	1.46	1.36	1.34	1.37	1.22	1.17	1.14
1956-57	1.23	1.52	1.22	1.36	1.18	1.17	1.01	0.95	0.91	0.84	0.80	0.86
1957-58	1.17	1.49	1.31	1.58	1.60	2.24	4.27	6.56	4.80	2.84	2.17	1.95
1958-59	1.97	2.04	1.49	1.45	1.10	1.04	1.01	1.01	1.00	0.93	0.89	0.93
1959-60	0.92	1.05	1.26	1.43	1.48	1.39	1.53	1.46	1.46	1.31	1.25	1.19
1960-61	1.28	1.53	1.48	1.26	0.98	1.10	1.02	1.07	1.15	1.06	0.98	0.98
1961-62	1.06	1.02	1.22	1.07	1.39	1.61	2.31	1.78	1.57	1.35	1.19	1.16
1962-63	1.13	1.17	1.15	1.00	0.87	1.13	1.13	1.00	1.03	0.93	0.83	0.76
1963-64	0.81	1.11	1.44	1.42	1.91	1.66	2.70	8.89	7.55	4.45	3.35	2.53
1964-65	2.31	2.52	2.17	1.76	1.48	1.26	1.24	1.25	1.32	1.24	1.08	1.16
1965-66	1.25	1.13	1.60	3.52	4.43	8.43	8.54	12.37	9.54	6.07	4.41	4.01
1966-67	2.87	2.76	2.49	2.17	2.14	1.54	1.52	1.45	1.30	1.18	1.14	1.04
1967-68	1.07	1.19	1.39	1.28	1.03	1.05	1.03	1.05	1.07	1.05	0.95	0.97
1968-69	0.96	1.05	1.00	0.85	0.81	0.68	0.59	0.65	0.68	0.62	0.75	0.58
1969-70	0.60	0.74	0.72	0.68	0.51	0.57	0.66	0.71	0.76	0.67	0.69	0.68
1970-71	0.68	0.61	0.68	0.66	0.63	0.53	0.51	0.57	0.62	0.56	0.51	0.51
1971-72	0.52	0.57	0.58	0.73	0.76	0.57	0.60	0.51	0.48	0.49	0.56	0.63
1972-73	0.68	1.20	1.37	1.98	2.60	3.48	7.73	14.23	19.14	8.34	3.85	2.78
1973-74	4.66	4.47	4.02	2.66	2.43	0.97	1.04	1.15	1.09	1.04	1.02	0.94
1974-75	2.08	1.85	1.74	1.46	1.28	0.93	0.93	1.12	1.14	1.06	1.03	1.01
1975-76	1.01	1.37	1.24	1.11	1.00	1.00	0.97	0.89	1.75	0.65	0.65	0.61
1976-77	0.61	0.87	0.88	0.90	0.97	0.90	0.91	0.86	0.88	0.82	0.72	0.80
1977-78	1.21	0.91	1.34	1.76	2.75	2.79	4.05	3.59	2.77	2.16	1.90	1.39
1978-79	1.52	1.71	2.59	2.44	3.21	4.64	11.68	11.92	8.97	5.95	4.00	3.09
1979-80	3.07	2.71	2.16	1.67	1.47	1.25	1.01	1.04	1.10	1.02	0.96	3.41
1980-81	2.43	1.69	1.92	1.91	1.87	2.05	3.35	7.07	5.13	3.62	3.24	2.72

RIO DERECHO EN EMBALSE PIUQUENES

Cuenca CE4

Caudal medio mensual. (m3/s)

	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr
1941-42	0.92	0.72	0.62	0.91	1.63	2.01	2.82	2.83	2.85	1.67	1.36	0.92
1942-43	0.85	0.94	0.72	0.83	0.69	0.75	1.25	1.16	1.32	0.68	1.04	0.51
1943-44	0.55	0.64	0.71	0.58	0.43	0.52	0.52	0.63	0.71	0.80	0.47	0.48
1944-45	0.47	0.78	0.53	0.51	0.58	0.77	0.95	0.82	0.60	0.67	0.50	0.46
1945-46	0.56	0.46	0.41	0.43	0.33	0.35	0.38	0.38	0.33	0.28	0.25	0.20
1946-47	0.35	0.33	0.35	0.29	0.27	0.40	0.41	0.45	0.44	0.35	0.33	0.28
1947-48	0.14	0.15	0.14	0.15	0.18	0.16	0.13	0.12	0.13	0.12	0.11	0.12
1948-49	0.13	0.13	0.19	0.26	0.32	0.32	0.47	0.56	0.40	0.33	0.29	0.26
1949-50	0.25	0.26	0.27	0.39	0.26	0.21	0.27	0.25	0.26	0.24	0.23	0.23
1950-51	0.29	0.30	0.26	0.23	0.23	0.23	0.27	0.29	0.30	0.28	0.26	0.25
1951-52	0.26	0.28	0.29	0.21	0.17	0.16	0.13	0.13	0.13	0.13	0.12	0.13
1952-53	0.14	0.24	0.28	0.28	0.32	0.32	0.39	0.55	0.42	0.34	0.31	0.31
1953-54	0.35	0.44	0.36	0.39	0.53	0.53	1.65	2.19	1.10	0.23	0.53	0.51
1954-55	0.48	0.54	0.45	0.44	0.39	0.35	0.43	0.49	0.43	0.37	0.33	0.35
1955-56	0.40	0.35	0.31	0.26	0.26	0.23	0.22	0.21	0.22	0.19	0.18	0.18
1956-57	0.20	0.24	0.19	0.22	0.19	0.19	0.16	0.15	0.14	0.13	0.13	0.14
1957-58	0.18	0.24	0.21	0.25	0.25	0.35	0.68	1.04	0.76	0.45	0.34	0.31
1958-59	0.31	0.32	0.24	0.23	0.17	0.17	0.16	0.16	0.16	0.15	0.14	0.15
1959-60	0.14	0.17	0.20	0.23	0.23	0.22	0.24	0.23	0.23	0.21	0.20	0.19
1960-61	0.20	0.24	0.24	0.20	0.16	0.17	0.16	0.17	0.18	0.17	0.16	0.16
1961-62	0.17	0.16	0.19	0.17	0.22	0.26	0.37	0.28	0.25	0.21	0.19	0.18
1962-63	0.18	0.18	0.18	0.16	0.14	0.18	0.18	0.16	0.16	0.15	0.13	0.12
1963-64	0.13	0.18	0.23	0.22	0.30	0.26	0.43	1.41	1.19	0.71	0.53	0.40
1964-65	0.37	0.40	0.34	0.28	0.23	0.20	0.20	0.20	0.21	0.20	0.17	0.18
1965-66	0.20	0.18	0.25	0.56	0.70	1.34	1.35	1.96	1.51	0.96	0.70	0.63
1966-67	0.46	0.44	0.39	0.34	0.34	0.24	0.24	0.23	0.21	0.19	0.18	0.16
1967-68	0.17	0.19	0.22	0.20	0.16	0.17	0.16	0.17	0.17	0.17	0.15	0.15
1968-69	0.15	0.17	0.16	0.13	0.13	0.11	0.09	0.10	0.11	0.10	0.12	0.09
1969-70	0.10	0.12	0.11	0.11	0.08	0.09	0.10	0.11	0.12	0.10	0.11	0.11
1970-71	0.11	0.10	0.11	0.10	0.10	0.08	0.08	0.09	0.10	0.09	0.08	0.08
1971-72	0.08	0.09	0.09	0.12	0.12	0.09	0.09	0.08	0.08	0.08	0.09	0.10
1972-73	0.11	0.19	0.22	0.31	0.41	0.55	1.22	2.25	3.03	1.32	0.61	0.44
1973-74	0.74	0.71	0.64	0.42	0.38	0.15	0.16	0.18	0.17	0.16	0.16	0.15
1974-75	0.33	0.29	0.28	0.23	0.20	0.15	0.15	0.18	0.18	0.17	0.16	0.16
1975-76	0.16	0.22	0.20	0.18	0.16	0.16	0.15	0.14	0.28	0.10	0.10	0.10
1976-77	0.10	0.14	0.14	0.14	0.15	0.14	0.14	0.14	0.14	0.13	0.11	0.13
1977-78	0.19	0.14	0.21	0.28	0.44	0.44	0.64	0.57	0.44	0.34	0.30	0.22
1978-79	0.24	0.27	0.41	0.39	0.51	0.73	1.85	1.89	1.42	0.94	0.63	0.49
1979-80	0.49	0.43	0.34	0.26	0.23	0.20	0.16	0.17	0.17	0.16	0.15	0.54
1980-81	0.38	0.27	0.30	0.30	0.30	0.33	0.53	1.12	0.81	0.57	0.51	0.43

QUEBRADA ARRAYAN EN EMBALSE ARRAYAN

Cuenca CE5

Caudal medio mensual. (m3/s)

	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr
1941-42	0.84	0.44	0.68	2.29	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1942-43	0.26	0.75	0.45	0.58	0.14	0.51	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1943-44	0.05	0.67	0.18	0.41	0.05	0.02	0.00	0.00	0.02	0.01	0.00	0.41
1944-45	0.61	1.90	0.04	0.15	0.00	0.21	0.00	0.00	0.00	0.46	0.00	0.00
1945-46	0.00	0.00	0.00	0.04	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1946-47	0.16	0.19	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1947-48	0.00	0.02	0.05	0.11	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00
1948-49	0.02	0.08	0.27	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1949-50	0.05	0.07	0.98	0.70	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.15
1950-51	0.10	0.00	0.00	0.00	0.05	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.08
1951-52	0.05	0.04	0.09	0.02	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00
1952-53	0.50	0.47	0.57	0.06	0.28	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01
1953-54	0.01	0.12	0.04	0.21	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.02
1954-55	0.13	0.32	0.05	0.09	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1955-56	0.07	0.00	0.02	0.09	0.00	0.06	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.00
1956-57	0.02	0.00	0.05	0.06	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1957-58	1.61	0.24	0.76	0.00	0.18	0.00	0.00	0.50	0.00	0.00	0.00	0.00
1958-59	0.02	0.13	0.13	0.07	0.04	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.18
1959-60	0.00	0.37	0.07	0.29	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1960-61	0.00	0.02	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1961-62	0.00	0.12	0.21	0.72	0.00	0.12	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1962-63	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1963-64	0.19	0.44	0.53	0.33	0.81	0.00	0.18	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1964-65	0.00	0.27	0.08	0.14	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03
1965-66	0.16	0.00	1.64	0.77	0.04	0.00	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.13
1966-67	0.00	0.45	0.45	0.23	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1967-68	0.03	0.17	0.03	0.01	0.18	0.03	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1968-69	0.00	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1969-70	0.00	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1970-71	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1971-72	0.00	0.10	0.03	0.14	0.16	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1972-73	0.04	1.39	0.52	0.51	0.13	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01
1973-74	0.00	0.11	0.02	0.00	0.00	0.06	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1974-75	0.00	0.11	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00
1975-76	0.38	0.06	0.08	0.12	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1976-77	0.17	0.00	0.00	0.22	0.00	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01
1977-78	0.02	0.02	0.07	0.07	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1978-79	0.00	0.00	0.11	0.00	0.12	0.00	0.06	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1979-80	0.00	0.00	0.02	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.37
1980-81	0.00	0.03	0.06	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

RIO TURBIO ENTRE EMBALSE LA LAGUNA Y EMBALSE BUCALUME

Cuenca CI1

Caudal medio mensual. (m3/s)

	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr
1941-42	9.30	8.90	8.10	10.60	19.90	23.40	22.80	23.30	19.00	18.10	17.90	9.80
1942-43	9.04	9.60	7.77	8.61	8.00	10.10	13.14	9.95	12.20	9.60	16.60	11.00
1943-44	8.10	7.32	6.91	5.55	4.95	6.02	6.60	5.20	6.30	8.80	5.11	4.79
1944-45	3.93	3.74	4.45	4.01	6.07	7.00	6.60	3.63	2.94	4.30	4.65	4.25
1945-46	4.50	3.75	3.35	3.10	2.65	3.16	3.54	2.86	2.79	2.84	2.60	1.79
1946-47	2.64	2.56	2.53	1.99	2.17	3.76	3.88	3.47	3.55	3.33	3.36	2.59
1947-48	1.98	1.91	1.72	1.54	1.72	2.68	2.72	1.87	1.76	1.50	1.53	1.58
1948-49	1.50	1.16	1.41	1.63	2.12	4.60	3.42	3.05	3.08	3.53	3.94	3.47
1949-50	1.89	1.87	1.82	2.44	2.55	4.33	2.96	2.95	2.76	2.92	3.26	2.02
1950-51	1.98	2.17	1.84	1.70	1.43	2.87	2.92	1.60	2.33	2.40	2.13	1.78
1951-52	1.51	1.57	1.50	1.35	1.51	1.95	2.08	1.35	1.23	1.45	1.47	1.46
1952-53	1.41	1.65	1.64	1.60	2.47	2.73	3.07	3.46	2.79	2.73	2.64	2.84
1953-54	2.80	3.19	2.68	3.02	3.82	4.24	12.10	13.30	9.50	8.10	6.40	5.50
1954-55	4.92	5.92	4.95	4.76	4.81	4.36	5.91	5.10	4.87	3.97	3.31	3.41
1955-56	4.06	4.00	3.57	3.08	2.36	2.02	1.82	1.54	1.48	1.60	1.87	1.87
1956-57	2.12	2.09	1.83	1.76	1.77	1.37	1.53	1.19	1.09	1.37	1.42	1.51
1957-58	1.96	2.29	2.06	2.19	1.55	2.61	3.26	5.50	5.08	3.44	3.56	3.34
1958-59	2.53	2.64	2.86	2.62	2.73	3.47	3.26	2.70	2.23	2.05	2.05	1.98
1959-60	1.64	1.60	1.67	1.87	2.16	1.93	2.24	1.88	1.94	1.86	1.98	1.99
1960-61	2.19	2.14	2.14	1.97	1.85	2.02	2.26	2.14	2.08	1.91	1.63	1.90
1961-62	1.84	1.47	1.44	1.34	1.33	1.83	2.21	1.80	1.37	1.59	1.78	1.80
1962-63	1.85	1.73	1.69	1.51	1.33	1.67	2.18	1.61	1.25	1.35	1.43	1.70
1963-64	1.82	1.62	1.83	1.84	1.95	1.31	2.11	5.83	5.65	3.11	3.38	3.50
1964-65	3.53	3.29	2.93	2.70	2.32	2.02	1.96	2.31	2.90	2.25	2.22	2.61
1965-66	2.66	2.06	2.13	3.46	4.44	5.98	11.00	12.10	11.00	7.90	6.70	5.52
1966-67	5.64	4.86	4.51	4.05	3.73	3.79	2.98	2.79	2.58	2.64	2.78	2.62
1967-68	2.62	2.73	2.60	2.40	2.19	1.82	1.65	1.93	1.98	1.74	1.72	2.38
1968-69	2.42	1.53	2.16	1.97	1.81	1.38	1.27	1.27	1.31	1.24	1.17	1.26
1969-70	1.79	1.88	2.11	1.71	1.49	1.35	1.50	2.08	2.01	1.28	1.29	1.99
1970-71	1.84	1.94	1.70	1.71	1.49	1.24	1.04	1.02	0.51	0.51	0.80	0.91
1971-72	1.35	1.55	1.76	1.41	1.44	0.93	0.60	0.47	0.28	0.87	1.39	0.84
1972-73	0.55	1.90	2.25	2.31	2.62	3.22	4.57	10.60	12.10	14.50	10.95	7.32
1973-74	6.53	6.77	6.74	6.23	4.66	4.13	4.52	4.02	3.90	3.97	3.62	3.95
1974-75	4.77	3.57	3.03	2.97	2.65	2.13	1.49	1.15	1.70	1.59	0.36	2.00
1975-76	2.60	2.53	2.59	2.54	1.80	1.47	0.73	0.84	1.42	1.32	0.72	1.40
1976-77	1.92	1.86	1.63	1.34	0.93	0.99	1.32	1.33	1.09	1.19	0.94	0.96
1977-78	2.00	1.93	1.87	2.34	3.70	4.11	6.90	6.40	4.83	3.75	3.25	2.88
1978-79	3.45	3.20	4.83	4.48	5.71	12.80	19.50	16.70	13.60	9.30	7.70	5.69
1979-80	5.26	5.59	4.26	3.78	2.86	2.21	1.79	1.20	1.29	1.33	1.46	4.64
1980-81	5.06	3.64	3.47	3.94	4.07	3.42	4.93	8.40	7.20	7.00	5.89	4.67

X.A.1.2.7

RIO DERECHO ENTRE EMBALSE PIQUENES Y JUNTA CON RIO COCHIGUAS

Cuenca CI3

Caudal medio mensual. (m3/s)

	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr
1941-42	3.45	2.70	2.33	3.42	6.14	7.57	10.63	10.63	10.71	6.27	5.10	3.48
1942-43	3.18	3.55	2.70	3.11	2.61	2.81	4.72	4.35	4.98	2.58	3.91	1.91
1943-44	2.06	2.39	2.67	2.16	1.62	1.97	1.97	2.38	2.66	3.02	1.77	1.81
1944-45	1.79	2.94	1.99	1.93	2.16	2.92	3.56	3.09	2.26	2.54	1.87	1.74
1945-46	2.09	1.75	1.55	1.62	1.25	1.32	1.42	1.43	1.24	1.04	0.92	0.76
1946-47	1.31	1.24	1.30	1.11	1.00	1.52	1.55	1.68	1.66	1.34	1.25	1.05
1947-48	0.53	0.55	0.55	0.58	0.67	0.59	0.50	2.43	0.48	0.45	0.43	0.43
1948-49	0.50	0.50	0.71	0.98	1.19	1.20	1.78	2.13	1.51	1.24	1.07	0.96
1949-50	0.94	0.96	1.03	1.48	0.98	0.79	1.03	0.94	0.96	0.88	0.86	0.87
1950-51	1.10	1.11	0.97	0.87	0.86	0.85	1.01	1.09	1.14	1.04	0.97	0.95
1951-52	0.98	1.07	1.08	0.78	0.65	0.60	0.48	2.47	0.48	0.50	1.46	0.49
1952-53	0.53	0.90	1.05	1.06	1.22	1.20	1.49	2.05	1.57	1.27	1.18	1.16
1953-54	1.32	1.67	1.35	1.49	1.98	2.00	6.21	8.26	4.12	0.86	2.01	1.90
1954-55	1.80	2.03	1.70	1.65	1.46	1.31	1.64	1.84	1.64	1.38	1.22	1.32
1955-56	1.49	1.31	1.16	1.00	0.97	0.87	0.81	0.80	0.81	0.73	0.70	0.68
1956-57	0.73	0.91	0.73	0.81	0.70	0.70	0.60	0.57	0.55	0.50	0.48	0.51
1957-58	0.70	0.89	0.78	0.94	0.96	1.34	2.54	3.91	2.86	1.69	1.30	1.16
1958-59	1.18	1.22	0.88	0.86	0.66	0.62	0.60	0.61	0.59	0.55	0.53	0.55
1959-60	0.55	0.62	0.75	0.85	0.88	0.83	0.92	0.87	0.87	0.78	0.74	0.71
1960-61	0.77	0.92	0.88	0.75	0.58	0.66	0.61	0.64	0.69	0.63	0.58	0.58
1961-62	0.63	0.61	0.73	0.64	0.83	0.96	1.37	1.06	0.93	0.81	0.71	0.70
1962-63	0.67	0.70	0.68	0.60	0.51	0.67	0.67	0.60	0.61	0.55	0.49	0.46
1963-64	0.48	0.66	0.85	1.14	1.14	0.99	1.61	5.30	4.50	2.65	2.00	1.51
1964-65	1.37	1.50	1.30	1.05	0.88	0.75	0.73	0.74	0.78	0.73	0.64	0.69
1965-66	0.74	0.67	0.95	2.09	2.64	5.02	5.09	7.37	5.69	3.62	2.63	2.39
1966-67	1.71	1.64	1.49	1.29	1.27	0.92	0.91	0.87	0.77	0.70	0.68	0.62
1967-68	0.64	0.71	0.83	0.77	0.61	0.62	0.61	0.63	0.64	0.62	0.57	0.58
1968-69	0.58	0.62	0.59	0.51	0.48	0.40	0.36	0.39	0.40	0.37	0.45	0.34
1969-70	0.36	0.44	0.43	0.41	0.30	0.34	0.39	0.42	0.46	0.39	0.41	0.41
1970-71	0.40	0.36	0.40	0.39	0.37	0.32	0.31	0.34	0.37	0.34	0.30	0.30
1971-72	0.31	0.34	0.35	0.43	0.46	0.34	0.36	0.30	0.28	0.29	0.33	0.38
1972-73	0.40	0.71	0.82	1.18	1.55	2.08	4.61	8.48	11.41	4.97	2.30	1.66
1973-74	2.77	2.66	2.39	1.59	1.45	0.58	0.62	0.69	0.65	0.62	0.61	0.56
1974-75	1.24	1.10	1.03	0.87	0.77	0.55	0.55	0.66	0.68	0.63	0.61	0.60
1975-76	0.60	0.81	0.74	0.66	0.59	0.60	0.58	0.53	1.04	0.39	0.39	0.36
1976-77	0.36	0.51	0.52	0.54	0.58	0.54	0.54	0.51	0.53	0.49	0.43	0.47
1977-78	0.72	0.55	0.80	1.05	1.64	1.66	2.41	2.14	1.65	1.29	1.13	0.83
1978-79	0.91	1.02	1.54	1.45	1.91	2.76	6.96	7.10	5.35	3.55	2.39	1.84
1979-80	1.83	1.61	1.29	1.00	0.88	0.74	0.60	0.62	0.66	0.61	0.57	2.03
1980-81	1.45	1.00	1.15	1.14	1.11	1.22	2.00	4.21	3.06	2.16	1.93	1.62

RIO ELQUI ENTRE ALGARROBAL Y EMBALSE PUCLARO

Cuenca CI5

Caudal medio mensual. (m3/s)

	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr
1941-42	2.04	1.06	1.67	5.58	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1942-43	0.64	1.82	1.09	1.42	0.33	1.25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1943-44	0.12	1.64	0.45	0.99	0.11	0.05	0.00	0.00	0.05	0.03	0.00	0.99
1944-45	1.49	4.63	0.10	0.37	0.00	0.51	0.00	0.00	0.00	1.12	0.00	0.00
1945-46	0.00	0.00	0.00	0.11	0.12	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1946-47	0.40	0.47	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1947-48	0.00	0.04	0.12	0.27	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00
1948-49	0.05	0.20	0.66	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1949-50	0.13	0.18	2.40	1.70	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.37
1950-51	0.24	0.00	0.01	0.00	0.13	0.00	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20
1951-52	0.11	0.09	0.21	0.05	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00
1952-53	1.22	1.16	1.38	0.16	0.68	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03
1953-54	0.02	0.28	0.09	0.52	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.03	0.00	0.05
1954-55	0.32	0.77	0.13	0.22	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1955-56	0.18	0.00	0.06	0.22	0.00	0.14	0.00	0.00	0.00	0.00	0.24	0.00
1956-57	0.04	0.00	0.13	0.15	0.09	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1957-58	3.92	0.58	1.86	0.00	0.45	0.00	0.00	1.21	0.00	0.00	0.00	0.00
1958-59	0.05	0.32	0.32	0.16	0.09	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.44
1959-60	0.00	0.89	0.17	0.71	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1960-61	0.06	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1961-62	0.00	0.28	0.52	1.77	0.00	0.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1962-63	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.08	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1963-64	0.46	1.08	1.29	0.80	1.96	0.00	0.43	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1964-65	0.00	0.65	0.20	0.33	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.08
1965-66	0.40	0.00	4.01	1.87	0.09	0.00	0.06	0.00	0.00	0.00	0.00	0.31
1966-67	0.00	1.10	1.10	0.57	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
1967-68	0.06	0.41	0.08	0.01	0.44	0.07	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1968-69	0.00	0.07	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1969-70	0.00	0.02	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1970-71	0.01	0.00	0.03	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00
1971-72	0.00	0.23	0.07	0.34	0.38	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1972-73	0.11	3.40	1.28	1.23	0.32	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02
1973-74	0.00	0.28	0.06	0.00	0.01	0.14	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1974-75	0.00	0.27	0.00	0.01	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00
1975-76	0.93	0.15	0.19	0.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01
1976-77	0.42	0.00	0.00	0.55	0.00	0.08	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02
1977-78	0.04	0.06	0.16	0.18	0.00	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1978-79	0.00	0.00	0.26	0.00	0.29	0.00	0.14	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1979-80	0.00	0.00	0.04	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.05	0.00	0.90
1980-81	0.00	0.07	0.14	0.04	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

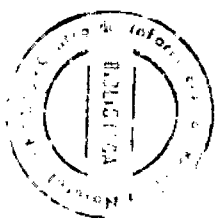
RIO ELQUI ENTRE EMBALSE PUCLARO Y JUNTA CON ESTERO ARRAYAN

Cuenca CI6

Caudal medio mensual. (m3/s)

	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr
1941-42	0.76	0.40	0.62	2.08	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1942-43	0.24	0.08	0.41	0.53	0.12	0.47	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1943-44	0.05	0.61	0.17	0.37	0.04	0.02	0.00	0.00	0.02	0.01	0.00	0.37
1944-45	0.55	1.73	0.04	0.32	0.00	0.19	0.00	0.00	0.00	0.42	0.00	0.00
1945-46	0.00	0.00	0.00	0.04	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1946-47	0.15	0.18	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1947-48	0.00	0.02	0.04	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00
1948-49	0.02	0.08	0.25	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1949-50	0.05	0.07	0.89	0.64	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.14
1950-51	0.09	0.00	0.00	0.00	0.05	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.08
1951-52	0.04	0.03	0.08	0.02	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00
1952-53	0.46	0.43	0.51	0.06	0.25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01
1953-54	0.01	0.10	0.03	0.19	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.02
1954-55	0.12	0.29	0.05	0.08	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1955-56	0.07	0.00	0.02	0.08	0.00	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.09	0.00
1956-57	0.02	0.00	0.05	0.06	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1957-58	1.46	0.22	0.69	0.00	0.17	0.00	0.00	0.45	0.00	0.00	0.00	0.00
1958-59	0.02	0.12	0.12	0.06	0.04	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.16
1959-60	0.00	0.33	0.06	0.26	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1960-61	0.00	0.02	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1961-62	0.00	0.10	0.19	0.66	0.00	0.11	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1962-63	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1963-64	0.17	0.40	0.48	0.30	0.73	0.00	0.16	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1964-65	0.00	0.24	0.07	0.12	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03
1965-66	0.15	0.00	1.49	0.70	0.03	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.11
1966-67	0.00	0.41	0.41	0.21	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1967-68	0.02	0.15	0.03	0.01	0.17	0.03	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1968-69	0.00	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1969-70	0.00	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1970-71	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1971-72	0.00	0.09	0.03	0.13	0.15	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1972-73	0.04	1.27	0.48	0.46	0.12	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01
1973-74	0.00	0.10	0.02	0.00	0.00	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1974-75	0.00	0.10	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00
1975-76	0.35	0.06	0.07	0.11	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1976-77	0.16	0.00	0.00	0.20	0.00	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01
1977-78	0.01	0.02	0.06	0.07	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1978-79	0.00	0.00	0.10	0.00	0.11	0.00	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1979-80	0.00	0.00	0.02	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.34
1980-81	0.00	0.03	0.05	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

X.A.1.2.10



RIO ELQUI ENTRE ESTERO ARRAYAN Y AGUAS ABAJO DE QDA. STA. GRACIA

Cuenca CI7

Caudal medio mensual. (m3/s)

	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr
1941-42	2.29	0.39	1.58	1.93	0.00	0.08	0.00	0.00	0.03	0.00	0.00	0.00
1942-43	0.23	0.64	0.75	0.93	0.15	0.24	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1943-44	0.11	0.64	0.15	0.48	0.05	0.00	0.01	0.00	0.00	0.05	0.00	0.50
1944-45	0.39	1.71	0.05	0.70	0.03	0.02	0.00	0.00	0.00	1.34	0.01	0.00
1945-46	0.00	0.00	0.00	0.06	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1946-47	0.31	0.43	0.04	0.01	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1947-48	0.00	0.00	0.15	0.00	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1948-49	0.11	0.14	0.43	0.04	0.00	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1949-50	0.02	0.09	0.70	0.38	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1950-51	0.68	0.00	0.00	0.00	0.18	0.00	0.14	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01
1951-52	0.15	0.04	0.05	0.02	0.03	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00
1952-53	1.03	1.73	1.08	0.00	0.07	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01
1953-54	0.01	0.01	0.01	0.22	0.03	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03
1954-55	0.31	0.48	0.09	0.14	0.03	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.01
1955-56	0.09	0.00	0.04	0.19	0.00	0.15	0.01	0.00	0.00	0.01	0.37	0.00
1956-57	0.02	0.00	0.25	0.09	0.22	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1957-58	8.60	0.38	0.76	0.00	0.51	0.05	0.00	0.64	0.00	0.00	0.10	0.00
1958-59	0.16	1.34	0.92	1.23	0.32	0.08	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.42
1959-60	0.00	0.54	0.07	0.37	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1960-61	0.03	0.10	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1961-62	0.00	0.99	0.13	1.19	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02
1962-63	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1963-64	0.13	1.00	1.13	0.73	1.58	0.00	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1964-65	0.00	0.02	0.00	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01
1965-66	0.49	0.07	3.41	2.28	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1966-67	1.11	0.65	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1967-68	0.00	0.32	0.14	0.03	0.41	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1968-69	0.00	0.17	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1969-70	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00
1970-71	0.00	0.00	0.01	0.06	0.00	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1971-72	0.00	0.32	0.02	0.30	0.32	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1972-73	0.00	1.15	0.60	1.72	0.03	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.14
1973-74	0.00	0.38	0.21	0.00	0.00	0.16	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1974-75	0.00	0.32	0.00	0.03	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1975-76	0.43	0.09	0.14	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1976-77	0.09	0.00	0.00	0.12	0.00	0.08	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1977-78	0.02	0.13	0.53	0.15	0.00	0.23	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1978-79	0.00	0.00	0.07	0.00	0.21	0.00	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1979-80	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.11
1980-81	0.02	0.16	0.54	0.09	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

X.A.1.2.11

A.1.2.2 Evaporación

Para la estimación de la evaporación en los embalses se consideraron los valores promedios de evaporación medidos en cuatro estaciones meteorológicas en el Valle del Elqui y que aparecen en el informe sobre clima (Capítulo V Demanda de Agua, V.1 Clima).

En el cuadro A.1.2.1 se indican las estaciones meteorológicas consideradas, la altura sobre el nivel del mar de las estaciones, la evaporación mensual promedio y la evaporación anual promedio. Además se ha calculado al final, la distribución mensual promedio y que corresponde a la que se aplica en el Modelo de Simulación.

En el cuadro A.1.2.2 se indican los embalses considerados en el modelo su altura sobre el nivel del mar, la evaporación anual estimada y la evaporación anual del embalse al afectar la anterior por el factor 0,7 que corresponde al utilizado para relacionar la evaporación medida en estanque (evaporímetro) y la esperada en un embalse.

En el caso de los embalses La Laguna y Piuquenes, se estimó su evaporación anual en base a la registrada en la estación Molles en Bocatoma, de la cuenca del río Limarí, la cual se encuentra a 2.620 m.s.n.m. y registra una evaporación anual de 2.242 mm, (incluso se aplica su distribución mensual).

CUADRO Nº A.1.2.1
EVAPORACION PROMEDIO MENSUAL MEDIDA

Estación Meteorológica	Altura m.s.n.m.	Evaporación mensual (mm)												Total Anual (mm)
		May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	
La Serena	30	64	37	30	41	66	113	122	161	150	130	114	66	1.094
Almendral	430	87	63	65	84	114	174	186	239	248	207	180	120	1.767
Vicuña	630	80	55	69	98	133	179	213	241	235	201	157	109	1.770
Rivadavia	820	105	81	84	101	147	198	231	254	251	249	186	135	2.022
Distribución Mensual :		.051	.034	.037	.048	.068	.100	.112	.137	.134	.119	.096	.064	1.000

X.A.1.2.13

X.A.1.2.14

CUADRO N° A.1.2.2

EVAPORACION ESTIMADA EN LOS EMBALSES

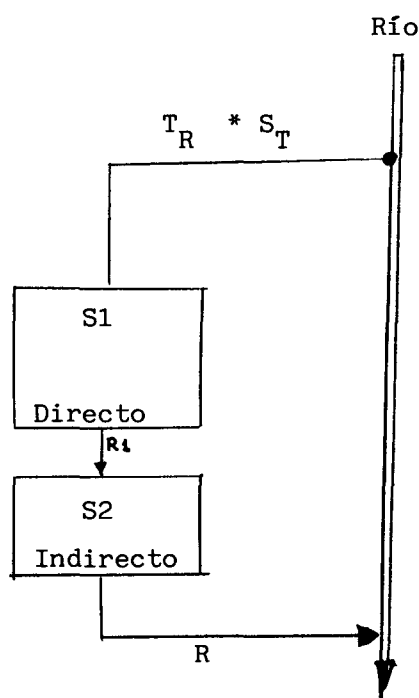
Embalse	Altura m.s.n.m.	Evaporación Anual Evaporímetro (mm)	Evaporación anual Embalse (mm)
Pan de Azúcar	115	1.230	861
Arrayán	350	1.600	1.120
Puclaro	500	1.770	1.239
Bucalume	1.050	2.020	1.414
La Laguna	3.200	2.200	1.540
Piuquenes	3.050	2.140	1.498

ANEXO X. A.1.3

DEMANDAS REDUCIDAS Y COEFICIENTES DE RETORNO

A.1.3.1 Tasas Reducidas

El reuso interno de los derrames y recuperaciones de cada sector pueden estimarse a través de una reducción de la tasa de riego. Para ello se concibe cada sector compuesto por un área de riego directa y un área que aprovecha los retornos de riego de la primera según el esquema siguiente:



S_1 = Superficie de riego directo.

S_2 = Superficie de riego indirecto

$S_T = S_1 + S_2$ = Superficie total del Sector.

R_1 = Recuperaciones del sector directo.

R = Recuperaciones finales

TR = Tasa Reducida

En el esquema anterior se pueden presentar dos casos dependiendo de que si los retornos del área S1 (R_1) sean mayores o menores que la demanda del área S2 indirecta.

En el primer caso bastará con pedir al río la demanda del área 1, esto es, su superficie (S_1) por la tasa bruta en bocatoma del sector (T_B). En el sistema equivalente con superficie $S_T = S_1 + S_2$ y tasa reducida en bocatoma TR , la demanda será : $TR * (S_1 + S_2)$.

X.A.1.3.2

Igualando estas demandas se tiene que :

$$TR * (S_1 + S_2) = S_1 * TB$$

luego :

$$TR = S_1 * TB / (S_1 + S_2) \quad (1)$$

En el segundo caso a la demanda total del sector igual a $T_B * (S_1 + S_2)$ se le deberá descontar las recuperaciones del área 1 las cuales serán $R1 = S_1 * (T_B - T_E)$ siendo T_E la tasa efectiva del sector. Igualando lo anterior con el sistema equivalente se tendrá :

$$T_R * (S_1 + S_2) = (S_1 + S_2) * T_B - S_1 * (T_B - T_E)$$

luego :

$$T_R = (S_1 * T_E + S_2 * T_B) / (S_1 + S_2) \quad (2)$$

o bien si llamamos f a la expresión :

$$f = (T_B - T_E) / T_B$$

tendremos que :

$$TR = (1 - f * S_1) * TB / (S_1 + S_2) \quad (2a)$$

Un caso muy especial es el que se produce en los valles cordilleranos en que las recuperaciones vuelven rápidamente al río y pueden ser reutilizadas varias veces, sin haber una zona claramente definida como de riego directo y otra de riego indirecto. Es posible suponer en estos

casos que la demanda del área indirecta es exactamente igual a las recuperaciones del área directa o sea :

$$S_1 * (T_B - T_E) = S_2 * T_B \text{ o bien } S_2 = S_1 * (T_B - T_E)/T_B$$

como la única demanda que debemos satisfacer desde el río es la de S_1 tendremos, como en el primer caso :

$$(S_1 + S_2) * T_R = S_1 * T_B$$

reemplazando la ecuación anterior en esta se tendrá :

$$(S_1 + S_1 * f) * T_R = S_1 * T_B$$

o bien :

$$T_R = T_B / (1 + f) \quad (3)$$

Si fuera posible regar una tercera área con las recuperaciones del área indicada se puede demostrar, por analogía que :

$$S_3 = S_2 * (T_B - T_E) / T_B = S_2 * f = S_1 * f^2$$

luego tendremos que :

$$T_R = T_B / (1 + f + f^2) \quad (3a)$$

Los sectores 1 al 4 corresponden a valles cordilleros muy estrechos, con un gran número de canales a lo largo de ellos. Las recuperaciones del riego en estos valles vuelven rápidamente al cauce pudiendo ser reaprovechadas. Para los sectores 1, 3 y 4 se ha supuesto que las recuperaciones sólo serán reutilizadas una vez por lo que usan la ecuación (3).

X.A.1.3.4

Para el sector 2, debido a que es independiente, a que tiene actualmente derecho a secar el río Derecho y a que sus canales, por tamaño y ubicación a lo largo del río, pueden reutilizar las recuperaciones varias veces, se ha considerado un doble reuso de las aguas mediante la ecuación 3a.

En el sector 5 el valle es bastante más ancho produciéndose un angostamiento importante inmediatamente aguas abajo del pueblo de Vicuña y que coincide con el inicio de la primera zona de recuperaciones (Huancara). Por lo anterior se ha estimado que los canales con bocatomas ubicados aguas abajo del pueblo de Vicuña, pueden utilizar las recuperaciones de las áreas regadas por los canales que captan aguas arriba de dicho pueblo. Según lo anterior, la superficie S1 en este sector sería de un 80,22% del total regable. Cuando las recuperaciones de ésta área sean suficientes para cubrir la demanda de la superficie S2 se podrá utilizar la fórmula (1), en caso contrario se deberá usar la fórmula (2). El primer caso se produce cuando la razón entre la evapotranspiración de los cultivos y la demanda predial es mayor que 0,473. Si es menor se produce el segundo caso.

En el sector 6, aunque se produce una situación similar a la de los sectores 1 al 4, no se considerará el reuso interno debido a su poca superficie y, principalmente, a que el embalse Puclaro afecta fuertemente a este sector, disminuyendo su superficie regable en un tercio.

Por esta razón se considera que $TR = TB$.

En el sector 7 la situación es bastante más compleja ya que sólo una parte de los retornos del riego pueden ser utilizados dentro del mismo sector, otra parte puede ser utilizada por el sector 9 y el resto por el sector 10. Dada la conformación del valle en el sector 7 se puede esti-

X.A.1.3.5

mar que los retornos que pueden ser reutilizados dentro del sector corresponden a los generados por la superficie regada aguas arriba del pueblo de Las Rojas. Esta superficie es regada por los canales Titón o Merino, Cutún - Las Rojas y una parte del canal Calera, correspondiendo a un 19,4% de la superficie total regada del sector 7. La superficie que puede utilizar estos retornos es de un 25,7% del total regado.

Como la demanda de esta superficie es mayor que los retornos originados por la primera, la fórmula a utilizar en este caso sería la (2).

Finalmente los sectores 8, 9 y 10 por su conformación no tienen posibilidades claras de reuso interno de las recuperaciones por lo que se considera:

$$T_R = T_B \quad (4)$$

A.1.3.2 Tasa Efectiva

En el capítulo IV.6 - Recuperaciones - , se estableció el significado del término "Tasa Efectiva" y se intentó calcularla en base a estadística de caudales en el río Elqui y a los desmarques en los canales, llegándose a la conclusión de que era imposible una determinación por ese método dado la influencia de las lluvias en los cálculos, por lo que en su determinación será necesario utilizar métodos analíticos.

X.A.1.3.6

Según la definición de tasa efectiva, esta puede ser representada por la siguiente ecuación:

$$TE = EVTC + EVP + PC + PPP$$

en que :

TE = Tasa efectiva

EVTC = Evapotranspiración

EVP = Evapotranspiración de plantas parasitarias

PC = Pérdidas en los canales

PPP = Pérdidas por percolación profunda

Dado que a futuro se deberán efectuar mejoramientos a los canales existentes y además, por el nivel de desarrollo que se espera en el valle, las plantas parasitarias deberán disminuirse al máximo, el factor EVP deberá ser poco significativo. Además, la mayoría de los canales existentes se desarrollan en laderas, rodeando las zonas a regar, por lo que gran parte de sus infiltraciones debe aflorar rápidamente y ser reaprovechables aún dentro del mismo sector.

Según lo anterior, los únicos factores de importancia dentro del TE serían la evapotranspiración de los cultivos y la percolación profunda.

El primer factor es posible de calcular en base a los antecedentes del capítulo V Demandas y de las superficies por cultivo de cada sector. Para el segundo factor en el "Drainage Manual" del U.S.B.R., cuadro 5.2 página 153, se indica el porcentaje de la percolación profunda con respecto al agua aplicada a los suelos (tasa nivel predial) en base al tipo de suelos a regar.

X.A.1.3.7

Como la mayoría de los suelos del área Alta y Media (sectores 1 al 6) corresponde a Franco Arenoso, el porcentaje sería alrededor de un 30%. En el área Baja (sector 7 al 10) los suelos son Franco-Limosos por lo que el porcentaje de percolación sería alrededor de un 20%.

En los sectores 1 al 6 se produce, a la salida de cada sector, un estrechamiento del valle, lo cual permite el afloramiento de la mayor parte del agua que puede haber percolado aguas arriba, por esta razón se ha considerado en estos sectores que la percolación profunda, a nivel del valle, será sólo de un 5% con respecto a la demanda a nivel predial.

En cambio a nivel de sector, se ha estimado que sólo una parte de la percolación podrá aflorar dentro del sector, debido principalmente a la fuerte pendiente de estos valles y a la poca capacidad de transmisión del acuífero subterráneo, por lo que en este caso se ha tomado la percolación como un 25% con respecto a la demanda a nivel predial.

En los sectores 7 al 10 la situación es muy similar tanto a nivel de valle como a nivel de sector, siendo, en esta zona, muy difícil de recuperar las pérdidas por percolación profunda, por lo que se ha considerado ésta como un 20% con respecto a la demanda a nivel predial.

Además, en todos los sectores, se ha estimado que habrá una pequeña pérdida por las plantas parasitarias y las pérdidas en canales no recuperables, los cuales se han considerado en un 3% con respecto a la demanda a nivel predial.

Para el cálculo de la demanda reducida a nivel de sectores, se elaboró un programa de computación que usa como entrada las demandas mensuales a nivel predial y la evapotranspiración total determinadas en los capítulos anteriores.

X.A.1.3.8

Además considera la eficiencia de conducción de los canales para cada sector. Como salida se tienen las demandas mensuales reducidas a nivel de bocatoma para cada sector, así como el porcentaje de retorno de cada sector. Este último corresponde al porcentaje con respecto a la demanda reducida a nivel de bocatoma, que se espera tener como recuperación a la salida del sector y que puede ser utilizada en otros sectores. Este porcentaje se calcula en base a la siguiente relación:

$$K \quad (\text{retorno}) = 1 - \text{TENV/TRB}$$

en que :

TENV = tasa efectiva a nivel de valle y

TRB = tasa reducida a nivel de bocatoma.

A continuación se incluye un listado del programa de computación utilizado con una explicación de las principales involucradas.

EX.A.1.3.9

```

00010 OPTION BASE 1
00020 DIM EFC(11),PPPS(11),PPPV(11),DP(11,12),EVTT(11),DTP(11),DRB(11,12)
00030 DIM DRBT(11),VUMRT(11),TENS(11),TENV(11)
00040 LET POP=.03
00050 DATA .95,.95,.95,.95,.9,.9,.85,.9,.8,.90,.95
00060 READ MAT EFC
00070 DATA .25,.25,.25,.25,.25,.25,.2,.2,.2,.2,.2
00080 READ MAT PPPS
00090 DATA .05,.05,.05,.05,.05,.05,.2,.2,.2,.2,.2
00100 READ MAT PPPV
00110 LET FS10=.326
00120 PRINT "DEME EL NOMBRE DEL CASO A PROCESAR"
00125 PRINT "PONGA DISKETTE DE SALIDA EN DRIVE #1"
00130 INPUT CASO$
00140 OPEN #1:"NAME=DEMS.TOTL."&CASO$,INTERNAL,INPUT
00150 OPEN #2:"NAME=elqui.dms."&CASO$&"",INTERNAL,OUTIN,RELATIVE IOERR NOEXIS
00160 FOR I=1 TO 10
00170 READ #1,USING FRM1:DP(I,1),DP(I,2),DP(I,3),DP(I,4),DP(I,5),DP(I,6),DP(I,7)
,DP(I,8),DP(I,9),DP(I,10),DP(I,11),DP(I,12),EVTT(I)
00180 FRM1: FORM POS 9,12*N 6,N 8
00190 NEXT I
00200 CLOSE #1:
00210 FOR J=1 TO 12
00220 LET DP(11,J)=DP(10,J)*FS10
00230 LET DP(10,J)=DP(10,J)*(1-FS10)
00235 NEXT J
00237 LET EVTT(11)=EVTT(10)*FS10
00239 LET EVTT(10)=EVTT(10)*(1-FS10)
00240 MAT DTP=(0)
00250 MAT DRBT=(0)
00260 FOR I=1 TO 11
00270 IF I<6 OR I=7 THEN CASO1
00280 FOR J=1 TO 12
00290 LET DRB(I,J)=DP(I,J)/EFC(I)
00300 LET DTP(I)=DTP(I)+DP(I,J)
00310 LET DRBT(I)=DRBT(I)+DRB(I,J)
00320 NEXT J
00330 GOTO LBL1
00340 CASO1: ! !!!!!!!!!!!!!!!
00350 FOR J=1 TO 12
00360 LET DTP(I)=DTP(I)+DP(I,J)
00370 NEXT J
00380 LET DTB(I)=DTP(I)/EFC(I)
00390 LET TENS(I)=EVTT(I)+(POP+PPPS(I))*DTP(I)
00400 LET F=1-TENS(I)/DTB(I)
00410 IF I=5 THEN CASO1A
00420 IF I=7 THEN CASO1B
00430 IF I=2 THEN LET FMA1=1+F+F*F ELSE LET FMA1=F+1
00440 LET DIV=EFC(I)*FMA1
00450 FOR J=1 TO 12
00460 LET DRB(I,J)=DP(I,J)/DIV
00470 LET DRBT(I)=DRBT(I)+DRB(I,J)
00480 NEXT J
00490 GOTO LBL1
00500 CASO1A: ! !!!!!!!!!!!!!!!
00510 LET COMP=EVTT(I)/DTP(I)
00530 IF COMP<=.473 THEN LET MULT=.8022/EFC(I) ELSE LET MULT=(1-F*.8022)/EFC(I)
00540 FOR J=1 TO 12
00550 LET DRB(I,J)=DP(I,J)*MULT
00560 LET DRBT(I)=DRBT(I)+DRB(I,J)

```

X.A.1.3.10

```
00570 NEXT J
00580 GOTO LBL1
00590 CASO18: ! !!!!!!!!!!!
00600 LET F7=(1-F*.194)/EFC(I)
00610 FOR J=1 TO 12
00620 LET DRB(I,J)=DP(I,J)*F7
00630 LET DRBT(I)=DRBT(I)+DRB(I,J)
00640 NEXT J
00650 LBL1: ! !!!!!!!!!!!!!!!
00660 LET TENV(I)=EVT(I)+(POP+PPP(I))*DTP(I)
00670 LET VUMRT(I)=1-TENV(I)/DRBT(I)
00680 REWRITE #2,USING FRM2,REC=I:DRB(I,1),DRB(I,2),DRB(I,3),DRB(I,4),DRB(I,5),D
    RB(I,6),DRB(I,7),DRB(I,8),DRB(I,9),DRB(I,10),DRB(I,11),DRB(I,12),VUMRT(I)
00690 FRM2: FORM 13*N 6.3
00700 NEXT I
00710 CLOSE #2:
00720 PRINT "PROCESO TERMINADO"
00730 PRINT "ARCHIVO GRABADO ELQUI.DMNS.";CASO$
00740 STOP
00750 NOEXIS: ! !!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!EL ARCHIVO NO EXISTE
00760 OPEN #2:"NAME=ELQUI.DMNS."&CASO$&"//1,SIZE=1408,RECL=127",INTERNAL,OUTIN,R
    ELATIVE
00770 FOR I=1 TO 11
00780 WRITE #2,USING 790,REC=I:I,RPT$(" ",125)
00790 FORM N 2,C 125
00800 NEXT I
00810 CONTINUE
00820 END
```

X.A.1.3.11

Variables utilizadas en programa de computación para el cálculo de la demanda mensual reducida a nivel de sectores.

Subíndices : 1 : sector
j : mes

Variables

Tipo	Nombre	Significado
Dato	POP :	Porcentaje otras pérdidas (canales y plantas parásitas).
Dato	FFC(I) :	Eficiencia de conducción en canales.
Dato	PPPS(I) :	Porcentaje de percolación a nivel de sector.
Dato	PPPV(I) :	Porcentaje de percolación a nivel del valle.
Dato	FS10 :	Porcentaje del sector 10 no regado por canales (S11).
Dato	DP(I,J) :	Demanda mensual a nivel predial por sector
Dato	EVTT(I) :	Evapotranspiración total anual del sector
Proceso	DTP(I) :	Demanda anual a nivel Predial
Resultado	DRB(I,J):	Demanda mensual reducida a nivel de sector
Proceso	DRBT :	Demanda anual reducida a nivel de sector
Proceso	TENS(I) :	Tasa efectiva a nivel de sector (anual)
Proceso	F :	Variable auxiliar, factor de reducción
Proceso	FMAS 1 :	Variable auxiliar, factor de reducción +1

X.A.1.3.12

Proceso	COMP	:	Variable auxiliar, factor de comparación para sector 5
Proceso	MULT	:	Variable auxiliar
Proceso	F 7	:	Variable, factor de reducción del sector 7.
Proceso	TENV (J):		Tasa efectiva a nivel del valle (Anual)
Resultado	VUMRT(I):		Porcentaje de retorno por sector.

A N E X O X.A.1.4

EMBALSE PUCLARO COSTO v/s VOLUMEN UTIL

C U A D R O COTA MURO : 512 m.s.n.m.

VOLUMEN : 200 . 10⁶ m³

COTA (m)	Ap	A (m ²)	$\frac{A_0 + A_1}{2}$	Δh (m)	ΔV (m ³)
512		7.980			
			21.735	12	260.820
500		35.490			
			46.233	10	462.330
490		56.975			
			65.988	10	659.880
480	1,83	75.000			
			84.900	10	849.000
470	2,37	94.800			
			100.540	10	1.005.400
460	2,657	106.280			
			111.560	10	1.115.600
450	2,921	116.840			
			121.220	10	1.212.200
440	3,14	125.600			
			127.300	5	636.500
435	3,225	129.000			
			65.700	4	263.600
431	0,007	2.800			
T O T A L					6.465.330 (m ³)

C U A D R O COTA MURO : 520 m.s.n.m.

VOLUMEN : 260 . 10⁶ m³

COTA (m)	Ap	A (m ²)	$\frac{A_0 + A_1}{2}$	ΔH (m)	ΔV (m ³)
520		8.400			
			20.444	10	204.440
510		32.488			
			43.717	10	437.170
500	1.374	54.945			
			65.253	10	652.530
490	1.888	75.561			
			84.241	10	842.410
480	2.315	92.920			
			101.460	10	1.014.600
470	2.750	110.000			
			117.100	10	1.171.000
460	3.105	124.200			
			128.820	10	1.288.200
450	3.335	133.440			
			137.120	10	1.371.200
440	3.520	140.800			
			138.400	5	692.000
435	3.40	136.000			
			70.000	4	280.000
431	0,1	4.000			
T O T A L					7.953.550 (m ³)

C U A D R O COTA MURO : 527 m.s.n.m

VOLUMEN : 326 . 10⁶ m3

COTA (m)	Ap	A m2	$\frac{A_0 + A_1}{2}$	Δh (m)	$4 V$ (m3)
527		8.680			
			17.684	7	123.788
520		26.687			
			38.464	10	384.640
510	1,256	50.240			
			61.020	10	610.200
500	1,795	71.800			
			82.360	10	823.600
490	2,323	92.920			
			101.330	10	1.013.300
480	2,744	109.740			
			117.930	10	1.179.300
470	3,153	126.120			
			132.310	10	1.323.100
460	3,463	138.500			
			141.250	10	1.412.500
450	3,600	144.008			
			148.700	10	1.487.000
440	3,835	153.400			
			147.140	5	735.700
435	3,522	140.880			
			73.040	4	292.160
431		5.200			
T O T A L					9.385.288 (m3)

COSTOS v/s VOLUMENES UTILES

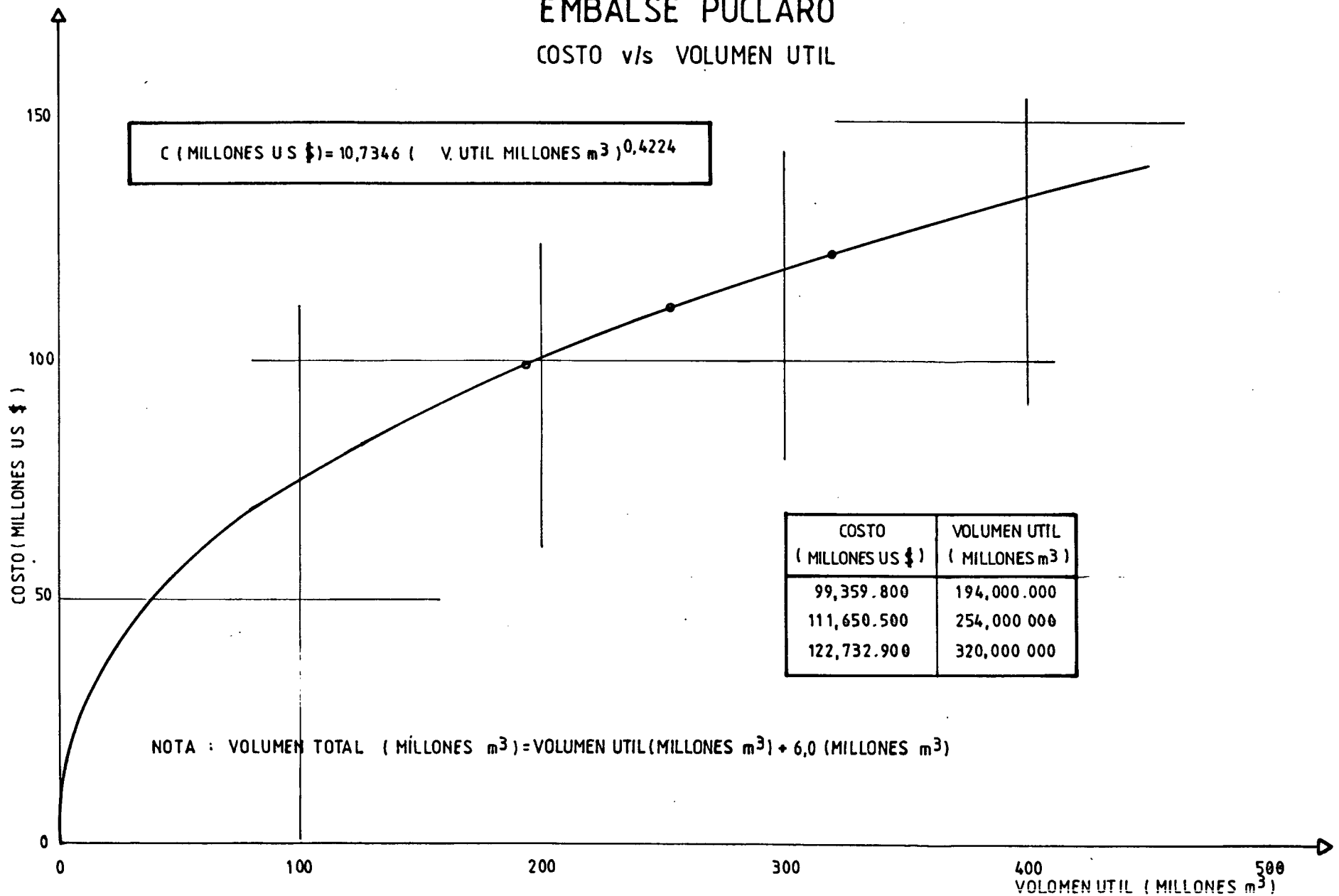
Item	Partidas	COSTOS EMBALSES		
		V=320 . 10 ⁶ m3 Miles US\$	V=260 . 10 ⁶ m3 Miles US\$	V=200 . 10 ⁶ m3 Miles US\$
1.	Muro de Presa			
1.1	Excavaciones	1.861,7	1.607,0	1.305,0
1.2	Pared Moldeada	5.796,0	5.796,0	5.796,0
1.3	Inyecciones	10.587,8	10.587,8	10.587,8
1.4	Rellenos	51.802,9	43.909,3	35.685,9
	EXCAVACION			
2.	Obras de evaluación crecidas	5.396,2	5.200,0	4.900,0
3.	Obras de Entrega	3.721,1	3.500,0	3.187,0
4.	Túnel de acceso	182,4	182,4	182,4
5.	Obras de desviación y desagüe de Fondo	3.640,2	3.560,0	3.186,4
6.	Suministro y montaje de equipos	10.258,7	10.258,7	10.258,7
	COSTO DIRECTO TOTAL DE LAS OBRAS	93.247,0	84.601,2	75.089,2
7.	Imprevistos 15%	13.987,1	12.690,2	11.263,4
8.	Gastos de Ingeniería 3%	2.797,4	2.538,0	2.252,7
9.	Gastos Supervisión Construcción 5%	4.662,4	4.230,1	3.754,5
	Costo Directo Final de obras	114.693,9	104.059,5	92.359,8
10.	Costo de Expropiación	8.039,0	7.591,0	7.000,0
	C O S T O	122.732,9	111.650,5	99.359,8

COSTOS v/s VOLUMENES RELLENOS

Cota Vertedero	Cota Muro	V Agua (m3)	V Agua Util (m3)	Costo Miles US\$
521	527	326.000.000	320.000.000	122.732,9
514	520	260.000.000	254.000.000	111.650,5
506	512	200.000.000	194.000.000	99.359,8
497,5	503,5	150.000.000		

EMBALSE PUCLARO

COSTO v/s VOLUMEN UTIL



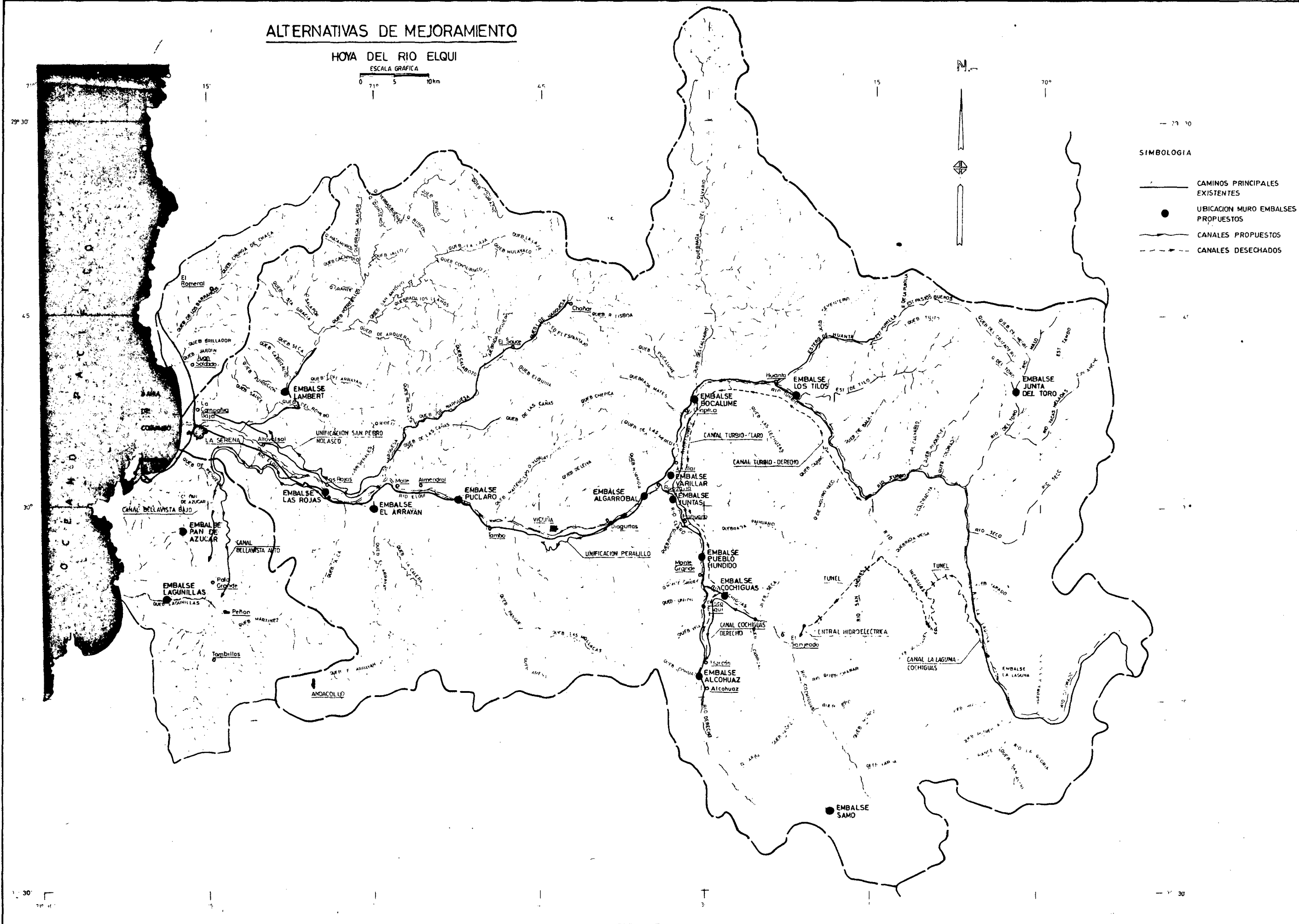
ALTERNATIVAS DE MEJORAMIENTO

HOYA DEL RIO ELQUI

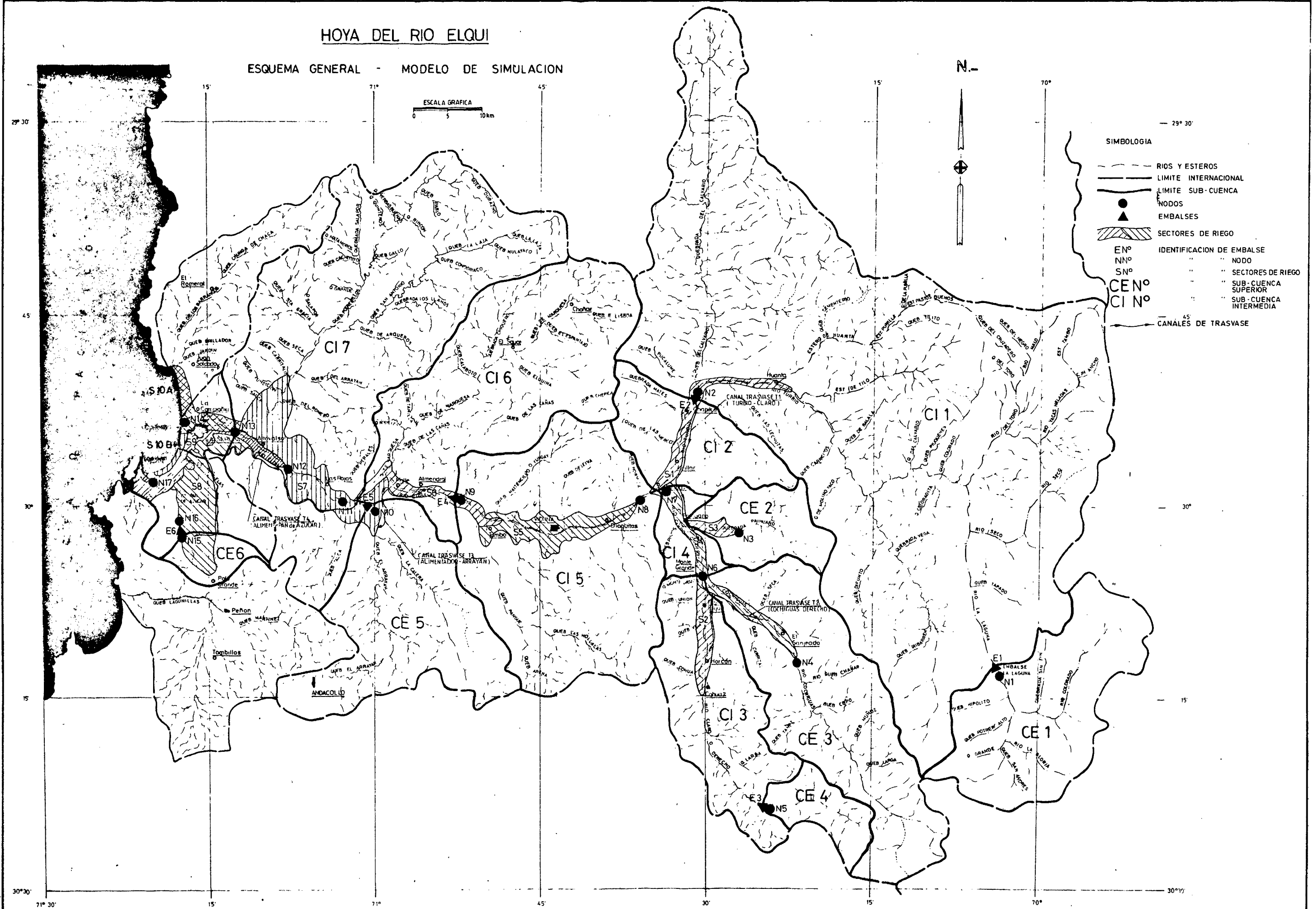
ESCALA GRAFICA



5 10 km



ESQUEMA GENERAL - MODELO DE SIMULACION



X.2 MODELO DE SIMULACION HIDROGEOLOGICA

I N D I C E

	Pág.
2.1 DEFINICION DEL MODELO	X.2.2
2.2 CALIBRACION DEL MODELO EN REGIMEN PERMANENTE	X.2.3
2.2.1 Zona El Molle-La Serena	X.2.3
2.2.2 Zona Pan de Azúcar	X.2.7
2.3 CALIBRACION Y VALIDACION DEL MODELO CONSIDERANDO BOMBEO DESDE POZOS	X.2.9
2.3.1 Zona El Molle-La Serena	X.2.10
2.3.2 Zona Pan de Azúcar	X.2.15
2.4 SIMULACION DE AÑOS CON DEMANDA DE AGUAS SUBTERRANEAS PARA RIEGO	X.2.19
2.4.1 Sector El Molle-La Serena	X.2.24
2.4.2 Sector Pan de Azúcar	X.2.27
2.5 CONCLUSIONES	X.2.31
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	X.2.32
ANEXO X.A.2.1	
ANEXO X.A.2.2 MANUAL DE USO MODELO	
ANEXO X.A.2.3 PROGRAMAS COMPUTACIONALES	

X.2.1

2.1 DEFINICION GENERAL DEL MODELO

Con el objeto de determinar la magnitud y posibilidad de aprovechamiento del recurso de aguas subterráneas en el valle del río Elqui, se aplicó un modelo de simulación a las zonas de El Molle-La Serena y Pan de Azúcar (ver Figura X.2.1), que corresponden a las hidrogeológicamente más relevantes del valle y las que presentan un mayor número de pozos perforados, según se concluye en el Capítulo IV.4 "Estudio Hidrogeológico" del presente trabajo.

El modelo aplicado corresponde al desarrollado en el estudio "Modelo de simulación del comportamiento de sistemas de aguas subterráneas sometidos a explotación por bombeo desde pozos" (Cabrera y Menchaca, 1981). En él se utiliza el método numérico de elementos finitos en conjunto con el método residual de Galerkin, con lo cual es posible determinar el potencial hidráulico o niveles piezométricos en régimen impermanente. La malla de elementos finitos que se usa está conformada por elementos isoparamétricos y funciones de aproximación de primer, segundo y tercer grado, con lo que se consigue una buena representación del bombeo desde pozos y de contornos geométricos sinuosos. Con el modelo es posible, además, representar el efecto de recargas naturales o artificiales provenientes de infiltración desde ríos, canales no revestidos o áreas de riego, y la extracción desde sistemas de drenaje naturales o artificiales.

Haciendo uso de los planos topográficos escala 1:50000 y los planos de curvas de isotransmisibilidad elaborados en el Estudio Hidrogeológico (láminas IV.4.2 y IV.4.3), se discretizó cada zona en una malla de elementos cuadriláteros isoparamétricos, cuidando se representar adecuadamente los contornos del contacto roca-relleno, el trazado del río y de canales, y los límites de zonas geológicamente similares. Finalmente se asignó a cada elemento valores para los coeficientes de transmisibilidad y almacenamiento representativos de su área.

X.2.2

Con estos antecedentes, más la información sobre caudales de bombeo desde pozos, número de horas diarias de bombeo en cada mes, tasas de infiltración desde el río Elqui y canales, tasas de extracciones artificiales desde el dren Punta de Piedra en el sector El Molle-La Serena, y los niveles piezométricos medidos mensualmente en los pozos de las zonas en estudio, se calibró y validó el modelo para ambas zonas de modo de representar adecuadamente los sistemas de aguas subterráneas en explotación.

Las mallas de elementos finitos utilizadas en las zonas El Molle-La Serena y Pan de Azúcar se presentan en los planos de las Figuras X.2.2 y X.2.7, en las que se ha hecho resaltar los nudos que corresponden a pozos existentes y los lados que representan trazados de canales o el río Elqui.

En la zona El Molle-La Serena (Figura X.2.2), los costados norte y sur corresponden al contacto roca-relleño, asimilados a bordes impermeables. Los límites oriente y poniente son secciones de recarga y descarga natural del sistema acuífero, respectivamente, en tanto que los límites poniente y nor-poniente fueron adoptados en forma artificial, de modo que aproximadamente coinciden con el límite natural de la cuenca del río Elqui en esos sectores. En esta zona se tuvo especial cuidado en representar el trazado de los canales de regadío y del río Elqui para poder considerar la infiltración que se produce hacia la napa de aguas subterráneas. La malla elaborada está compuesta de 171 elementos y 366 nudos.

En la zona Pan de Azúcar (Figura X.2.7), los costados oriente y poniente corresponden a cerros, los que fueron asimilados a bordes impermeables para efectos de la aplicación del modelo. Se definieron los límites norte, nor-poniente y sur de la zona, de modo que a través de los límites sur y nor-poniente el escurrimiento subterráneo fuera normal a ellos tal como efectivamente ocurre y, en el límite norte, correspondiente a la Quebrada Peñuelas, tangencial. Esta zona se dividió en una malla de 50 elementos y 153 nudos distribuidos de manera de hacer coincidir la ubicación de los sondeos existentes con algunos de los nudos.

2.2 CALIBRACION DEL MODELO EN REGIMEN PERMANENTE

La metodología de calibración consiste en representar, mediante el modelo de simulación, una situación que se haya dado en la realidad en cuanto a niveles de la na pa medidos en pozos de bombeo. Para ello se modificó, den - tro de rangos razonables, los valores de los parámetros elás - ticos asignados a cada elemento. Se ha demostrado en estu - dios anteriores (Cabrera y Azzari, 1979; Mc Elwer y Yukler, 1978), que el parámetro que rige en forma fundamental la res - puesta de modelos de simulación de un sistema acuífero es la transmisibilidad, en tanto que el coeficiente de almacena - miento tiene una influencia reducida.

Por esta razón, el parámetro que se modificó en la calibración de las mallas fue el coeficiente de transmi - sibilidad en cada elemento, tomando como valor de partida el determinado a partir del Estudio Hidrogeológico del Capítulo IV.3, hasta conseguir representar los niveles piezométricos medidos para una condición cuasipermanente.

Se eligió como período de calibración en régi - men permanente, meses en que la explotación del sistema de aguas subterráneas fuera mínimo, con el objeto de eliminar la influencia del bombeo desde pozos en los niveles piezomé - tricos. Por otra parte, para minimizar el efecto de recar - gas del acuífero por infiltración, se consideró meses en que no se utiliza los canales de regadío. No es posible cali - brar las constantes elásticas del modelo en régimen imperma - nente, considerando el bombeo desde pozos y la infiltración desde canales de regadío, ya que no se tiene certeza de que la información referente a las tasas de infiltración sea lo suficientemente precisa. Debido a ello se definió una segun - da etapa de calibración consistente en ajustar los caudales de infiltración utilizando los niveles piezométricos medi - dos en un período de 3 ó 4 meses, proceso que se incluye en el punto 2.3 más adelante.

Al efectuar la calibración se tuvo en conside - ración que no se contaba con las cotas de terreno exactas pa - ra cada pozo en que se midió su nivel piezométrico, sino que

X.2.4

éstas fueron interpoladas de las planchetas de escala 1:50000 del I.G.M., y de planos 1:10000 con curvas de nivel cada 2,5 m, de la Dirección de Riego (1979), apoyándose en los P.R. allí señalados. De esta forma la precisión esperada en la determinación del nivel piezométrico es de ± 1 m como máximo.

Las condiciones externas al sistema que interviene en la calibración del modelo corresponden a los caudales de recarga y descarga naturales. En el modelo se ha representado estas condiciones externas mediante los valores del potencial hidráulico de los nudos que componen esas secciones de escurrimiento, valores posibles de determinar basándose en los datos medidos, incluyendo de esta forma los caudales de recarga o descarga correspondientes.

2.2.1 Zona El Molle-La Serena

Para calibrar los parámetros elásticos de esta zona se eligió las mediciones registradas en el mes de Septiembre de 1979, que corresponde a un período en que tanto la infiltración desde los canales y el bombeo desde los pozos para regadío son relativamente poco importantes, con lo que se limitan bastante esas posibles causas de distorsión en los niveles piezométricos medidos.

La mayoría de los pozos con información de niveles está concentrada en la zona intermedia, entre las localidades de Punta de Piedra y Altovalsol. Los restantes pozos se encuentran distribuidos a lo largo del valle.

Del estudio de niveles en la zona se concluyó que en la mayoría de los pozos las fluctuaciones mensuales y anuales son pequeñas, ya que la napa se ubica a muy poca profundidad y aparece conectada directamente al río.

X.2.5

Los caudales de recarga y descarga naturales del sistema se representaron con los correspondientes valores del potencial hidráulico en los nudos ubicados sobre las secciones de entrada y salida, respectivamente. Además, la influencia del río al interactuar directamente con la napa superficial obliga a considerar una serie de condiciones de borde distribuidas a lo largo de su trazado, con lo que se consigue representar este efecto

En la Figura X.2.3 se presenta un esquema de la zona con valores finales de los coeficientes de transmisibilidad y de almacenamiento ajustados a cada elemento de la malla.

En el listado computacional incluido en el Anexo X.A.2.1 se presentan todos los datos necesarios para el proceso de calibración (transmisibilidad, coeficiente de almacenamiento, características de los elementos de la malla, condiciones de borde y coordenadas de los nudos). Se incluye además, en ese mismo listado, los resultados de este proceso.

Los valores del potencial hidráulico de cada nudo obtenidos de la simulación, permiten definir un plano con las curvas equipotenciales para el mes de Septiembre de 1979, el que se presenta en el plano de la Figura X.2.4. En ella se ha señalado además, las cotas de terreno de los nudos de la malla.

En el Cuadro X.2.1 se presentan los niveles medidos y los simulados, encontrándose diferencias menores al error admisible señalado anteriormente, aceptado por efecto de la determinación de la cota de terreno de cada pozo existente.

X.2.6

CUADRO X.2.1

CALIBRACION DEL MODELO EN REGIMEN PERMANENTE

ZONA EL MOLLE - LA SERENA

(Niveles medidos y simulados)

NUDO	NIVEL MEDIDO SEP-1979 (msnm)	NIVEL SIMULADO (msnm)
13	33.4	34.3
30	40.8	42.2
31	42.2	41.5
32	40.6	40.2
81	86.1	85.6
135	98.2	98.2
136	97.9	98.0
152	126.7	124.9
155	122.6	123.6
165	130.1	129.2
182	141.0	142.6
183	141.5	140.2
193	142.4	143.5
195	145.0	146.9
196	148.6	147.5
197	148.6	146.4
198	145.8	145.4
208	149.8	149.6
219	162.6	162.0
256	200.6	201.4
283	236.5	237.7
284	237.0	237.4
300	254.2	255.2
301	253.3	251.8
306	255.9	258.3
309	267.2	264.4
316	279.8	277.9
359	331.7	332.2

X.2.7

2.2.2 Zona Pan de Azúcar

Para calibrar los parámetros en esta zona se eligió las mediciones de niveles registradas en el mes de Noviembre de 1976, que son bastante completas dentro del registro histórico de niveles piezométricos (Cabrera y Menchaca, 1981). Estos valores tienen la ventaja que en ese año la explotación del recurso subterráneo era reducida, por lo que es factible que los niveles medidos no se encontraran influidos en forma considerable por ese efecto.

Del estudio de niveles en la zona se concluyó que la causa principal de las variaciones de éstos es la explotación del recurso a través de los pozos actualmente en uso. Se pudo determinar que no existe una influencia esta - cional producto de las precipitaciones, la que se hace sen - tir sólo en períodos más prolongados como variación en la recarga del acuífero por el extremo sur.

Las razones anteriormente expuestas permiten considerar que las condiciones externas de recarga, descarga e infiltración natural inciden sólo como valores medios anuales, sin una variación mensual de importancia, por lo que las condiciones de borde que las representan se supusieron constantes a lo largo de todo el año.

En la Figura X.2.8 se presenta gráficamente la distribución final ajustada para los coeficientes de Transmisibilidad y Almacenamiento en esta zona.

En el listado computacional correspondiente a la calibración del modelo incluido en el Anexo X.A.2.1, se presentan los datos de transmisibilidad, coeficiente de almacenamiento, características de los elementos de la malla, condiciones de borde y coordenadas de los nudos; se incluye además, los valores del potencial hidráulico en cada nudo obtenidos como resultados de este proceso.

X.2.8

Los valores obtenidos de la simulación en cada punto permiten definir un plano con las curvas de igual nivel piezométrico para el mes de Noviembre de 1976, el que se presenta en el plano de la Figura X.2.9.

En el Cuadro X.2.2 se ha incluido los niveles medidos y los simulados, encontrándose diferencias menores al error admisible señalado anteriormente por efecto de la determinación de la cota de terreno de cada pozo existente.

CUADRO X.2.2

CALIBRACION DEL MODELO EN REGIMEN PERMANENTE

ZONA PAN DE AZUCAR

(Niveles medidos y simulados)

NUDO	NIVEL MEDIDO NOV - 76 (msnm)	NIVEL SIMULADO (msnm)
10	117.2	117.23
11	117.1	117.13
12	117.1	117.04
13	117.1	116.91
42	114.1	113.42
56	109.7	109.40
63	105.9	105.69
65	102.6	102.02
74	101.9	101.81
82	90.6	90.21
83	99.0	98.20
90	98.0	97.78
98	86.0	85.51
102	86.9	86.47
115	76.0	75.94
117	75.7	75.16
119	63.6	63.88
136	57.9	58.66
139	47.8	47.88
142	53.7	52.90

2.3 CALIBRACION Y VALIDACION DEL MODELO CONSIDERANDO BOMBEO DESDE POZOS

Al simular el comportamiento del sistema de aguas subterráneas en régimen impermanente, se requiere conocer los volúmenes de bombeo desde cada pozo y los caudales de infiltración del agua de riego hacia la napa.

Como no se dispone de antecedentes suficientes como para definir los caudales de infiltración a la napa, se consideró un período adicional de 3 ó 4 meses para calibrar esta tasa de infiltración sobre la base de los valores medidos del nivel piezométrico en dichos meses. No se ha considerado, en este caso, la infiltración proveniente de las precipitaciones, ya que su magnitud es de escasa significancia en esta zona. En el modelo, la infiltración a la napa se contempla como un caudal por unidad de longitud repartido a lo largo de los lados de los elementos.

Los caudales de operación de los pozos y el número de horas de bombeo se definieron a partir de encuestas en terreno realizadas en cada zona. Las tasas de infiltración desde canales se determinaron basándose en los antecedentes expuestos anteriormente en este mismo estudio.

Para operar el modelo en un período determinado, es necesario considerar intervalos de tiempo que permitan incorporar el efecto del bombeo discontinuo que se hace en cada pozo. Se consigue este objetivo considerando intervalos de 15 días, de modo que en cada pozo se bombea durante la primera quincena de cada mes y se detienen los equipos en los días restantes. Para mantener inalterado el volumen extraído mensualmente de cada pozo, se efectuó una corrección al caudal correspondiente de modo de obtener este volumen en un período de 15 días. Esta metodología de operación permite obtener las cotas piezométricas correspondientes al nivel estático al final de cada mes en todos los nudos de la malla. Estos valores son los utilizados para comparar la situación de niveles simulados con los medidos en el período de calibración considerado.

X.2.10

Finalmente, a modo de validación, se simuló un tercer período también de 4 meses, para comprobar el adecuado funcionamiento del modelo con los parámetros determinados en ambos procesos de calibración. Se eligió períodos que cuentan con suficiente información de niveles piezométricos medidos, a fin de poder compararlos con los niveles simulados.

2.3.1 Zona El Molle-La Serena

El período de calibración-validación simulado corresponde al comprendido entre Octubre de 1979 y Mayo de 1980.

Durante este período se consideró el volumen mensual extraído de cada pozo y las tasas de infiltración a la napa desde los canales de regadío, los que se presentan gráficamente en la Figura X.2.5.

La relación directa existente entre el nivel de agua en el río Elqui y el nivel de la napa subterránea fue representada, como se explicó anteriormente, mediante condiciones de borde de nivel.

Los volúmenes mensuales extraídos por bombeo desde cada pozo se determinaron a partir de los caudales de operación y las horas de funcionamiento de éstos, datos obtenidos de encuestas realizadas en terreno durante Mayo de 1982. En estas encuestas se reconoció todos los pozos de la zona, se verificó el objetivo de su utilización y se consultó a los propietarios por el grado de funcionamiento de cada uno, la distribución mensual de su explotación y los caudales y niveles estáticos y dinámicos. La conclusión principal fue que sólo funcionan los pozos destinados al abastecimiento de agua potable, en tanto que los de riego, salvo una excepción, no funcionaban desde la sequía de los años 1968 a 1970. En el Cuadro X.2.3 se presenta los caudales y las horas diarias promedio de funcionamiento de cada pozo, incluyendo además el volumen mensual extraído en la zona.

X.2.11

CUADRO X.2.3OPERACION DE POZOS. ZONA EL MOLLE - LA SERENA

(Período de calibración-validación del modelo)

1979 - 80

Pozo N°	Nudo	Caudal de Operación (l/s)	Uso	Horas diarias de funcionamiento								Volumen Total (mil.m³)
				Oct.	Nov.	Dic.	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	
IREN	Malla											
29°50' - 71°00'												
B-6	50	2,8	AP	7	7	7	7	7	7	7	7	16,9
C-22	152	4,6	AP	9	9	9	9	9	9	9	9	35,8
C-10	182	10,0	AP	0	12	12	12	12	0	0	0	51,8
C-11	193	9,0	AP	0	12	12	12	12	0	0	0	46,7
C-13	194	6,0	AP	0	12	12	12	12	0	0	0	31,1
C-6	195	6,0	AP	0	12	12	12	12	0	0	0	31,1
C-4	196	8,2	AP	0	12	12	12	12	0	0	0	42,5
C-7	197	9,5	AP	0	12	12	12	12	0	0	0	49,2
C-5	207	15,0	AP	0	12	12	12	12	0	0	0	77,8
D-10	256	1,7	AP	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	1,3	1,3	1,3	3,0
D-13	283	2,8	AP	3	3	3	3	3	2	2	2	6,3
29°50' - 70°50'												
C-5	332	10,0	R	0	2	2	2	0	0	0	0	6,4
C-3	364	2,5	AP	7	7	7	7	7	7	7	7	15,1
Volumen mensual (miles m³)				9,8	94,6	94,6	94,6	92,4	9,3	9,3	9,3	413,8

Uso : AP = agua potable

R = regadío

X.2.12

Los caudales de infiltración a la napa desde los canales de riego se determinaron a partir de los antecedentes de capacidad, longitud y pérdidas por conducción de cada uno expuestos en el Capítulo IV.3. Sin embargo, estos valores debieron ser validados mediante el modelo, para lo que se utilizó los 4 primeros meses del período (Octubre a Enero).

Para analizar las diferencias entre los valores medidos y simulados, debe estudiarse la respuesta que da el modelo ante un ascenso o descenso en los niveles medidos durante el período de validación. En el Cuadro X.2.4 se presentan las variaciones de niveles medidos y simulados para los pozos que tienen registro completo de niveles en el período. En la Figura X.2.6 se muestra los limnigramas medidos y simulados en algunos nudos de la malla.

CUADRO X.2.4

VARIACION DE NIVELES PERIODO SEPTIEMBRE 79 A MAYO 80

ZONA EL MOLLE - LA SERENA

Nudo	Variación de niveles (m)	
	Medidos	Simulados
13	0,3	0,11
81	0,4	0,63
136	0,5	0,45
155	0,0	0,31
183	0,1	0,32
208	0,3	0,34
284	0,1	0,05
301	0,1	0,04
316	-0,1	0,18

Signo - indica descenso de nivel en el período.

X.2.13

Se observa que los resultados se ajustan correctamente a la tendencia de la variación de niveles medidos en cada pozo. Las diferencias obtenidas son aceptables y se puede afirmar que el modelo permite analizar el comportamiento de la napa ante cualquier regla de explotación de los pozos en la zona.

En este caso simulado, puede observarse que la escasa explotación de la napa (sólo 13 pozos en operación) permitió una leve recuperación del nivel en el período de 8 meses, producto fundamentalmente de la recarga de la napa por infiltración. Las variaciones mensuales de niveles medidos llevan a la misma conclusión que las variaciones simuladas por el modelo. En la Figura X.2.12 se presenta la variación de los niveles estáticos en toda la zona, observándose un ascenso de hasta 0,20 m en el sector oriente, de hasta 0,63 m en el sector central y aproximadamente 0,20 m en el sector poniente.

Se efectuó un balance másico al sistema en el período de 8 meses, en el que se considera la recarga natural del acuífero por su límite oriente y por las quebradas naturales de sus límites norte y sur, la descarga natural por su límite poniente, la interacción con el río Elqui en todo su recorrido, la infiltración hacia la napa y las extracciones por bombeo desde pozos. De acuerdo a los resultados del modelo este balance es el siguiente :

X.2.14

PERIODO SEPTIEMBRE 79 - MAYO 80

BALANCE MASICO SECTOR EL MOLLE - LA SERENA

(Valores en miles de m³)

ENTRADAS AL ACUIFERO

- Límites exteriores	:	1451,5
- Infiltración de riego	:	21796,0
Total :		<hr/> 23247,5

SALIDAS DESDE EL ACUIFERO

- Bombeo desde pozos	:	413,8
- Límite poniente de la malla	:	7417,3
- Descarga neta al río Elqui	:	13975,7
Total :		<hr/> 21806,8

VARIACION DEL VOLUMEN ALMACENADO : + 1440,7

Esta variación del volumen almacenado representa, considerando un coeficiente de almacenamiento medio de 0.05, una variación media del nivel de 0.26, valor acorde a lo medido según se observa en los limnigramas de la Figura X.2.6 y en las curvas de igual variación de la Figura X.2.12.

2.3.2 Zona Pan de Azúcar

El período de calibración-validación simulado en esta zona es de Agosto de 1978 a Febrero de 1979, ya que en Marzo de 1979 no se efectuó mediciones de niveles estáticos en los pozos.

Durante este período debe considerarse el volumen mensual extraído de cada pozo y la recarga de la napa por infiltración desde el canal de regadío Bellavista.

De acuerdo a la profundidad a que se encuentra el sistema acuífero principal, se asignó a los lados externos de los elementos 49, 38, 37 y 32 una infiltración por unidad de longitud equivalente a un 0,5% de la capacidad del canal en cada tramo, modificándose estos valores de acuerdo a la calibración efectuada utilizando los 3 primeros meses del período. Hacia el sur, sector en que el acuífero principal está más profundo, se consideró infiltración puntual en los nudos 67, 59, 48 y 24, valores también calibrados en los 3 primeros meses del período.

De encuestas realizadas en terreno en Noviembre de 1976 (Cabrera y Menchaca, 1981), se obtuvo los caudales de operación y las horas de funcionamiento de los pozos en la zona, con lo que se determinó los volúmenes mensuales extraídos por bombeo. En el Cuadro X.2.5 se presenta los caudales y las horas diarias promedio de funcionamiento de cada pozo, incluyendo además el volumen mensual extraído en la zona.

En la Figura X.2.10 se presentan los caudales de bombeo e infiltración.

En el Cuadro X.2.6 se presentan las variaciones de niveles medidos y simulados para los pozos que tienen registro completo de niveles en el período, y en las Figuras X.2.11 a y X.2.11 b se presentan los limnigramas medidos y simulados en algunos nudos de la malla.

X.2.16

CUADRO X.2.5

OPERACION DE POZOS. ZONA PAN DE AZUCAR

(Período de calibración-validación del modelo)

1978 - 79

Pozo N°	Nudo	Caudal de Operación (l/s)	Uso	Horas diarias de funcionamiento							Volumen Total (mil m³)
				Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Ene.	Feb.	
IREN	Malla										
30°00' - 71°10'											
D-6	11	35	AP	14	16	18	19	19	20	20	476,3
D-7	12	30	AP	14	16	18	19	19	20	20	408,2
D-5	13	40	AP	14	16	18	19	19	20	20	544,3
D-12	14	38	R	2	6	6	6	6	6	6	156,0
D-10	15	55	R	2	6	6	6	6	6	6	225,7
C-4	16	45	R	2	6	6	6	6	6	6	184,7
C-5	17	62	R	2	6	6	6	6	6	6	254,4
C-3	18	71	R	2	6	6	6	6	6	6	291,4
C-1	19	65	R	2	6	6	6	6	6	6	266,8
D-3	25	22	R	2	6	6	6	6	6	6	90,3
D-4	30	10,5	R	0,4	1,3	1,3	1,3	1,3	1	1	8,6
D-11	31	44	R	2	6	6	6	6	6	6	180,6
B-6	49	70	R	2	6	6	6	6	6	6	287,3
B-3	74	25	DR	0,8	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	26,5
A-7	82	36,6	R	4	12	12	12	12	12	12	300,4
A-8	84	65	R	2	6	6	6	6	6	6	266,8
29°50' - 71°10'											
C-15	109	30	R	1	3	3	3	3	3	3	61,6
C-7	115	18	R	2	5	5	5	5	5	5	62,2
C-14	117	20	R	3	10	10	10	10	10	10	136,1
C-16	119	25	RD	3	8	8	8	8	8	8	137,7
C-20	122	17	I	18	18	18	18	18	18	18	231,3
D-2	128	7	D	1	1	1	1	1	1	1	5,3
C-18	131	23	R	2	6	6	6	6	6	6	94,4
C-3	138	36.6	I	6	6	6	6	6	6	6	150,2
C-5	139	31	I	6	6	6	6	6	6	6	127,2
C-11	142	33	R	2	5	5	5	5	6	6	121,2
Volumen mensual (miles m³)				404,6	755,3	778,0	789,3	789,3	800,4	800,4	5117,3

Uso : R = Regadío, D = Domiciliario, AP = Agua potable, I = Industrial.

X.2.17

CUADRO X.2.5

VARIACION DE NIVELES PERIODO AGOSTO 78 A FEBRERO 79

ZONA PAN DE AZUCAR

Nudo	Variación de niveles (m)	
	Medidos	Simulados
25	-0,1	-0,1
27	0,3	0,0
29	0,5	0,0
42	0,2	0,0
46	0,1	0,2
49	0,3	0,2
56	0,3	0,1
63	0,1	0,2
65	0,5	0,3
74	0,9	0,3
84	0,9	0,7
98	1,2	2,2
102	0,7	0,7
109	0,3	1,3
117	0,3	1,1
137	0,7	0,4
150	0,1	0,3

Signo - indica descenso del nivel en el período.

Los resultados obtenidos reflejan una correcta respuesta del modelo a los volúmenes mensuales extraídos por bombeo en el período, simulando bien la tendencia de la variación de niveles piezométricos en cada sector de la zona en estudio. Las diferencias obtenidas son aceptables y se concluye que el modelo está en condiciones de ser utilizado para simular el comportamiento de la napa ante cualquier

X.2.18

regla de explotación de los pozos en la zona.

En este caso simulado se aprecia, en general, un ascenso del nivel piezométrico, aunque la magnitud de las variaciones es poco importante. En el sector sur oriente, que corresponde a los pozos que abastecen Andacollo y otros destinados a riego, el nivel ascendió, en promedio, de 0,00 a 0,20 m. En otros sectores también se observa ascenso del nivel, siendo éste en promedio de 0.20 a 0.40 m en el sector central oriente y de 0,60 a 0,80 m en el sector norte. En los sectores sur poniente y central poniente se presentan, en promedio, descensos del nivel de 0,00 a 0,10 m. En la Figura X.2.13 se presenta la variación de niveles estáticos en el período para toda la zona.

De lo expuesto se puede concluir que en el período simulado la explotación del recurso no produjo efectos nocivos sobre los niveles de la napa, salvo en el sector sur poniente donde el descenso de nivel podría indicar una sobre explotación del recurso en ese sector. El análisis de las variaciones mensuales de niveles medidos permite obtener conclusiones similares a las expuestas, deducidas de las variaciones simuladas por el modelo.

Al efectuar un balance másico del sistema se obtiene los siguientes volúmenes :

PERIODO AGOSTO 78 A FEBRERO 79

ZONA PAN DE AZUCAR

		Vol (mill m ³)
ENTRADA AL ACUIFERO		
- Límite sur de la malla	:	7,13
- Infiltraciones de riego	:	5,66
Total	:	12,79
SALIDAS DESDE EL ACUIFERO		
- Bombeo desde pozos	:	5,12
- Límite nor poniente de la malla	:	6,35
Total	:	11,47
VARIACION DEL VOLUMEN ALMACENADO	:	1,32

Esta variación del volumen almacenado representa, considerando un coeficiente de almacenamiento medio 0,03, una variación media del nivel de 0,49 m, valor concordante con el promedio del ascenso en el período para toda la zona.

2.4 SIMULACION DE AÑOS CON DEMANDA DE AGUAS SUBTERRANEAS PARA RIEGO.

En el estudio de la hidrogeología del Valle de Elqui, efectuada en el Capítulo IV.4, se llegó a la conclusión de que los recursos subterráneos no eran una solución para los problemas hídricos del valle. Por esta razón se decidió utilizar dichos recursos para satisfacer, o bien, paliar en parte los déficit que se presentaran en el manejo de los recursos superficiales.

El caso que se analizó con el modelo corresponde al caso CAQ3 que es el que se ha utilizado como básico en todos los estudios realizados.

Las demandas al sistema subterráneo corresponden a los caudales que no pudieron ser suplidos por el sistema de aguas superficiales, incluido el embalse Puclaro.

Las demandas de los sectores de riego 7 (Altovalsol) y 9 (Pampa-Herradura) deben ser suplidas por el denominado sector El Molle-La Serena del Modelo Hidrogeológico. Las demandas del sector de riego 8 (Bellavista) es suplida por el sector Pan de Azúcar de dicho modelo.

En los cuadros X.2.7, X.2.8, y X.2.9 se reproducen las demandas de riego indicadas.

Cabe hacer notar que estas demandas corresponden exclusivamente a las de regadío, por lo que son independientes de las demandas de agua potable e industrial existentes en cada zona.

Se hace necesario conocer entonces, la respuesta de ambos sistemas acuíferos a los requerimientos, por lo que se diseñó un esquema de simulaciones de acuerdo con la siguiente metodología de trabajo.

1. Se simuló períodos de 12 meses, partiendo en el mes de Octubre, que corresponde al primer mes de la temporada de riego con demanda de aguas subterráneas.
2. De acuerdo a los cuadros anteriores, se definió 7 años a procesar, los que en orden de demandas decrecientes para riego son: 71-72, 70-71, 69-70, 62-63, 61-62, 60-61 y 76-77.

CUADRO X.2.7

DEMANDAS A LOS RECURSOS SUBTERRANEOS (m³/s)

SECTOR 7 ALTOVALSOI

AÑO	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR
1960	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.022	.000	.879	1.392	.000
1961	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.005	.924	3.180	2.818	1.212	.000
1962	.000	.000	.000	.000	.000	.002	1.185	3.750	3.786	3.298	1.659	.000
1969	.000	.000	.000	.000	.001	1.284	2.572	3.318	3.354	3.042	1.605	.000
1970	.000	.000	.000	.000	.001	.972	2.891	4.065	4.018	3.557	2.148	.125
1971	.000	.000	.000	.000	.000	1.658	2.903	4.075	4.023	3.478	1.880	.055
1976	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.018	.000	.788	.000

X.2.20

CUADRO X.2.8

DEMANDAS A LOS RECURSOS SUBTERRANEOS (m³/s)

SECTOR 9 LA PAMPA - LA HERRADURA

AÑO	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR
1960	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.499	.882	.000
1961	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.472	1.946	1.769	.753	.000
1962	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.669	2.343	2.338	2.084	1.073	.000
1969	.000	.000	.000	.000	.000	.792	1.498	2.057	2.059	1.916	1.035	.000
1970	.000	.000	.000	.000	.000	.596	1.689	2.552	2.488	2.253	1.425	.086
1971	.000	.000	.000	.000	.000	1.032	1.696	2.559	2.491	2.202	1.233	.022
1976	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.448	.000

X.2.21

CUADRO X.2.9

DEMANDAS A LOS RECURSOS SUBTERRANEOS (m³/s)

SECTOR 8 BELLAVISTA

AÑO	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR
1960	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.028	.000	1.114	1.953	.000
1961	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.007	1.173	3.931	3.569	1.701	.000
1962	.000	.000	.000	.000	.000	.003	1.585	4.763	4.680	4.178	2.327	.000
1969	.000	.000	.000	.000	.001	2.038	3.439	4.214	4.147	3.854	2.252	.000
1970	.000	.000	.000	.000	.001	1.544	3.866	5.163	4.967	4.506	3.014	.276
1971	.000	.000	.000	.000	.000	2.633	3.882	5.176	4.973	4.406	2.638	.121
1976	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.022	.000	1.106	.000

X.2.22

3. Se analizó la infraestructura de sondajes existentes, determinándose la capacidad máxima de extracción de caudal desde ellos en cada zona.
4. Los pozos destinados a agua potable o a uso industrial se mantuvieron inalterados, manteniendo el caudal y número de horas de bombeo actuales por mes.
5. Para satisfacer la demanda de aguas subterráneas, se modificó proporcionalmente a la situación actual (de calibración), el tiempo de operación de cada pozo existente. Sin embargo, en los meses de mayor demanda, el número existente de pozos de riego se hace insuficiente, por lo que se simuló suponiendo la existencia de más pozos en la misma ubicación y de las mismas características de los existentes, cuando fue necesario. Esto quedó representado en el modelo, por tiempos mayores a las 24 horas diarias de operación.
6. Se planteó, como operación alternativa de los sistemas, ubicar nuevos pozos en otros puntos de la zona, dando una distribución más uniforme al caudal extraído. Para ello se dividió cada sistema en subsectores de características similares, adoptando dichas características para los nuevos pozos. Esta situación de operación fue necesaria, tal como se describe más adelante, en los 3 años de mayor demanda, ya que al estar el bombeo muy concentrado se producían depresiones superiores a las aceptables en nudos aislados, en circunstancias que en otros nudos aún existía un volumen almacenado posible de extraer.

A continuación se describe los resultados obtenidos para cada uno de los sectores simulados.

2.4.1 Sector El Molle-La Serena

En este sector existe actualmente 30 pozos habilitados para operar, de modo que la demanda se distribuyó entre ellos, haciendo variar mensualmente el número de horas de bombeo. Sin embargo, para los años 69-70, 70-71 y 71-72 fue necesario aumentar el número de pozos para evitar la concentración de volúmenes excesivos en los nudos correspondientes a pozos existentes.

Los subsectores que se identificaron en esta zona fueron 6, cada uno representativo de ciertas características propias, determinando la capacidad de bombeo de un pozo tipo en cada uno. En los nudos en que no existía pozos se asumió que operaría uno de estos pozos tipo, todos con el mismo tiempo de operación mensual. El número de pozos ubicados en cada subsector quedó determinado al mantenerse la proporción del volumen históricamente extraído de cada subsector con respecto al total. En la Figura X.2.14 se esquematiza los subsectores de esta zona, señalándose el número total de pozos en cada uno y la proporción del volumen de extracción total que le corresponde.

En el Cuadro A.2.1.3 del Anexo X.A.2.1 se presenta, a modo de ejemplo, la distribución de pozos, sus caudales y tiempos de operación mensual para la simulación correspondiente al año 1971-72 en este sector.

Para los años 1960-61; 1962-63 y 1976-77 se concluyó que los descensos residuales al cabo de un año de operación son mínimos, e incluso, aún se mantiene en algunas partes un nivel final levemente superior al estático inicial (Septiembre).

Los volúmenes anuales demandados al sistema acuífero con fines de regadío son 9,52; 33,90 y 57,51 x 10⁶ m³, para los años 1960-61; 1961-62 y 1962-63, respectivamente, mientras que la demanda de AP e industrial se mantuvo en 1,04 x 10⁶ m³.

X.2.25

Los descensos máximos del nivel estático no superan los 1,2 m en el año 1961-62 y 2,9 m en el año 1962-63, de lo que se concluye que el sistema acuífero no presenta inconvenientes en suplir la demanda de agua para regadío en esos años.

En el año 1969-70, en que el volumen anual de agua subterránea demandada para riego era $63,59 \times 10^6 \text{ m}^3$ los tiempos de operación en algunos nudos superan las 220 horas diarias, lo que significa una batería de 9 ó 10 pozos concentrados en ese punto. En este caso la depresión máxima supera los 3,40 m en algunos nudos, razón por la cual se prefirió suponer una mayor distribución de los caudales aumentando el número de pozos de bombeo a 98, que son los mismos señalados en el Cuadro A.2.1.3 del Anexo X.A.2.1. Al simular esta situación se obtiene depresiones máxima del nivel estático de 2,15 m, de lo que se concluye que la mayor distribución del caudal extraído permitiría un mejor aprovechamiento de los recursos almacenados en los sistemas acuíferos.

Para los años 1970-71 y 1971-72 se simuló inmediatamente los sistemas con 98 pozos de bombeo funcionando. Las demandas anuales de agua subterránea para regadío son $74,82 \times 10^6 \text{ m}^3$ y $75,96 \times 10^6 \text{ m}^3$, respectivamente.

En la Figura X.2.15 se presentan las variaciones residuales del año 1971-72, observándose que se produce un importante descenso residual de hasta 2,3 m en el sector central de la malla, en tanto se mantiene un ascenso de 0,5 m más al poniente y se logra una recuperación completa en el sector oriente (depresión residual nula).

En el Cuadro A.2.1.5 del Anexo X.A.2.1 se incluye el listado de todos los pozos funcionando en las simulaciones correspondientes a los años 1969-70, 1970-71 y 1971-72, con la máxima variación negativa del nivel estático en cada uno, junto al mes en que ello ocurrió. En él se observa que los máximos descensos del nivel estático se producen entre Diciembre de 1971 y Febrero de 1972, con valores de hasta 4.95 m en el sector central de la malla.

X.2.26

En estas condiciones, el balance másico del sistema para el período de 12 meses comprendido entre Octubre de 1971 y Septiembre de 1972, año más desfavorable para el sistema, es :

PERIODO OCTUBRE 1971 A SEPTIEMBRE 1972 BALANCE MASICO SECTOR EL MOLLE - LA SERENA

(Valores en
 $m^3 \times 10^6$)

ENTRADA AL ACUIFERO

- Límites exteriores	:	8,89
- Infiltración de riego	:	21,80
- Recarga neta desde río Elqui	:	45,09
Total	:	<hr/> 75,78

SALIDAS DESDE EL ACUIFERO

- Bombeo desde pozos	:	77,00
- Límite poniente de la malla	:	2,57
Total	:	<hr/> 79,57

VARIACION DEL VOLUMEN ALMACENADO: - 3,79

Esta variación del volumen almacenado representa, considerando un coeficiente de almacenamiento medio de 0,05, una variación media de 0,68 m, valor que está de acuerdo con la Figura X.2.15.

Del balance másico se concluye que existe, en esta situación de mayor bombeo que en el proceso de calibración, un notable aumento en el aporte de recursos subterráneos desde los límites exteriores, principalmente a través del límite oriente, producido por el vaciamiento simultáneo del acuífero en el sector inmediatamente aguas arriba de El Molle. Además, se invierte la relación neta río-napa, generándose en este caso prioritariamente un flujo de recarga de la napa desde el curso superficial del río Elqui.

2.4.2 Sector Pan de Azúcar

En el sector Pan de Azúcar, existe actualmente un total de 26 pozos en operación (período de calibración-validación). La demanda de agua potable y agua para uso industrial se mantuvo inalterada durante todos los procesos de simulación del sistema, alcanzando un volumen anual de $3,20 \times 10^6 \text{ m}^3$.

En los años 1976-77 y 1960-61, en que las demandas de agua subterránea para riego son $2,92 \times 10^6 \text{ m}^3$ y $8,02 \times 10^6 \text{ m}^3$, no se detecta inconvenientes en que ellas sean suplidas. Las variaciones residuales son ascendentes en la mayor parte de la zona, presentando un descenso residual del nivel estático máximo de 0,30 m en el sector sur de la malla.

La depresión máxima del nivel estático para el año 1960-61 alcanza a 2,87 m, con un valor medio de 2,05 m en el mes de Diciembre en el sector central-sur del área, lo que es aceptable desde el punto de vista de factibilidad física del acuífero para entregar los volúmenes requeridos en esas condiciones. El análisis de las características del acuífero y de las curvas de agotamiento existentes de los sondeos, permite concluir que sería aceptable un descenso del nivel estático máximo de 3,5 a 4 m en esta zona.

X.2.28

En el año 1961-62, la demanda de agua subterránea es de $26,91 \times 10^6 \text{ m}^3$ anuales para regadío, los que sumados a la demanda de agua para usos doméstico e industrial, da un volumen total de $30,11 \times 10^6 \text{ m}^3$. La demanda total de aguas subterráneas en los años 1962-63, 1969-70, 1970-71 y 1971-72 es de $48,65 \times 10^6 \text{ m}^3$; $54,90 \times 10^6 \text{ m}^3$; $63,69 \times 10^6 \text{ m}^3$ y $64,96 \times 10^6 \text{ m}^3$, respectivamente.

Estos niveles de demanda no pueden ser entregados por la infraestructura de pozos existentes, por lo que se procedió en forma similar a lo señalado para el sector El Molle-La Serena, definiendo 4 subsectores de características típicas y agregando nuevos sondeos en los nudos que lo permitían. La condición de operación de estos nuevos pozos fue mantener la proporción del volumen total que se extrae de cada subsector.

En el Cuadro A.2.1.4 del Anexo X.A.2.1 se presenta, a modo de ejemplo, los tiempos de operación de cada pozo y el volumen anual bombeado en cada uno, y en la Figura X.2.16 se presenta la ubicación de estos pozos y los subsectores de características distintas definidos.

En el Cuadro A.2.1.6 se indica la depresión máxima simulada del nivel estático en el período de 12 meses, para los años 1969-70, 1970-71 y 1971-72. Se observa que en el sector centro-sur del área se generan descensos de hasta 11,8; 12,8 y 14,3 m en el mes de Diciembre, y que en general, los descensos máximos se producen entre Diciembre y Febrero. Una situación similar ocurre para los años 1961-62 y 1962-63 simulados.

Al comparar estos descensos del nivel estático con las características del sistema acuífero y las curvas de agotamiento de los pozos, se concluye que estas situaciones simuladas son inaceptables, ya que sobrepasan largamente el límite anteriormente señalado. Sin embargo, si se analiza la situación de descensos residuales al final de los 12 meses de simulación, se observa descensos de hasta 2,64 m en estos años, lo que indicaría una recuperación de la napa posterior a la temporada de riego.

X.2.29

En la Figura X.2.17 se presenta la situación de los niveles estáticos residuales para el año 1971-72. En el balance másico efectuado para el año 1971-72, que corresponde a la situación más desfavorable, se obtienen los siguientes resultados :

BALANCE MASICO SECTOR PAN DE AZUCAR

AÑO 1971-72

(Valores en
m³ x 10⁶)

ENTRADAS AL ACUIFERO

- Límite sur de la malla	:	58,65(*)
- Infiltraciones de riego	:	5,66
Total	:	<hr/> 64,31

SALIDAS DESDE EL ACUIFERO

- Bombeo desde pozos	:	64,96
- Límite norponiente de la malla	:	4,33
Total	:	<hr/> 69,29

VARIACION DEL VOLUMEN ALMACENADO : - 4,98

Esta variación del volumen almacenado representa un descenso medio de toda la zona de 1,85 m, valor que está de acuerdo a lo que muestra la Figura. X.2.17.

Sin embargo, el monto de la recarga natural del acuífero por el límite sur de la malla, señalado con (*) en el balance, parece poco probable de producirse en la realidad. Aunque la cuenca superior es extensa (Quebrada Las Cardas, fundamentalmente), el vaciamiento de esa cuenca no alcanzaría los valores señalados por el modelo. En el modelo se representa esta condición de recarga mediante niveles piezométricos constantes en los nudos ubicados en ese límite

X.2.30

que permiten caudales de entrada importantes al descender los niveles en nudos cercanos. Las depresiones del nivel es tático simuladas en la temporada de riego en el sector cen - tral y sur de la malla, generan importantes gradientes de en - trada en esos meses.

De acuerdo a todo lo anteriormente expuesto, se concluye que solamente en los años 1960-61 y 1976-77 se podría satisfacer las demandas de riego al sistema de aguas subterráneas, en tanto que en los años 1961-62; 1962-63; 1969-70; 1970-71 y 1971-72 se producirían déficits, ya que el sistema sería capaz de entregar como máximo un volumen de 14 a 15 x 10⁶ m³ anuales, sin problemas de descensos excesivos del nivel estático durante los meses de la temporada de riego.

En el cuadro siguiente se resume la situación producida en los 7 años simulados :

Año	Volumen Anual Demanda al Sistema (m ³ x 10 ⁶)	Observaciones
1976-77	6,12	Demanda satisfecha
1960-61	11,22	Demanda satisfecha
1961-62	30,11	Déficit de 50% de la demanda
1962-63	48,65	Déficit de 69% de la demanda
1969-70	54,90	Déficit de 73% de la demanda
1970-71	63,69	Déficit de 76% de la demanda
1971-72	64,96	Déficit de 77% de la demanda

2.5 CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos confirman lo aseverado anteriormente respecto a que las aguas subterráneas no son solución para los problemas hídricos del valle, pues no son capaces siquiera de solucionar los déficit de los recursos superficiales, incluidos nuevos embalses de regulación.

Los únicos años en que los recursos subterráneos, con el actual infraestructura de pozos, son capaces de satisfacer la demanda que se les plantea, son los años 60/61 y 76/77.

La temporada 76/77 corresponde a un año en que si bien hubo un déficit en los recursos superficiales, no es considerado como año fallado, por cuanto la falla total anual es menor de un 10% de la demanda total anual (1).

De los años que realmente pueden considerarse fallados, sólo se puede satisfacer su demanda en el año 60/61 en todos los sectores analizados, con la actual infraestructura de pozos.

En los sectores de riego 7 y 9 esta demanda es satisfecha además en los años 61/62 y 62/63. Para satisfacer la demanda planteada en los demás años se requiere de pozos adicionales y es preciso efectuar recargas a la napa.

En el sector de riego 8 ni siquiera aumentando el número de pozos es posible satisfacer todas las demandas planteadas en los años 61/62, 62/63, 69/70, 70/71 y 71/72.

Por lo anterior, no se estima necesario la construcción de nuevos pozos, ya que sólo solucionarían los problemas de unos pocos años pero no eliminarían los déficit en otros, siendo necesario hacer inversiones de cierta importancia con un lucro cesante muy grande. Además, significaría tener que efectuar recargas a la napa con un cierto costo que no se justifica por los resultados a obtener.

La actual infraestructura de pozos permite satisfacer totalmente la demanda planteada por los déficit de los recursos superficiales en aquellos años en que dichos déficit no son considerados como fallas debido a la norma utilizada (1), o sea, en aquellos años en que los déficit son menores que un 10% de la demanda total.

Se recomienda intensificar la investigación en el sector Pan de Azúcar, con el fin de afinar los parámetros del modelo y poder estudiar un posible aumento en la explotación del agua subterránea en esta zona, como una solución local a ciertos problemas de abastecimiento, pero fuera del contexto general del estudio del Valle.

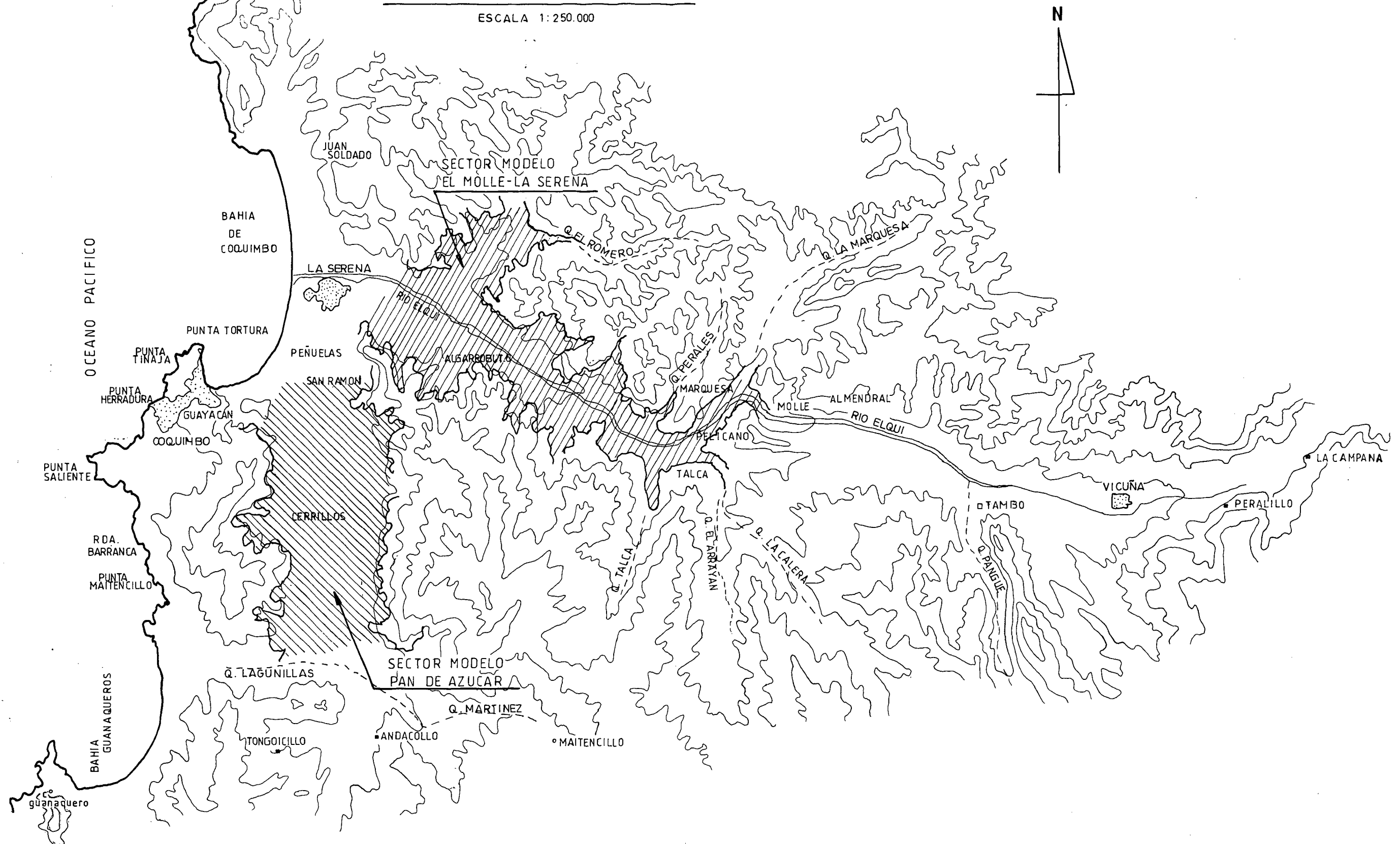
(1): Ver punto 1.6.1 del capítulo X.1. Modelo de Simulación de los Recursos Hídricos Superficiales.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

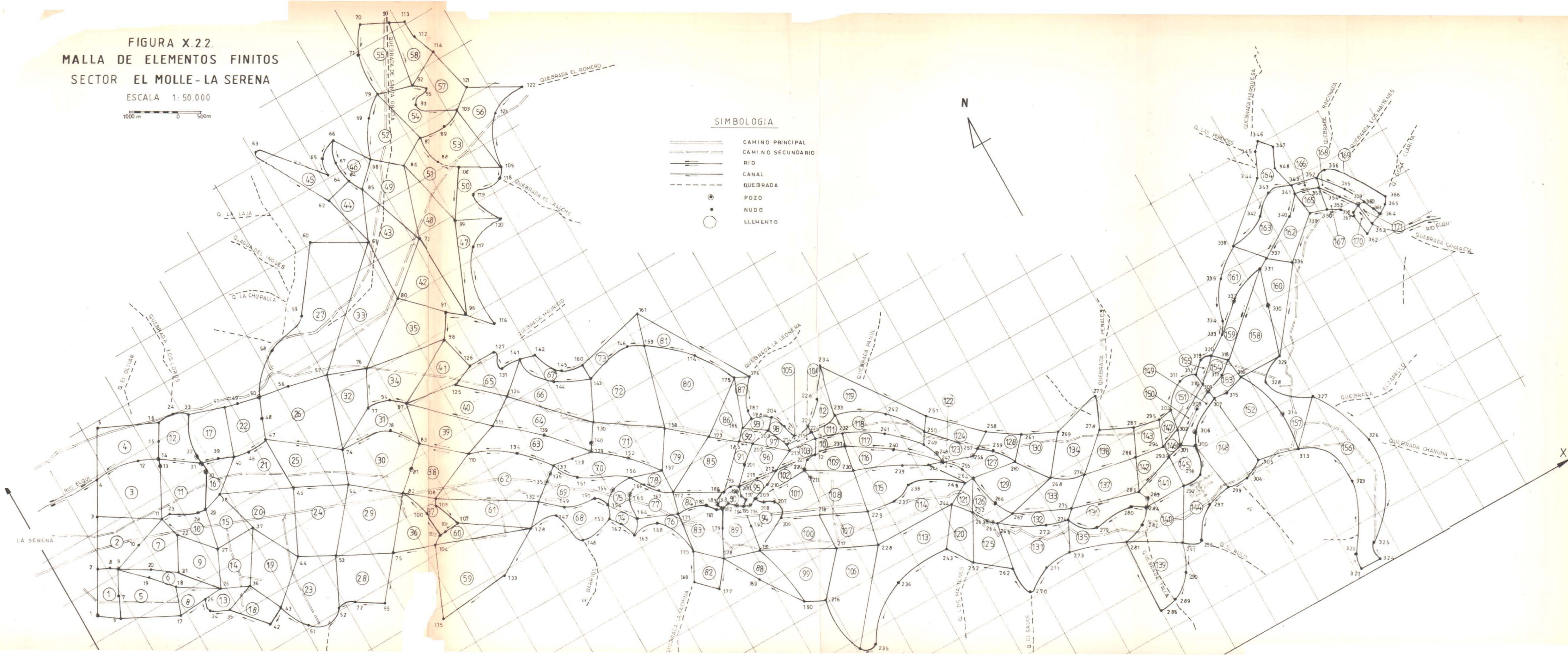
1. Mc Elwer C.D. y M.A. Yukler. "Sensitivity of Groundwater Models with Respect to Variations in Transmisivity and Storage". Water Resources Research, Vol. 14, N° 3, 1978.
2. Cabrera G. y S. Azzari. "Modelo de Elementos Finitos para simular el Comportamiento de Sistemas de Aguas Subterráneas. Aplicación al caso de la Cuenca del Río Putaendo". IV Coloquio Nacional de Ingeniería Hidráulica, 1979.
3. Cabrera G. y E. Menchaca. "Modelo de Simulación del Comportamiento de Sistemas de Aguas Subterráneas Sometidos a Explotación por Bombeo desde Pozos". Centro de Recursos Hidráulicos, U. de Chile, 1981.

FIG. X. 2.1.
PLANO GENERAL DE UBICACION
DE LOS SECTORES MODELADOS

ESCALA 1:250.000



ESCALA 1: 50.000



Y ALMACENAMIENTO



FIGURA X. 2.4.

ESCALA 1:50.000

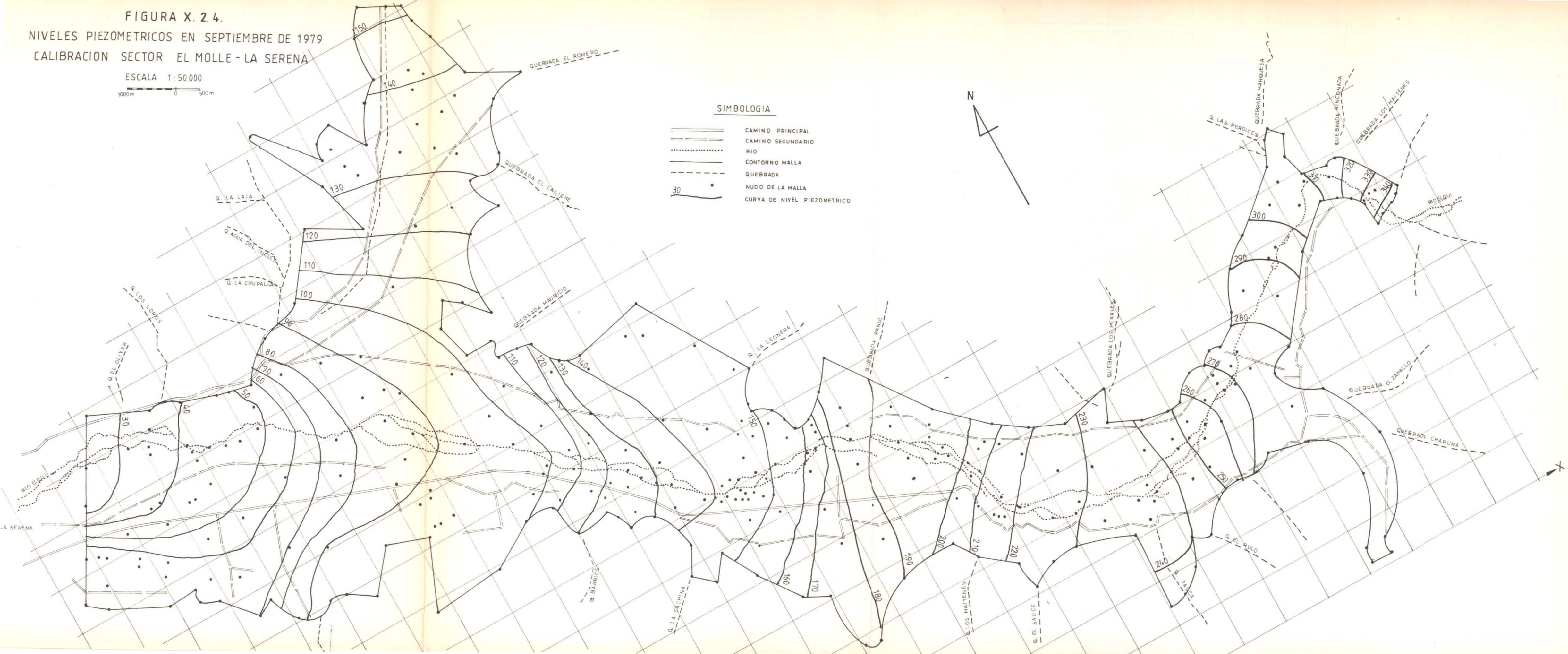



FIGURA X.2.5.
EXTRACCION POR BOMBEO E INFILTRACION A LA NAPA
SECTOR EL MOLLE - LA SERENA
PERIODO SEPTIEMBRE 1979 A MAYO 1980

SIMBOLOGIA

- VOLUMEN BOMBEO DESDE POZOS (miles m³)
 INFILTRACION DE RIEGO
 VOLUMEN TOTAL = 21,80 × 10⁶ m³

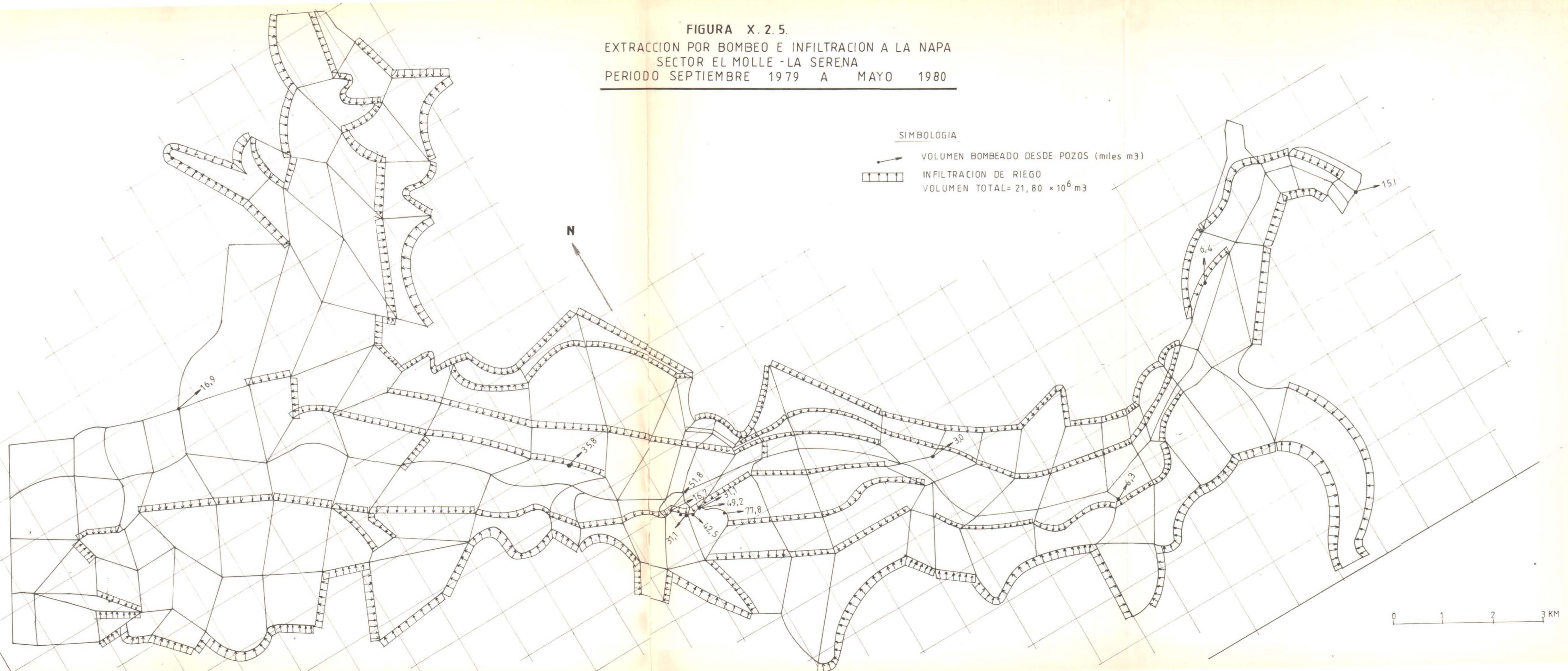


FIG.X.2.6. LIMNIGRAMAS MEDIDOS Y SIMULADOS EL MOLLE LA SERENA

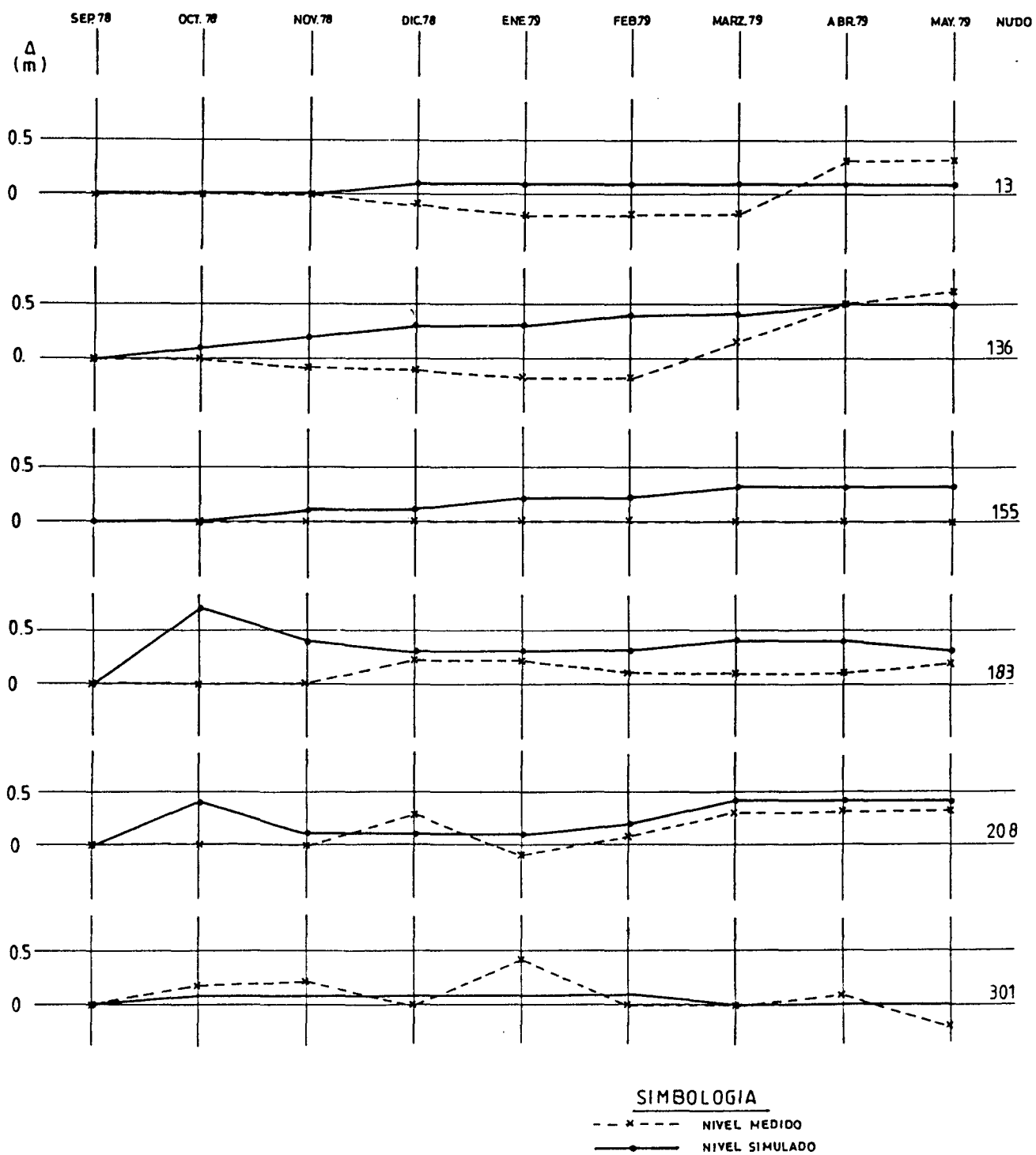
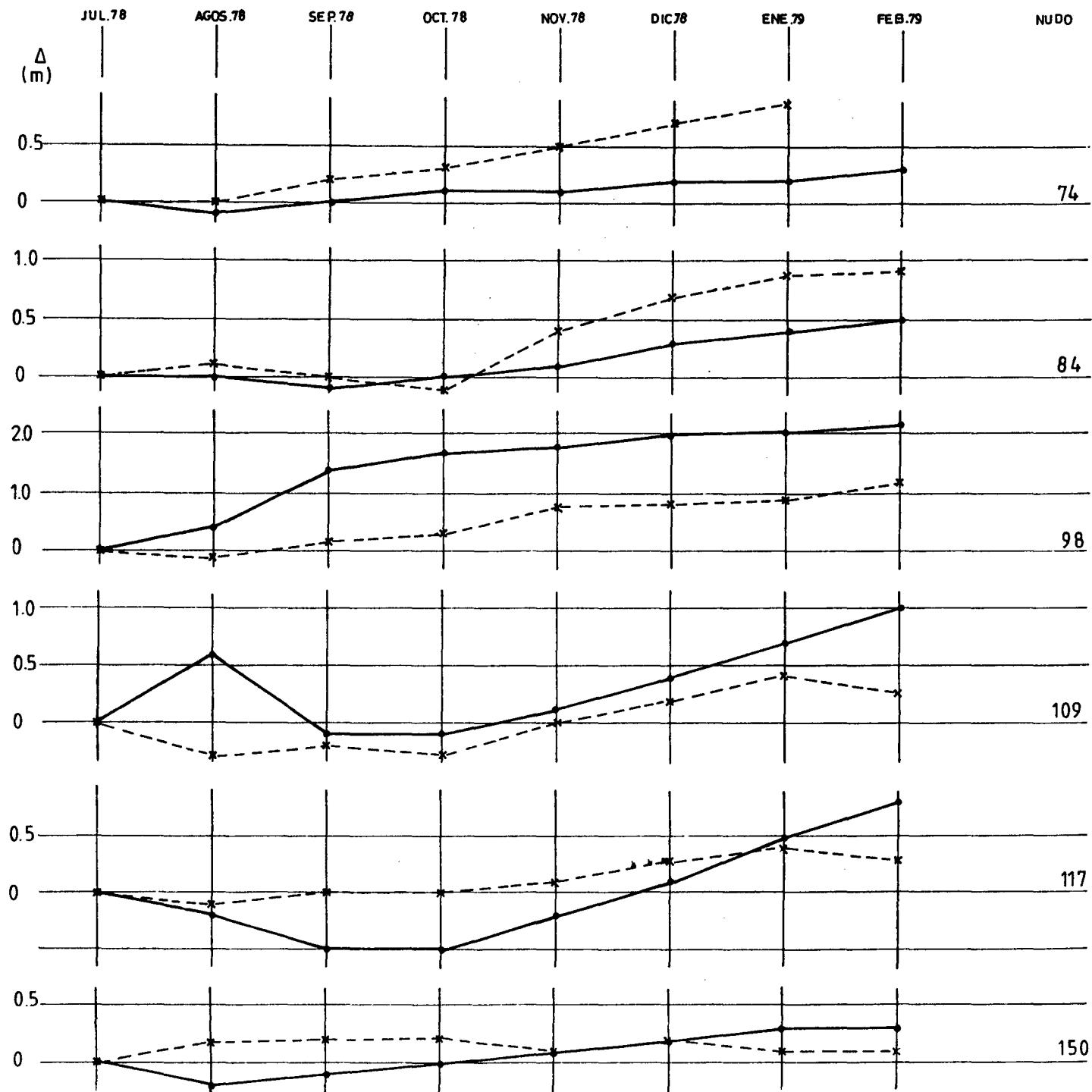


FIG.X.2. 11.a. LIMNIGRAMAS MEDIDOS Y SIMULADOS PAN. DE AZÚCAR.



SIMBOLOGIA

---x--- NIVEL MEDIDO

FIGURA X.27.
MALLA DE ELEMENTOS FINITOS
SECTOR PAN DE AZUCAR

ESCALA 1:50.000
1000 m 0 500 m

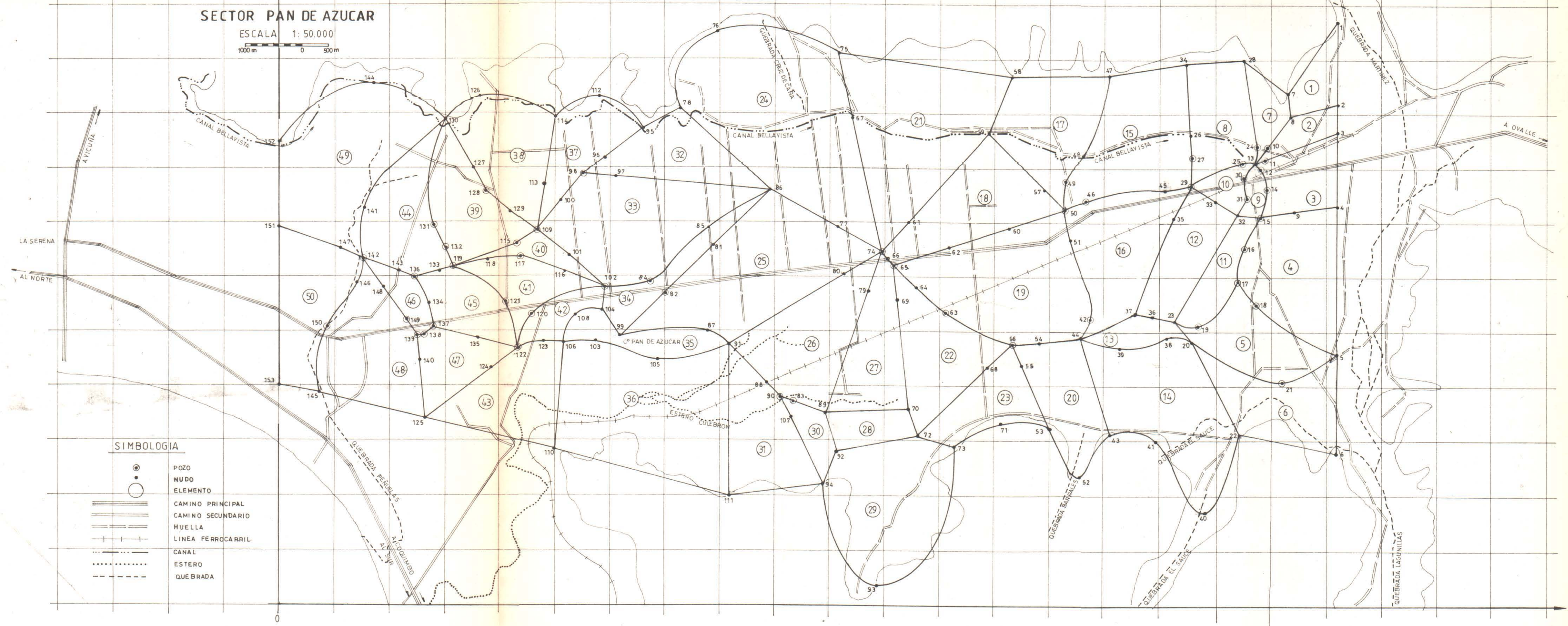
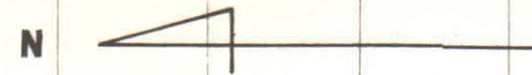


FIGURA X.2.8.
 MODELO PAN DE AZUCAR
 COEFICIENTES DE TRANSMISIBILIDAD (m^2/dia)
 Y ALMACENAMIENTO

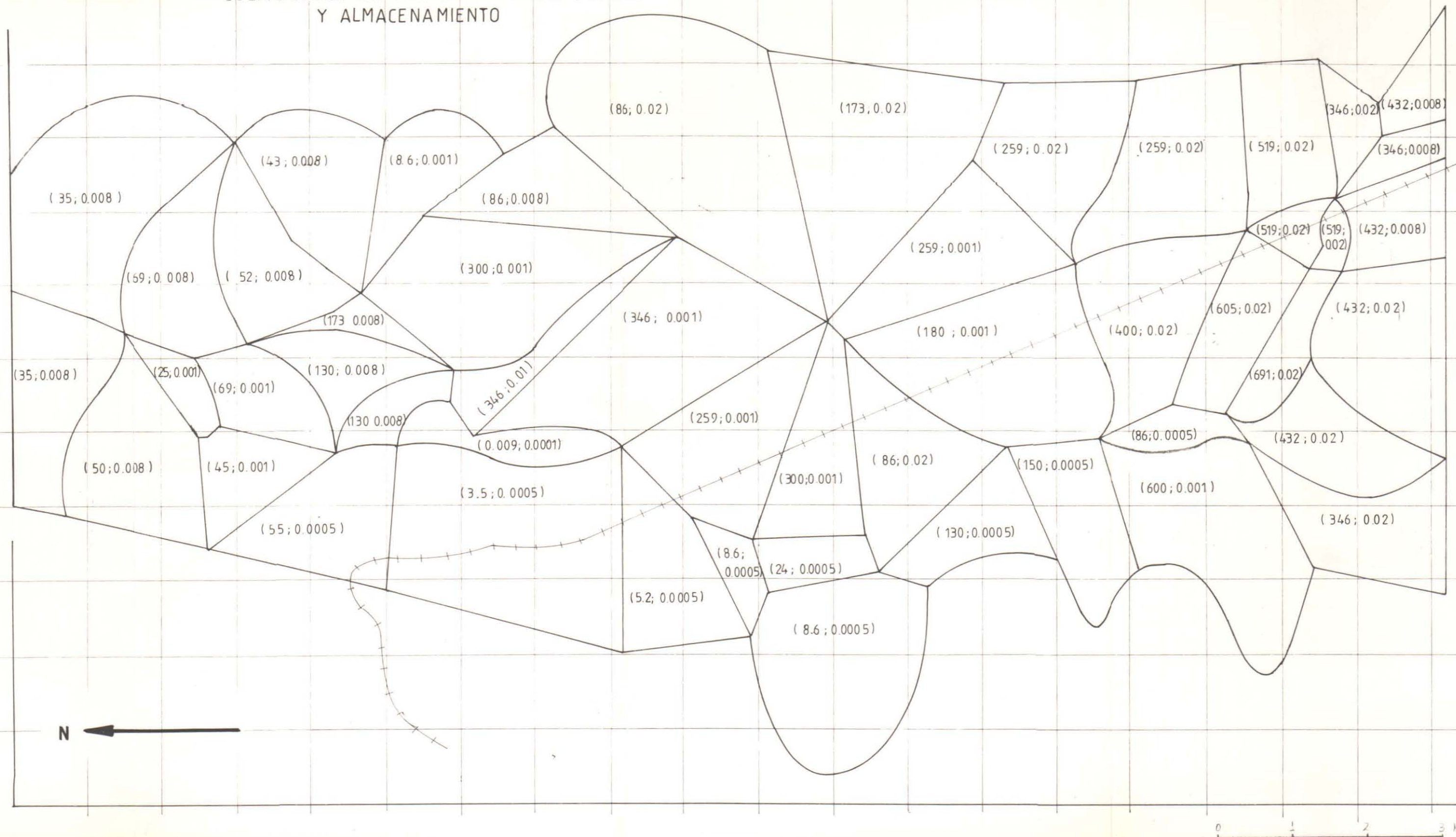


FIGURA X.2.9.

NIVELES PIEZOMETRICOS EN NOVIEMBRE DE 1976.

CALIBRACION SECTOR PAN DE AZUCAR

ESCALA 1:50.000

1000m 0 500m

N



LA SERENA

AL NORTE

A OVALLE

Cº PAN DE AZUCAR

ESTERO CULEBRON

SIMBOLOGIA

- 50 • NUDO DE LA MALLA
- CURVA DE NIVEL PIEZOMETRICO
- ==== CAMINO PRINCIPAL
- ===== CAMINO SECUNDARIO
- == HUELLA
- +— LINEA FERROCARRIL
- CANAL
- ESTERO
- - - - - QUEBRADA

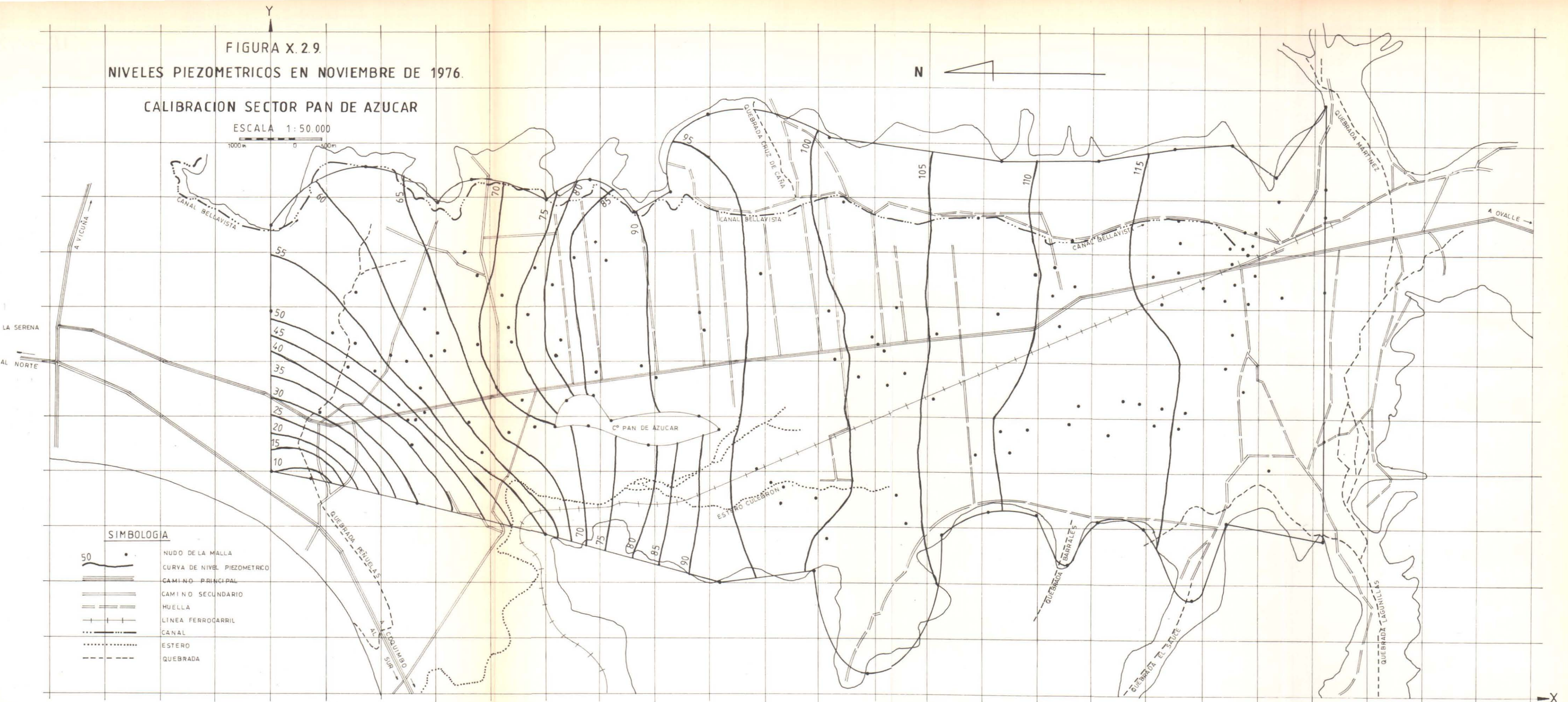


FIGURA X.2.10.
VOLUMENES BOMBADOS E INFILTRADOS
ZONA PAN DE AZUCAR
 PERIODO AGOSTO 1978- FEBRERO 1979

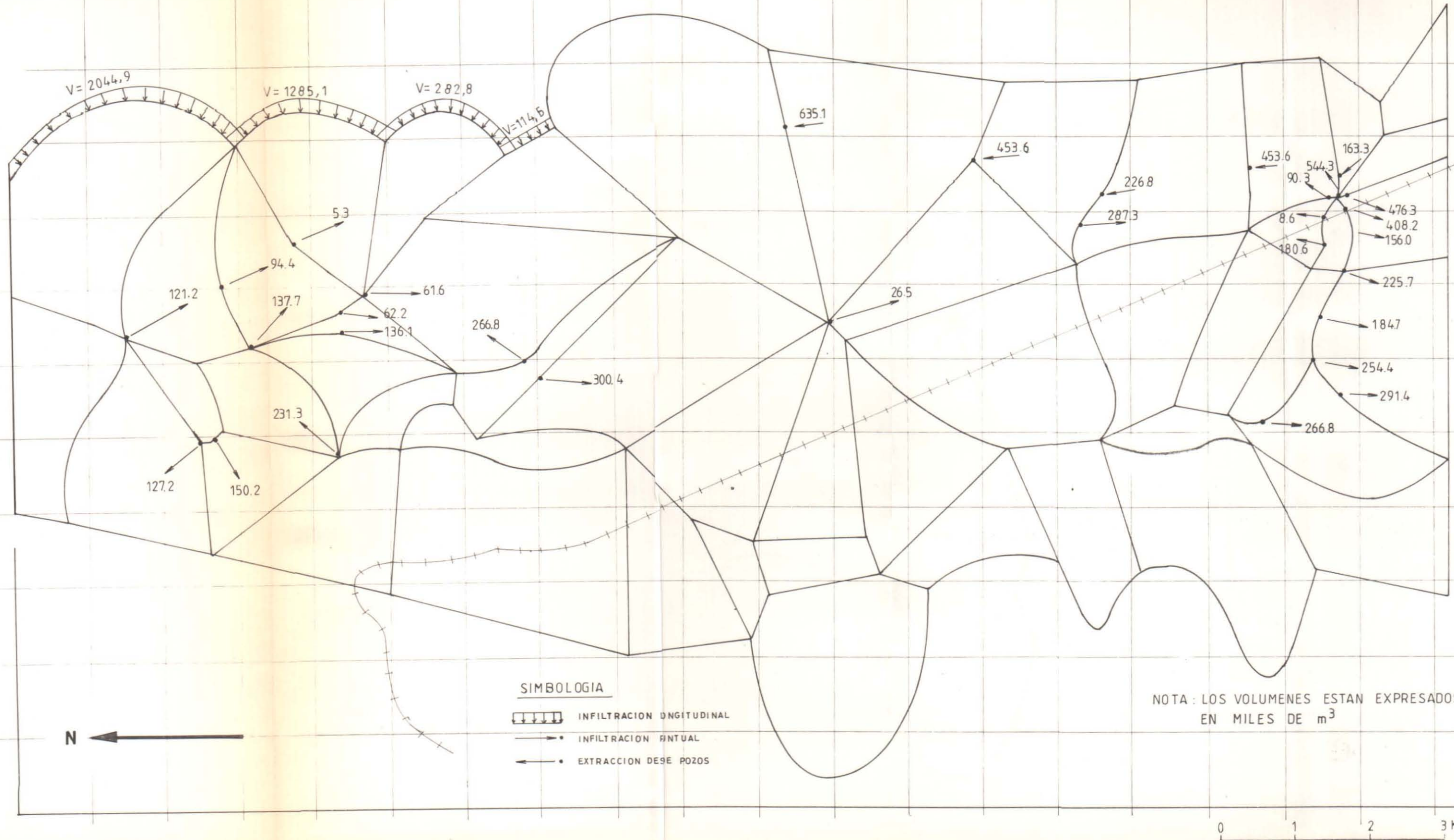
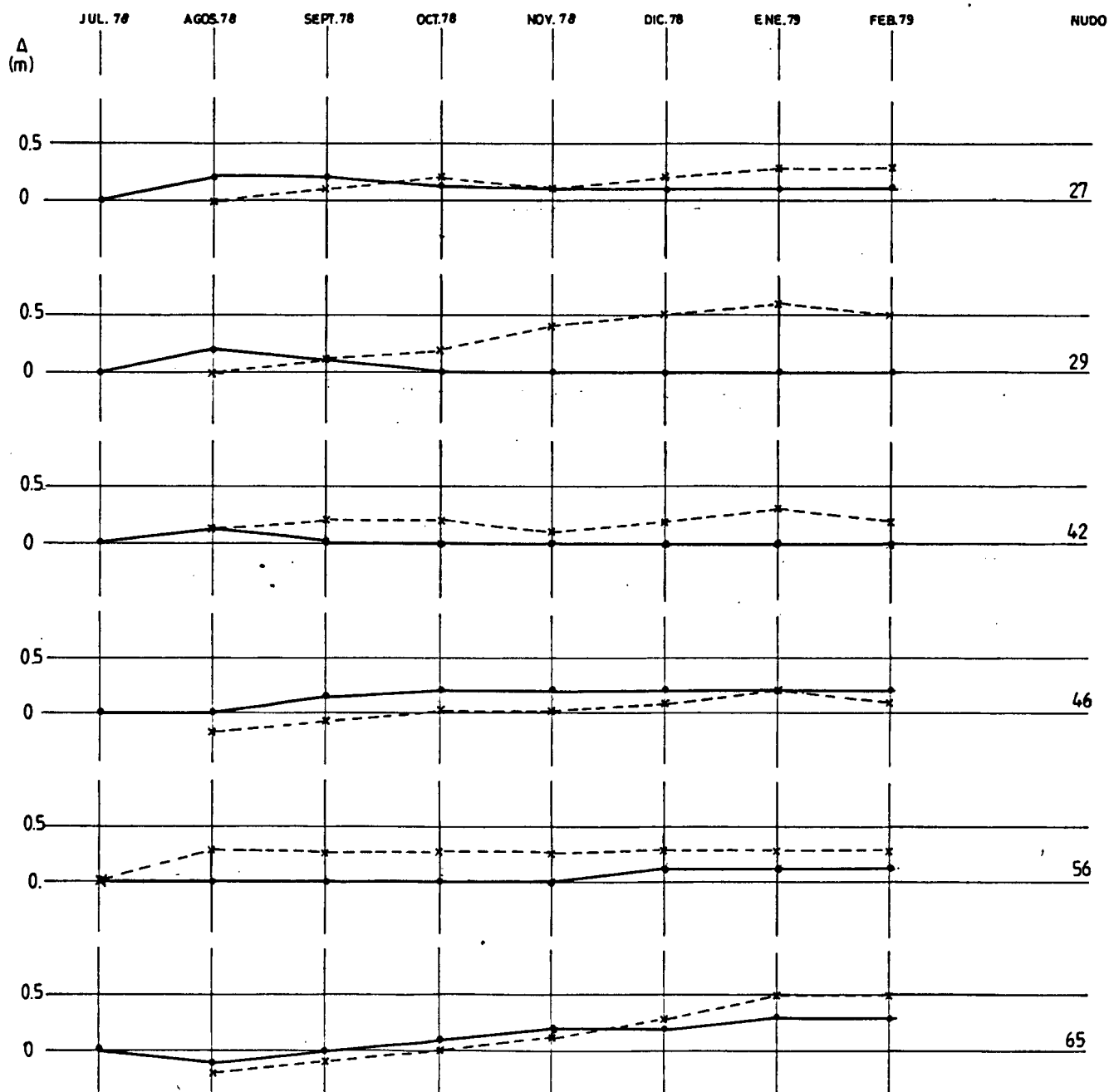


FIG. X.2.11. b. LIMNIGRAMAS MEDIDOS Y SIMULADOS PAN DE AZUCAR



SIMBOLOGIA

--- * --- NIVEL MEDIDO
 —●— NIVEL SIMULADO

FIGURA X.2.12.

VARIACION DE NIVELES ESTATICOS SECTOR EL MOLLE-LA SERENA (m)
PERIODO DE CALIBRACION-VALIDACION
OCTUBRE 1979 A MAYO 1980

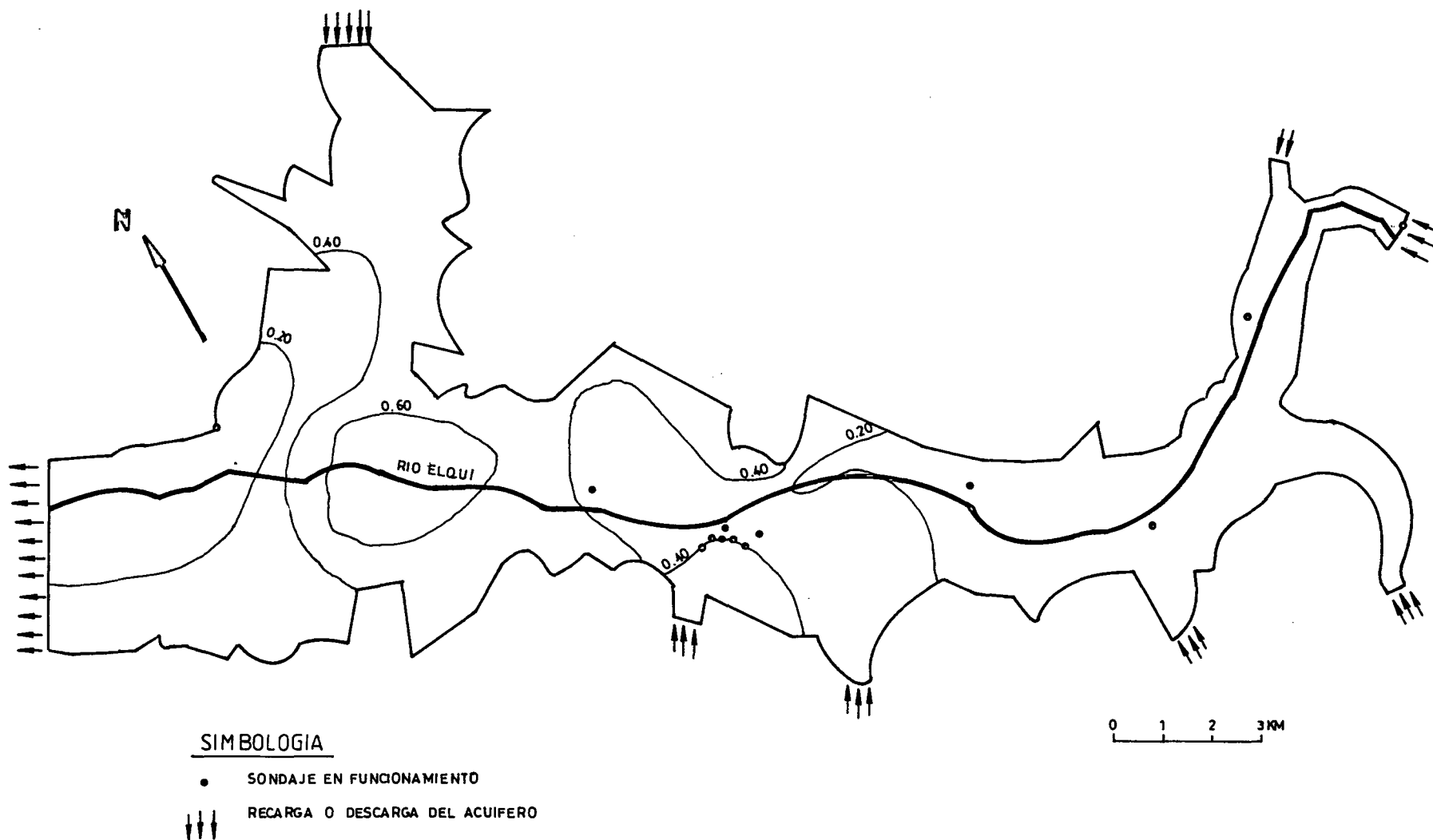


FIGURA X. 2.13.
 VARIACION DE NIVELES SECTOR PAN DE AZUCAR (m)
 PERIODO DE CALIBRACION-VALIDACION
 AGOSTO 1978 A FEBRERO 1979

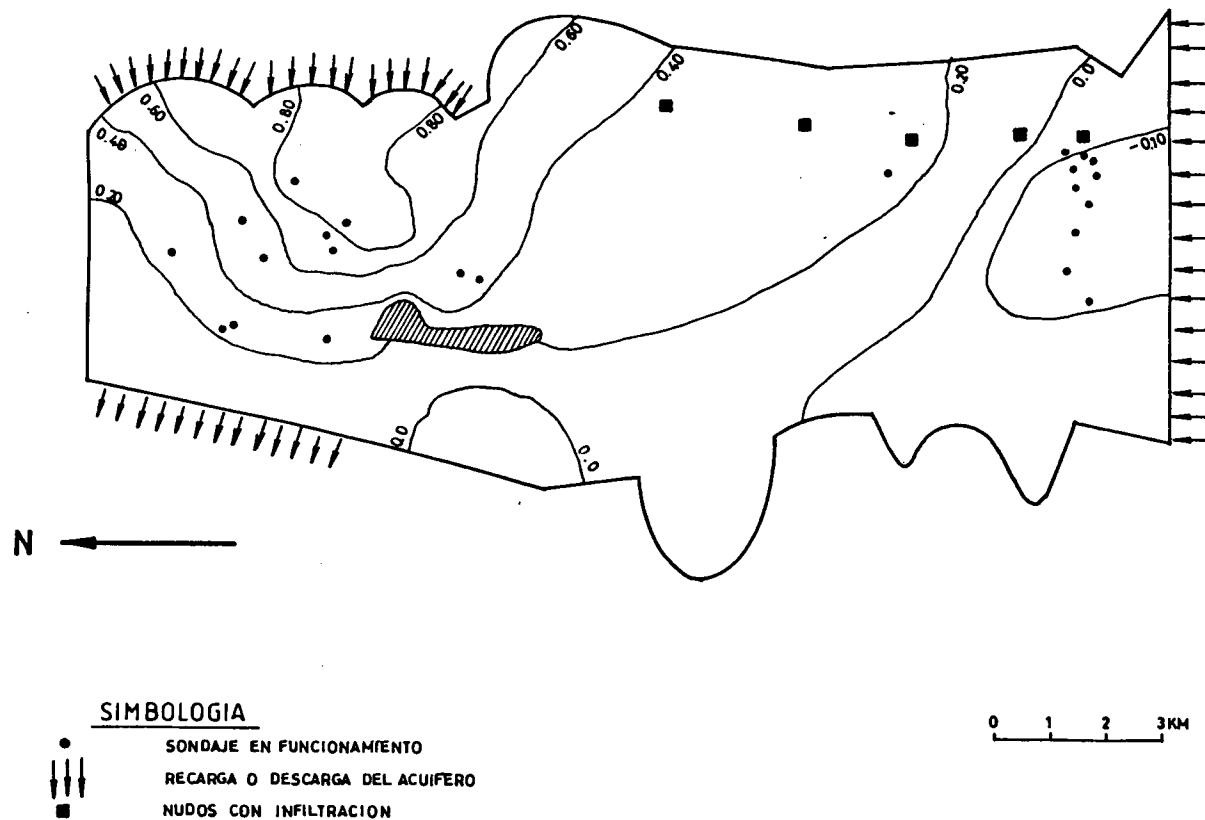


FIGURA X. 2.14.
DISTRIBUCION DE POZOS POR SECTORES Y % DEL CAUDAL TOTAL
SECTOR EL MOLLE-LA SERENA

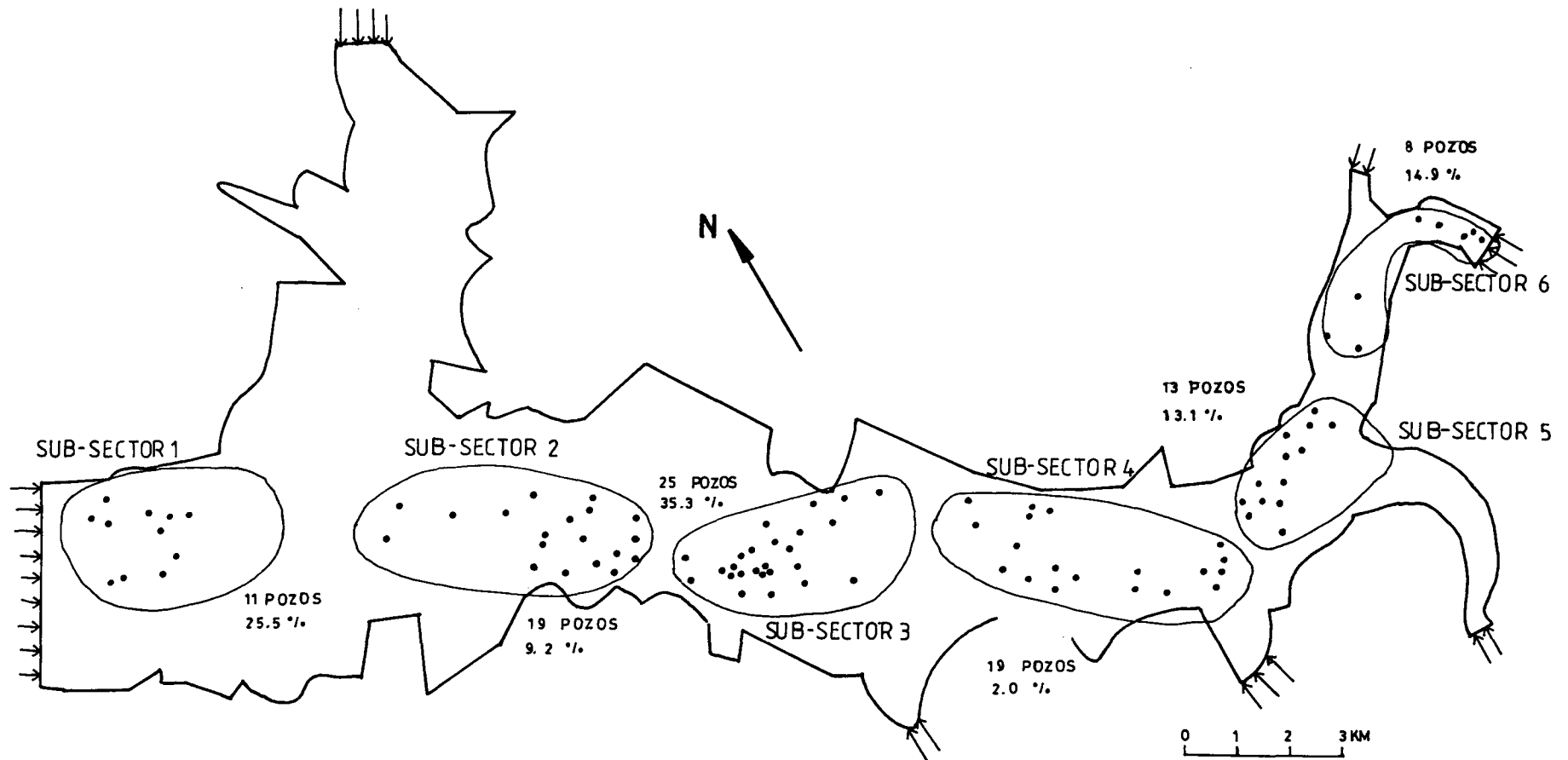


FIGURA X.2.15.
VARIACION RESIDUAL DE NIVELES (m)
PERIODO OCTUBRE 1971- SEPTIEMBRE 1972
SECTOR EL MOLLE-LA.SERENA

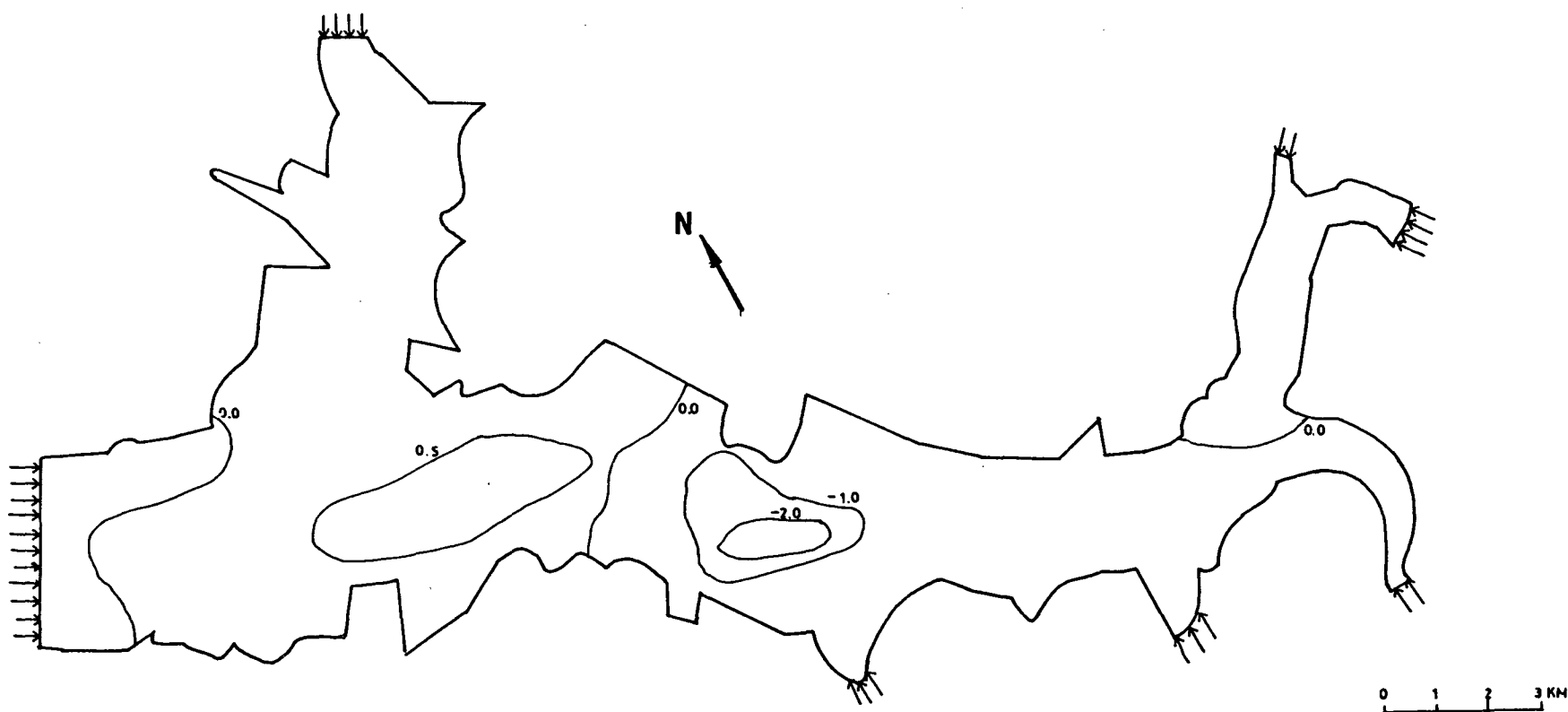


FIGURA X. 2. 16.
DISTRIBUCION DE POZOS POR SUB-SECTORES Y % DEL CAUDAL TOTAL
PAN DE AZUCAR

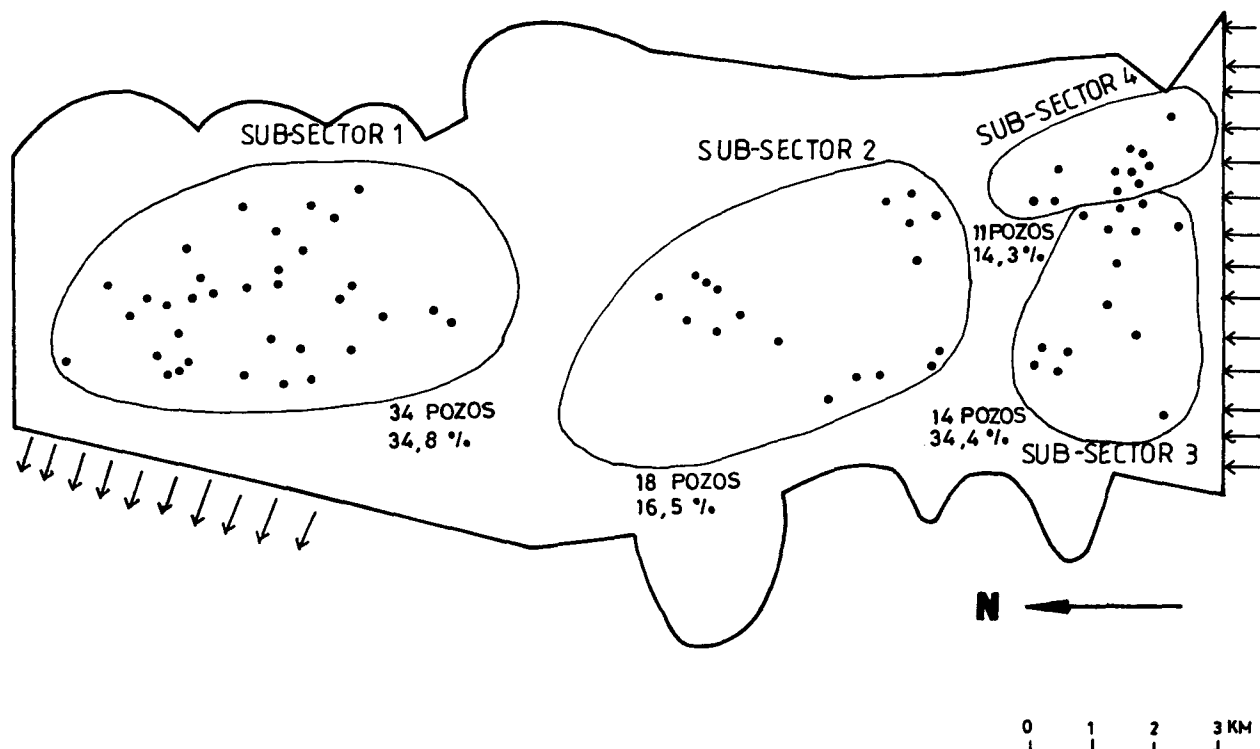
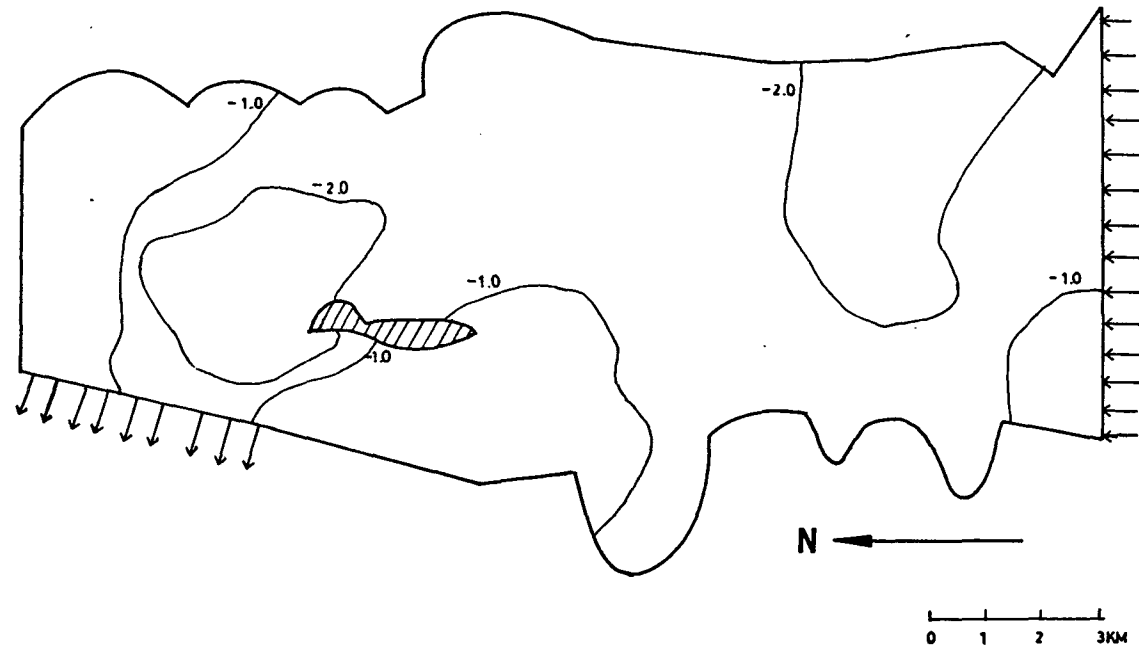


FIGURA X. 2.17.
VARIACION RESIDUAL DE NIVELES ESTATICOS (m)
PERIODO OCTUBRE 1971-SEPTIEMBRE 1972
SECTOR PAN DE AZUCAR



ANEXO X.A.2.1

CUADRO A 2.1.
SIMULACION EL MOLLE - LA SERENA. SEPT. 1979
ELEMENTOS DE LA MALLA 171

NUDOS DE LA MALLA 366

ANCHO DE BANDA 30

NUDOS CONDICION DE BORDE 37

ELEMENTO TRANSVERS. CUER. DE ALMAC. NOR. SUR. SUR. DE LOS LADOS		NUDOS DEL ELEMENTO	
(M2/2)			
1	0.1000	1	1.0000
2	0.1000	2	1.0000
3	0.1000	3	1.0000
4	0.1000	4	1.0000
5	0.1000	5	1.0000
6	0.1000	6	1.0000
7	0.1000	7	1.0000
8	0.1000	8	1.0000
9	0.1000	9	1.0000
10	0.1000	10	1.0000
11	0.1000	11	1.0000
12	0.1000	12	1.0000
13	0.1000	13	1.0000
14	0.1000	14	1.0000
15	0.1000	15	1.0000
16	0.1000	16	1.0000
17	0.1000	17	1.0000
18	0.1000	18	1.0000
19	0.1000	19	1.0000
20	0.1000	20	1.0000
21	0.1000	21	1.0000
22	0.1000	22	1.0000
23	0.1000	23	1.0000
24	0.1000	24	1.0000
25	0.1000	25	1.0000
26	0.1000	26	1.0000
27	0.1000	27	1.0000
28	0.1000	28	1.0000
29	0.1000	29	1.0000
30	0.1000	30	1.0000
31	0.1000	31	1.0000
32	0.1000	32	1.0000
33	0.1000	33	1.0000
34	0.1000	34	1.0000
35	0.1000	35	1.0000
36	0.1000	36	1.0000
37	0.1000	37	1.0000
38	0.1000	38	1.0000
39	0.1000	39	1.0000
40	0.1000	40	1.0000
41	0.1000	41	1.0000
42	0.1000	42	1.0000
43	0.1000	43	1.0000
44	0.1000	44	1.0000
45	0.1000	45	1.0000
46	0.1000	46	1.0000
47	0.1000	47	1.0000
48	0.1000	48	1.0000
49	0.1000	49	1.0000
50	0.1000	50	1.0000
51	0.1000	51	1.0000
52	0.1000	52	1.0000
53	0.1000	53	1.0000
54	0.1000	54	1.0000
55	0.1000	55	1.0000
56	0.1000	56	1.0000
57	0.1000	57	1.0000
58	0.1000	58	1.0000
59	0.1000	59	1.0000
60	0.1000	60	1.0000
61	0.1000	61	1.0000
62	0.1000	62	1.0000
63	0.1000	63	1.0000
64	0.1000	64	1.0000
65	0.1000	65	1.0000
66	0.1000	66	1.0000
67	0.1000	67	1.0000
68	0.1000	68	1.0000
69	0.1000	69	1.0000
70	0.1000	70	1.0000
71	0.1000	71	1.0000
72	0.1000	72	1.0000
73	0.1000	73	1.0000
74	0.1000	74	1.0000
75	0.1000	75	1.0000
76	0.1000	76	1.0000
77	0.1000	77	1.0000
78	0.1000	78	1.0000
79	0.1000	79	1.0000
80	0.1000	80	1.0000
81	0.1000	81	1.0000
82	0.1000	82	1.0000
83	0.1000	83	1.0000
84	0.1000	84	1.0000
85	0.1000	85	1.0000
86	0.1000	86	1.0000
87	0.1000	87	1.0000
88	0.1000	88	1.0000
89	0.1000	89	1.0000
90	0.1000	90	1.0000
91	0.1000	91	1.0000
92	0.1000	92	1.0000
93	0.1000	93	1.0000
94	0.1000	94	1.0000
95	0.1000	95	1.0000
96	0.1000	96	1.0000
97	0.1000	97	1.0000
98	0.1000	98	1.0000
99	0.1000	99	1.0000
100	0.1000	100	1.0000
101	0.1000	101	1.0000
102	0.1000	102	1.0000
103	0.1000	103	1.0000
104	0.1000	104	1.0000
105	0.1000	105	1.0000
106	0.1000	106	1.0000
107	0.1000	107	1.0000
108	0.1000	108	1.0000
109	0.1000	109	1.0000
110	0.1000	110	1.0000
111	0.1000	111	1.0000
112	0.1000	112	1.0000
113	0.1000	113	1.0000
114	0.1000	114	1.0000
115	0.1000	115	1.0000
116	0.1000	116	1.0000
117	0.1000	117	1.0000
118	0.1000	118	1.0000
119	0.1000	119	1.0000
120	0.1000	120	1.0000
121	0.1000	121	1.0000
122	0.1000	122	1.0000
123	0.1000	123	1.0000
124	0.1000	124	1.0000
125	0.1000	125	1.0000
126	0.1000	126	1.0000
127	0.1000	127	1.0000
128	0.1000	128	1.0000
129	0.1000	129	1.0000
130	0.1000	130	1.0000
131	0.1000	131	1.0000
132	0.1000	132	1.0000
133	0.1000	133	1.0000
134	0.1000	134	1.0000
135	0.1000	135	1.0000
136	0.1000	136	1.0000
137	0.1000	137	1.0000
138	0.1000	138	1.0000
139	0.1000	139	1.0000
140	0.1000	140	1.0000
141	0.1000	141	1.0000
142	0.1000	142	1.0000
143	0.1000	143	1.0000
144	0.1000	144	1.0000
145	0.1000	145	1.0000
146	0.1000	146	1.0000
147	0.1000	147	1.0000
148	0.1000	148	1.0000
149	0.1000	149	1.0000
150	0.1000	150	1.0000
151	0.1000	151	1.0000
152	0.1000	152	1.0000
153	0.1000	153	1.0000
154	0.1000	154	1.0000
155	0.1000	155	1.0000
156	0.1000	156	1.0000
157	0.1000	157	1.0000
158	0.1000	158	1.0000
159	0.1000	159	1.0000
160	0.1000	160	1.0000
161	0.1000	161	1.0000
162	0.1000	162	1.0000
163	0.1000	163	1.0000
164	0.1000	164	1.0000
165	0.1000	165	1.0000
166	0.1000	166	1.0000
167	0.1000	167	1.0000
168	0.1000	168	1.0000
169	0.1000	169	1.0000
170	0.1000	170	1.0000
171	0.1000	171	1.0000

מחבר: **ד"ר יצחק יעקב**

תשס"ח

291	240.254	292	243.989	293	249.000	294	247.308	295	240.500
296	240.910	297	247.194	298	251.332	299	256.887	300	255.205
301	251.786	302	253.929	303	256.818	304	272.161	305	250.000
306	258.305	307	261.325	308	261.000	309	264.339	310	265.514
311	263.105	312	265.785	313	278.774	314	278.697	315	270.369
316	277.884	317	273.026	318	277.778	319	272.985	320	278.476
321	280.000	322	279.958	323	279.389	324	280.000	325	279.862
326	279.120	327	276.960	328	278.461	329	279.776	330	281.205
331	289.200	332	286.198	333	280.811	334	282.185	335	290.404
336	294.334	337	296.269	338	294.701	339	310.752	340	300.250
341	311.084	342	302.530	343	307.350	344	307.153	345	306.105
346	308.006	347	308.000	348	308.462	349	310.733	350	315.072
351	310.112	352	316.698	353	326.568	354	325.480	355	320.307
356	317.001	357	333.147	358	333.081	359	332.163	360	333.247
361	330.934	362	345.000	363	342.000	364	339.000	365	342.000
366	345.000								

0000

[illegible]

CUADRO A.2.1.3

OPERACION DE POZOS. SECTOR EL MOLLE - LA SERENA

SIMULACION AÑO 1971-72

NUDO MALLA	CAUDAL DE OPERACION (l/s)	HORAS DIARIAS DE FUNCIONAMIENTO												VOLUMEN TOTAL 10 ³ m ³
		OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	
50	2,8	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	25.4
152	4,6	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	53.7
182	30,0	0.0	12.0	12.0	12.0	12.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	155.5
193	10,0	0.0	12.0	12.0	12.0	12.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	51.8
194	20,0	0.0	12.0	12.0	12.0	12.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	103.7
195	18,0	0.0	12.0	12.0	12.0	12.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	93.3
196	26,0	0.0	12.0	12.0	12.0	12.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	134.8
197	32,0	0.0	12.0	12.0	12.0	12.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	165.9
207	45,0	0.0	12.0	12.0	12.0	12.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	233.3
256	0,4	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	0.9
283	0,4	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	1.3
364	2,5	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	22.7
30	75,0	21.52	30.31	53.07	52.11	45.44	15.04	0.62	0.31	-	-	-	-	1769.2
31	76,0	21.52	30.31	53.07	52.11	45.44	15.04	0.62	0.31	-	-	-	-	1792.8
32	75,0	21.52	30.31	53.07	52.11	45.44	15.04	0.62	0.31	-	-	-	-	1769.2
11	60,0	21.52	30.31	53.07	52.11	45.44	15.04	0.62	0.31	-	-	-	-	1415.4
12	60,0	21.52	30.31	53.07	52.11	45.44	15.04	0.62	0.31	-	-	-	-	1415.4
13	60,0	21.52	30.31	53.07	52.11	45.44	15.04	0.62	0.31	-	-	-	-	1415.4
15	60,0	21.52	30.31	53.07	52.11	45.44	15.04	0.62	0.31	-	-	-	-	1415.4
23	60,0	21.52	30.31	53.07	52.11	45.44	15.04	0.62	0.31	-	-	-	-	1415.4
29	60,0	21.52	30.31	53.07	52.11	45.44	15.04	0.62	0.31	-	-	-	-	1415.4
38	60,0	21.52	30.31	53.07	52.11	45.44	15.04	0.62	0.31	-	-	-	-	1415.4
39	60,0	21.52	30.31	53.07	52.11	45.44	15.04	0.62	0.31	-	-	-	-	1415.4
40	60,0	21.52	30.31	53.07	52.11	45.44	15.04	0.62	0.31	-	-	-	-	1415.4
81	16,5	14.8	20.84	36.49	35.83	31.24	10.34	0.42	0.21	-	-	-	-	267.6

CUADRO A.2.1.3 (Continuación)

OPERACION DE POZOS. SECTOR EL MOLLE - LA SERENA

SIMULACION AÑO 1971-72

NUDO MALLA	CAUDAL DE OPERACION (l/s)	HORAS DIARIAS DE FUNCIONAMIENTO												VOLUMEN TOTAL 10 ³ m ³
		OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	
206	25,0	50.57	71.23	124.7	122.5	106.8	35.34	1.45	0.73	-	-	-	-	1386.0
210	25,0	50.57	71.23	124.7	122.5	106.8	35.34	1.45	0.73	-	-	-	-	1386.0
211	25,0	50.57	71.23	124.7	122.5	106.8	35.34	1.45	0.73	-	-	-	-	1386.0
212	25,0	50.57	71.23	124.7	122.5	106.8	35.34	1.45	0.73	-	-	-	-	1386.0
214	25,0	50.57	71.23	124.7	122.5	106.8	35.34	1.45	0.73	-	-	-	-	1386.0
218	25,0	50.57	71.23	124.7	122.5	106.8	35.34	1.45	0.73	-	-	-	-	1386.0
221	25,0	50.57	71.23	124.7	122.5	106.8	35.34	1.45	0.73	-	-	-	-	1386.0
223	25,0	50.57	71.23	124.7	122.5	106.8	35.34	1.45	0.73	-	-	-	-	1386.0
232	25,0	50.57	71.23	124.7	122.5	106.8	35.34	1.45	0.73	-	-	-	-	1386.0
284	8,4	18.83	26.52	46.44	45.6	39.76	13.16	0.54	0.27	-	-	-	-	173.4
244	4,0	18.83	26.52	46.44	45.6	39.76	13.16	0.54	0.27	-	-	-	-	82.6
245	4,0	18.83	26.52	46.44	45.6	39.76	13.16	0.54	0.27	-	-	-	-	82.6
246	4,0	18.83	26.52	46.44	45.6	39.76	13.16	0.54	0.27	-	-	-	-	82.6
249	4,0	18.83	26.52	46.44	45.6	39.76	13.16	0.54	0.27	-	-	-	-	82.6
253	4,0	18.83	26.52	46.44	45.6	39.76	13.16	0.54	0.27	-	-	-	-	82.6
257	4,0	18.83	26.52	46.44	45.6	39.76	13.16	0.54	0.27	-	-	-	-	82.6
259	4,0	18.83	26.52	46.44	45.6	39.76	13.16	0.54	0.27	-	-	-	-	82.6
265	4,0	18.83	26.52	46.44	45.6	39.76	13.16	0.54	0.27	-	-	-	-	82.6
266	4,0	18.83	26.52	46.44	45.6	39.76	13.16	0.54	0.27	-	-	-	-	82.6
267	4,0	18.83	26.52	46.44	45.6	39.76	13.16	0.54	0.27	-	-	-	-	82.6
274	4,0	18.83	26.52	46.44	45.6	39.76	13.16	0.54	0.27	-	-	-	-	82.6
275	4,0	18.83	26.52	46.44	45.6	39.76	13.16	0.54	0.27	-	-	-	-	82.6
279	4,0	18.83	26.52	46.44	45.6	39.76	13.16	0.54	0.27	-	-	-	-	82.6
280	4,0	18.83	26.52	46.44	45.6	39.76	13.16	0.54	0.27	-	-	-	-	82.6
282	4,0	18.83	26.52	46.44	45.6	39.76	20.30	0.54	0.27	-	-	-	-	85.6

CUADRO A.2.1.3 (Continuación)

OPERACION DE POZOS. SECTOR EL MOLLE - LA SERENA

SIMULACION AÑO 1971-72

NUDO MALLA	CAUDAL DE OPERACION (l/s)	HORAS DIARIAS DE FUNCIONAMIENTO												VOLUMEN TOTAL 10 ³ m ³
		OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	
155	20.0	14.8	20.84	36.49	35.83	31.24	10.34	0.42	0.21	-	-	-	-	324.4
165	35.0	14.8	20.84	36.49	35.83	31.24	10.34	0.42	0.21	-	-	-	-	567.6
83	22.0	14.8	2.0	2.0	35.83	31.24	10.34	0.42	0.21	-	-	-	-	230.1
110	22.0	14.8	20.84	36.49	35.83	31.24	10.34	0.42	0.21	-	-	-	-	356.8
129	22.0	14.8	20.84	36.49	35.83	31.24	10.34	0.42	0.21	-	-	-	-	356.8
132	22.0	14.8	20.84	36.49	35.83	31.24	10.34	0.42	0.21	-	-	-	-	356.8
134	22.0	14.8	20.84	36.49	35.83	31.24	10.34	0.42	0.21	-	-	-	-	356.8
135	22.0	14.8	20.84	36.49	35.83	31.24	10.34	0.42	0.21	-	-	-	-	356.8
136	22.0	14.8	20.84	36.49	35.83	31.24	10.34	0.42	0.21	-	-	-	-	356.8
138	22.0	14.8	20.84	36.49	35.83	31.24	10.34	0.42	0.21	-	-	-	-	356.8
139	22.0	14.8	20.84	36.49	35.83	31.24	10.34	0.42	0.21	-	-	-	-	356.8
140	22.0	14.8	20.84	36.49	35.83	31.24	10.34	0.42	0.21	-	-	-	-	356.8
149	22.0	14.8	20.84	36.49	35.83	31.24	10.34	0.42	0.21	-	-	-	-	356.8
150	22.0	14.8	20.84	36.49	35.83	31.24	10.34	0.42	0.21	-	-	-	-	356.8
151	22.0	14.8	20.84	36.49	35.83	31.24	10.34	0.42	0.21	-	-	-	-	356.8
154	22.0	14.8	20.84	36.49	35.83	31.24	10.34	0.42	0.21	-	-	-	-	356.8
156	22.0	14.8	20.84	36.49	35.83	31.24	10.34	0.42	0.21	-	-	-	-	356.8
171	25.0	50.57	71.23	124.7	122.5	106.8	35.34	1.45	0.73	-	-	-	-	1386.0
172	25.0	50.57	71.23	124.7	122.5	106.8	35.34	1.45	0.73	-	-	-	-	1386.0
179	25.0	50.57	71.23	124.7	122.5	106.8	35.34	1.45	0.73	-	-	-	-	1386.0
180	25.0	50.57	71.23	124.7	122.5	106.8	35.34	1.45	0.73	-	-	-	-	1386.0
181	25.0	50.57	71.23	124.7	122.5	106.8	35.34	1.45	0.73	-	-	-	-	1386.0
184	25.0	50.57	71.23	124.7	122.5	106.8	35.34	1.45	0.73	-	-	-	-	1386.0
192	25.0	50.57	71.23	124.7	122.5	106.8	35.34	1.45	0.73	-	-	-	-	1386.0
199	25.0	50.57	71.23	124.7	122.5	106.8	35.34	1.45	0.73	-	-	-	-	1386.0
201	25.0	50.57	71.23	124.7	122.5	106.8	35.34	1.45	0.73	-	-	-	-	1386.0

CUADRO A.2.1.3 (Continuación)

OPERACION DE POZOS. SECTOR EL MOLLE - LA SERENA

SIMULACION AÑO 1971-72

NUDO MALLA	CAUDAL DE OPERACION (l/s)	HORAS DIARIAS DE FUNCIONAMIENTO												VOLUMEN TOTAL 10 ³ m ³
		OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	
293	20,0	29.05	40.92	71.65	70.35	61.34	20.30	0.83	0.42	-	-	-	-	636.9
300	16,0	29.05	40.92	71.65	70.35	61.34	20.30	0.83	0.42	-	-	-	-	509.5
301	15,0	29.05	40.92	71.65	70.35	61.34	20.30	0.83	0.42	-	-	-	-	477.7
306	15,0	29.05	40.92	71.65	70.35	61.34	20.30	0.83	0.42	-	-	-	-	477.7
308	15,0	29.05	40.92	71.65	70.35	61.34	20.30	0.83	0.42	-	-	-	-	477.7
314	35,0	29.05	40.92	71.65	70.35	61.34	20.30	0.83	0.42	-	-	-	-	1114.6
316	25,0	29.05	40.92	71.65	70.35	61.34	20.30	0.83	0.42	-	-	-	-	796.1
294	22,0	29.05	40.92	71.65	70.35	61.34	20.30	0.83	0.42	-	-	-	-	700.6
298	22,0	29.05	40.92	71.75	70.35	61.34	20.30	0.83	0.42	-	-	-	-	700.6
302	22,0	29.05	40.92	71.65	70.35	61.34	20.30	0.83	0.42	-	-	-	-	700.6
307	22,0	29.05	40.92	71.65	70.35	61.34	20.30	0.83	0.42	-	-	-	-	700.6
310	22,0	29.05	40.92	71.65	70.35	61.34	20.30	0.83	0.42	-	-	-	-	700.6
317	22,0	29.05	40.92	71.65	70.35	61.34	20.30	0.83	0.42	-	-	-	-	700.6
318	22,0	29.05	40.92	71.65	70.35	61.34	20.30	0.83	0.42	-	-	-	-	700.6
330	40,0	32.82	46.23	80.93	79.47	69.30	22.94	0.94	0.48	-	-	-	-	1439.0
332	30,0	32.82	46.23	80.93	79.47	69.30	22.94	0.94	0.48	-	-	-	-	1079.3
359	33,0	32.82	46.23	80.93	79.47	69.30	22.94	0.94	0.48	-	-	-	-	1187.2
337	35,0	32.82	46.23	80.93	79.47	69.30	22.94	0.94	0.48	-	-	-	-	1259.2
354	35,0	32.82	46.23	80.93	79.47	69.30	22.94	0.94	0.48	-	-	-	-	1259.2
357	35,0	32.82	46.23	80.93	79.47	69.30	22.94	0.94	0.48	-	-	-	-	1259.2
360	35,0	32.82	46.23	80.93	79.47	69.30	22.94	0.94	0.48	-	-	-	-	1259.2
361	35,0	32.82	0.00	80.93	79.47	69.30	22.94	0.00	0.00	-	-	-	-	1079.0

CUADRO A.2.1.4

OPERACION DE POZOS. SECTOR PAN DE AZUCAR

SIMULACION AÑO 1970-71

NUDO MALLA	CAUDAL DE OPERACION (l/s)	HORAS DIARIAS DE FUNCIONAMIENTO												VOLUMEN TOTAL 10 ³ m ³
		OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	
54	7,0	11.73	29.38	39.24	37.75	34.25	22.91	2.10	-	-	-	-	-	134.1
63	7,0	11.73	29.38	39.24	37.75	34.25	22.91	2.10	-	-	-	-	-	134.1
64	7,0	11.73	29.38	39.24	37.75	34.25	22.91	2.10	-	-	-	-	-	134.1
66	7,0	11.73	29.38	39.24	37.75	34.25	22.91	2.10	-	-	-	-	-	134.1
68	7,0	11.73	29.38	39.24	37.75	34.25	22.91	2.10	-	-	-	-	-	134.1
69	7,0	11.73	29.38	39.24	37.75	34.25	22.91	2.10	-	-	-	-	-	134.1
79	7,0	11.73	29.38	39.24	37.75	34.25	22.91	2.10	-	-	-	-	-	134.1
80	7,0	11.73	29.38	39.24	37.75	34.25	22.91	2.10	-	-	-	-	-	134.1
83	7,0	11.73	29.38	39.24	37.75	34.25	22.91	2.10	-	-	-	-	-	134.1
89	7,0	11.73	29.38	39.24	37.75	34.25	22.91	2.10	-	-	-	-	-	134.1
90	7,0	11.73	29.38	39.24	37.75	34.25	22.91	2.10	-	-	-	-	-	134.1
14	38,0	16.48	41.25	55.09	53.00	48.08	32.16	2.95	-	-	-	-	-	1021.9
15	55,0	16.48	41.25	55.09	53.00	48.08	32.16	2.95	-	-	-	-	-	1479.1
16	45,0	16.48	41.25	55.09	53.00	48.08	32.16	2.95	-	-	-	-	-	1210.2
17	62,0	16.48	41.25	55.09	53.00	48.08	32.16	2.95	-	-	-	-	-	1667.4
18	71,0	16.48	41.25	55.09	53.00	48.08	32.16	2.95	-	-	-	-	-	1909.4
19	65,0	16.48	41.25	55.09	53.00	48.08	32.16	2.95	-	-	-	-	-	1748.1
21	65,0	16.48	41.25	55.09	53.00	48.08	32.16	2.95	-	-	-	-	-	1748.1
9	55,0	16.48	41.25	55.09	53.00	48.08	32.16	2.95	-	-	-	-	-	1479.1
20	55,0	16.48	41.25	55.09	53.00	48.08	32.16	2.95	-	-	-	-	-	1479.1
23	55,0	16.48	41.25	55.09	53.00	48.08	32.16	2.95	-	-	-	-	-	1479.1
32	55,0	16.48	41.25	55.09	53.00	48.08	32.16	2.95	-	-	-	-	-	1479.1
33	55,0	16.48	41.25	55.09	53.00	48.08	32.16	2.95	-	-	-	-	-	1479.1
38	55,0	16.48	41.25	55.09	53.00	48.08	32.16	2.95	-	-	-	-	-	1479.1
10	28,0	26.82	67.17	89.70	86.29	78.28	52.36	4.80	-	-	-	-	-	1226.0

CUADRO A.2.1.4 (Continuación)
OPERACION DE POZOS. SECTOR PAN DE AZUCAR
SIMULACION AÑO 1970-71

NUDO MALLA	CAUDAL DE OPERACION (1/s)	HORAS DIARIAS DE FUNCIONAMIENTO												VOLUMEN TOTAL 10 ³ m ³
		OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	
25	22,0	26.82	67.17	89.70	86.29	78.28	52.36	4.80	-	-	-	-	-	963.3
27	10,0	26.82	67.17	89.70	86.29	78.28	52.36	4.80	-	-	-	-	-	437.9
29	22,0	26.82	67.17	89.70	86.29	78.28	52.36	4.80	-	-	-	-	-	963.3
30	10,5	26.82	67.17	89.70	86.29	78.28	52.36	4.80	-	-	-	-	-	459.7
31	44,0	26.82	67.17	89.70	86.29	78.28	52.36	4.80	-	-	-	-	-	1926.6
49	70,0	26.82	67.17	89.70	86.29	78.28	52.36	4.80	-	-	-	-	-	3065.0
50	25,0	26.82	67.17	89.70	86.29	78.28	52.36	4.80	-	-	-	-	-	1094.6
122	17,0	18.00	18.00	18.00	18.00	18.00	18.00	18.00	18.00	18.00	18.00	18.00	18.00	396.6
128	7,0	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.2
138	36,6	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	284.6
139	31,0	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	241.1
11	35,0	18.00	19.00	19.00	20.00	20.00	18.00	14.00	14.00	14.00	14.00	14.00	16.00	756.0
12	30,0	18.00	19.00	19.00	20.00	20.00	18.00	14.00	14.00	14.00	14.00	14.00	16.00	648.0
13	40,0	18.00	19.00	19.00	20.00	20.00	18.00	14.00	14.00	14.00	14.00	14.00	16.00	1036.8
82	36,6	16.63	41.64	55.61	53.50	48.54	32.47	2.97	-	-	-	-	-	993.6
84	65,0	16.63	41.64	55.61	53.50	48.54	32.47	2.97	-	-	-	-	-	1764.5
98	5,0	16.63	41.64	55.61	53.50	48.54	32.47	2.97	-	-	-	-	-	135.7
109	30,0	16.63	41.64	55.61	53.50	48.54	32.47	2.97	-	-	-	-	-	814.4
115	18,0	16.63	41.64	55.61	53.50	48.54	32.47	2.97	-	-	-	-	-	488.6
117	20,0	16.63	41.64	55.61	53.50	48.54	32.47	2.97	-	-	-	-	-	542.9
119	25,0	16.63	41.64	55.61	53.50	48.54	32.47	2.97	-	-	-	-	-	678.7
121	25,0	16.63	41.64	55.61	53.50	48.54	32.47	2.97	-	-	-	-	-	678.7
131	23,0	16.63	41.64	55.61	53.50	48.54	32.47	2.97	-	-	-	-	-	624.4
132	15,0	16.63	41.64	55.61	53.50	48.54	32.47	2.97	-	-	-	-	-	407.2
142	33,0	16.63	41.64	55.61	53.50	48.54	32.47	2.97	-	-	-	-	-	895.8
100	25,0	16.63	41.64	55.61	53.50	48.54	32.47	2.97	-	-	-	-	-	678.7
101	25,0	16.63	41.64	55.61	53.50	48.54	32.47	2.97	-	-	-	-	-	678.7
102	25,0	16.63	41.64	55.61	53.50	48.54	32.47	2.97	-	-	-	-	-	678.7

CUADRO A.2.1.4 (Continuación)

OPERACION DE POZOS. SECTOR PAN DE AZUCAR

SIMULACION AÑO 1970-71

NUDO MALLA	CAUDAL DE OPERACION (l/s)	HORAS DIARIAS DE FUNCIONAMIENTO												VOLUMEN TOTAL 10 ³ m ³
		OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	
108	25,0	16.63	41.64	55.61	53.50	48.54	32.47	2.97	-	-	-	-	-	678.7
113	25,0	16.63	41.64	55.61	53.50	48.54	32.47	2.97	-	-	-	-	-	678.7
116	25,0	16.63	41.64	55.61	53.50	48.54	32.47	2.97	-	-	-	-	-	678.7
118	25,0	16.63	41.64	55.61	53.50	48.54	32.47	2.97	-	-	-	-	-	678.7
120	25,0	16.63	41.64	55.61	53.50	48.54	32.47	2.97	-	-	-	-	-	678.7
123	25,0	16.63	41.64	55.61	53.50	48.54	32.47	2.97	-	-	-	-	-	678.7
129	25,0	16.63	41.64	55.61	53.50	48.54	32.47	2.97	-	-	-	-	-	678.7
133	25,0	16.63	41.64	55.61	53.50	48.54	32.47	2.97	-	-	-	-	-	678.7
134	25,0	16.63	41.64	55.61	53.50	48.54	32.47	2.97	-	-	-	-	-	678.7
135	25,0	16.63	41.64	55.61	53.50	48.54	32.47	2.97	-	-	-	-	-	678.7
136	25,0	16.63	41.64	55.61	53.50	48.54	32.47	2.97	-	-	-	-	-	678.7
137	25,0	16.63	41.64	55.61	53.50	48.54	32.47	2.97	-	-	-	-	-	678.7
143	25,0	16.63	41.64	55.61	53.50	48.54	32.47	2.97	-	-	-	-	-	678.6
148	25,0	16.63	41.64	55.61	53.50	48.54	32.47	2.97	-	-	-	-	-	678.7
149	25,0	16.63	41.64	55.61	53.50	48.54	32.47	2.97	-	-	-	-	-	678.7
150	25,0	16.63	41.64	55.61	53.50	48.54	32.47	2.97	-	-	-	-	-	678.7
42	1,0	11.73	29.38	39.24	37.75	34.25	22.91	2.10	-	-	-	-	-	19.2
56	20,0	11.73	29.38	39.24	37.75	34.25	22.91	2.10	-	-	-	-	-	383.1
65	3,0	11.73	29.38	39.24	37.75	34.25	22.91	2.10	-	-	-	-	-	57.5
74	25,0	11.73	29.38	39.24	37.75	34.25	22.91	2.10	-	-	-	-	-	478.9
44	7,0	11.73	29.38	39.24	37.75	34.25	22.91	2.10	-	-	-	-	-	134.1
8	28,0	26.82	67.17	89.70	86.29	78.28	52.36	4.80	-	-	-	-	-	1226.0
45	28,0	26.82	67.17	89.70	86.29	78.28	52.36	4.80	-	-	-	-	-	1226.0
46	28,0	26.82	67.17	89.70	86.29	78.28	52.36	4.80	-	-	-	-	-	1226.0
51	28,0	26.82	67.17	89.70	86.29	78.28	52.36	4.80	-	-	-	-	-	1226.0
57	28,0	26.82	67.17	89.70	86.29	78.28	52.36	4.80	-	-	-	-	-	1226.0

CUADRO A.2.1.5

DEPRESION MAXIMA DEL NIVEL ESTATICO

SECTOR EL MOLLE - LA SERENA

NUDO	AÑO 1969-70		AÑO 1970-71		AÑO 1971-72	
	MES	Dep Máx (m)	MES	Dep Máx (m)	MES	Dep Máx (m)
50	FEB	0.28	FEB	0.31	FEB	0.33
152	ENE	0.41	ENE	0.52	ENE	0.60
182	DIC	0.93	DIC	3.16	DIC	3.38
193	DIC	0.44	DIC	2.56	DIC	2.76
194	DIC	0.76	DIC	2.69	DIC	2.92
195	DIC	0.12	DIC	2.92	DIC	2.17
196	DIC	0.31	DIC	2.11	DIC	2.37
197	DIC	0.78	DIC	2.42	DIC	2.62
207	DIC	0.76	DIC	2.65	DIC	3.00
256	FEB	0.00	FEB	0.01	FEB	0.01
283	FEB	0.01	FEB	0.01	ENE	0.01
30	ENE	0.82	ENE	0.93	ENE	0.98
31	ENE	0.75	ENE	0.85	ENE	0.90
32	ENE	0.62	ENE	0.70	ENE	0.74
11	ENE	0.55	ENE	0.63	ENE	0.67
12	ENE	0.31	ENE	0.35	ENE	0.37
13	ENE	0.30	ENE	0.34	ENE	0.37
15	ENE	0.34	ENE	0.37	ENE	0.40
23	ENE	0.33	ENE	0.39	ENE	0.44
29	ENE	0.38	ENE	0.46	ENE	0.51
38	ENE	0.66	ENE	0.76	ENE	0.81
39	ENE	0.71	ENE	0.80	ENE	0.85
40	ENE	0.62	ENE	0.70	ENE	0.74
81	OCT	0.23	OCT	0.21	OCT	0.25
155	ENE	1.65	ENE	1.82	ENE	1.94
165	DIC	0.80	DIC	0.89	DIC	0.93
110	OCT	0.02	OCT	0.00	OCT	0.06
129	DIC	0.00	ENE	0.00	ENE	0.00
132	DIC	0.00	DIC	0.00	DIC	0.00
134	OCT	0.00	OCT	0.00	OCT	0.00
135	OCT	0.04	DIC	0.03	OCT	0.12
136	OCT	0.12	OCT	0.08	OCT	0.16
138	DIC	0.00	DIC	0.00	DIC	0.00
139	OCT	0.00	SEP	0.00	OCT	0.00
140	ENE	0.00	SEP	0.00	ENE	0.00

CUADRO A.2.1.5 (Continuación)

DEPRESION MAXIMA DEL NIVEL ESTATICO

SECTOR EL MOLLE - LA SERENA

NUDO	AÑO 1969-70		AÑO 1970-71		AÑO 1971-72	
	MES	Dep Máx (m)	MES	Dep Máx (m)	MES	Dep Máx (m)
149	FEB	0.75	FEB	0.86	FEB	0.95
150	FEB	1.74	FEB	1.93	FEB	2.06
151	DIC	0.50	ENE	0.61	ENE	0.68
154	ENE	2.15	ENE	2.44	ENE	2.58
156	ENE	0.40	ENE	0.45	DIC	0.49
171	DIC	1.36	DIC	3.77	DIC	3.91
172	DIC	1.80	DIC	3.16	DIC	3.26
179	DIC	0.54	DIC	2.65	DIC	2.96
180	DIC	0.53	DIC	2.78	DIC	2.96
181	DIC	0.78	DIC	3.02	DIC	3.24
184	DIC	0.97	DIC	2.96	DIC	3.12
192	DIC	0.45	ENE	2.22	ENE	2.56
199	DIC	1.20	DIC	3.79	DIC	3.88
201	DIC	1.31	DIC	4.15	DIC	4.34
206	ENE	1.59	ENE	4.57	ENE	4.95
210	DIC	0.51	DIC	3.62	DIC	3.85
211	DIC	0.64	DIC	3.53	DIC	3.70
212	DIC	1.30	DIC	4.58	DIC	4.83
214	DIC	0.82	DIC	3.82	DIC	4.12
218	FEB	1.15	FEB	4.67	FEB	4.98
221	DIC	1.59	DIC	4.23	DIC	4.34
223	DIC	1.60	ENE	2.91	DIC	3.06
232	DIC	1.10	ENE	1.25	ENE	1.32
284	FEB	0.00	MAR	0.00	FEB	0.01
244	FEB	0.04	FEB	0.07	FEB	0.08
245	OCT	0.00	SEP	0.00	OCT	0.00
246	FEB	0.09	FEB	0.10	FEB	0.11
249	FEB	0.16	FEB	0.19	FEB	0.20
253	OCT	0.00	ENE	0.00	OCT	0.02
257	FEB	0.00	FEB	0.01	FEB	0.01
259	OCT	0.00	OCT	0.00	OCT	0.00
265	OCT	0.00	OCT	0.00	OCT	0.00
266	OCT	0.00	OCT	0.00	OCT	0.00
267	OCT	0.00	OCT	0.00	OCT	0.00

CUADRO A.2.1.5 (Continuación)

DEPRESION MAXIMA DEL NIVEL ESTATICO

SECTOR EL MOLLE - LA SERENA

NUDO	AÑO 1969-70		AÑO 1970-71		AÑO 1971-72	
	MES	Dep Máx (m)	MES	Dep Máx (m)	MES	Dep Máx (m)
274	OCT	0.00	OCT	0.00	OCT	0.00
275	OCT	0.00	OCT	0.00	OCT	0.00
279	OCT	0.00	OCT	0.00	OCT	0.00
280	OCT	0.00	OCT	0.00	OCT	0.00
282	FEB	0.00	OCT	0.00	FEB	0.00
300	DIC	0.70	NOV	0.69	DIC	0.83
301	NOV	0.65	NOV	0.68	DIC	0.77
306	DIC	0.53	NOV	0.55	DIC	0.64
314	FEB	1.33	MAR	1.35	FEB	1.58
316	ENE	2.14	ENE	2.17	ENE	2.53
294	NOV	0.25	ENE	0.22	DIC	0.30
298	DIC	0.51	ENE	0.50	ENE	0.60
302	NOV	0.21	NOV	0.23	OCT	0.23
307	DIC	0.81	ENE	0.80	DIC	0.96
310	DIC	0.92	ENE	0.93	DIC	1.08
317	ENE	1.96	ENE	2.03	ENE	2.33
318	DIC	1.43	ENE	2.51	ENE	2.87
330	ENE	1.12	ENE	1.17	ENE	1.33
332	NOV	1.36	NOV	2.63	OCT	3.01
359	DIC	1.85	DIC	2.16	DIC	2.21
337	ENE	1.19	ENE	1.33	ENE	1.42
354	DIC	1.62	DIC	3.02	DIC	3.11
357	DIC	1.67	DIC	1.95	DIC	2.00
360	DIC	1.40	DIC	1.63	DIC	1.68
361	DIC	0.79	DIC	0.92	DIC	0.95

CUADRO A.2.1.6

DEPRESION MAXIMA DEL NIVEL ESTATICO

SECTOR PAN DE AZUCAR

NUDO	AÑO 1969-70		AÑO 1970-71		AÑO 1971-72	
	MES	Dep Máx (m)	MES	Dep Máx (m)	MES	Dep Máx (m)
122	ENE	9.935	ENE	10.819	ENE	11.994
128	NOV	2.574	NOV	2.855	NOV	3.334
138	DIC	7.895	DIC	8.470	DIC	9.508
139	DIC	6.690	DIC	7.194	DIC	8.108
11	ENE	2.655	ENE	2.864	ENE	3.205
12	DIC	3.081	ENE	3.352	DIC	3.719
13	ENE	2.957	ENE	3.183	ENE	3.568
82	ENE	5.409	ENE	5.896	ENE	6.648
84	ENE	5.898	ENE	6.432	ENE	7.252
98	ENE	4.988	FEB	5.535	ENE	6.517
109	ENE	9.248	ENE	10.062	ENE	11.336
115	ENE	10.361	ENE	11.254	ENE	12.632
117	ENE	10.467	ENE	11.375	ENE	12.740
119	DIC	11.837	ENE	12.756	DIC	14.264
121	ENE	11.350	ENE	12.319	ENE	13.713
131	ENE	4.288	ENE	4.767	ENE	5.732
132	ENE	9.042	ENE	9.870	ENE	11.145
142	FEB	1.604	FEB	1.673	ENE	1.715
100	ENE	7.507	ENE	8.191	ENE	9.314
101	ENE	8.459	ENE	9.220	ENE	10.382
102	ENE	7.466	ENE	8.150	ENE	9.146
108	ENE	9.705	ENE	10.567	ENE	11.775
113	OCT	6.114	OCT	6.433	OCT	6.934
116	ENE	9.161	ENE	9.972	ENE	11.187
118	ENE	11.144	ENE	12.109	ENE	13.512
120	ENE	10.836	ENE	11.771	ENE	13.099
123	ENE	10.288	ENE	11.190	ENE	12.420
129	DIC	7.575	DIC	7.786	DIC	9.307
133	DIC	10.657	ENE	11.427	DIC	12.920
134	DIC	11.038	DIC	11.759	DIC	13.187
135	DIC	10.366	ENE	11.124	DIC	12.430
136	DIC	11.622	ENE	12.376	DIC	13.623
137	DIC	9.329	DIC	9.991	DIC	11.233
143	DIC	6.386	ENE	6.890	DIC	7.662
148	DIC	3.550	DIC	3.807	DIC	4.256
149	DIC	6.219	DIC	6.664	DIC	7.506

CUADRO A.2.1.6 (Continuación)

DEPRESION MAXIMA DEL NIVEL ESTATICO

SECTOR PAN DE AZUCAR

NUDO	AÑO 1969-70		AÑO 1970-71		AÑO 1971-72	
	MES	Dep Máx (m)	MES	Dep Máx (m)	MES	Dep Máx (m)
150	SEP	0.000	SEP	0.000	SEP	0.000
42	FEB	4.283	FEB	4.663	ENE	5.192
56	FEB	3.432	FEB	3.738	ENE	4.187
65	FEB	2.180	FEB	2.351	FEB	2.691
74	FEB	2.325	FEB	2.508	FEB	2.860
44	FEB	4.194	FEB	4.551	FEB	5.060
54	ENE	3.784	FEB	4.122	ENE	4.617
63	FEB	3.093	FEB	3.367	ENE	3.775
64	FEB	2.856	FEB	3.112	ENE	3.498
66	FEB	2.199	FEB	2.373	FEB	2.715
68	FEB	3.185	FEB	3.466	ENE	3.879
69	FEB	2.191	FEB	2.372	FEB	2.688
79	FEB	2.212	FEB	2.393	FEB	2.717
80	FEB	2.353	FEB	2.546	FEB	2.894
83	FEB	0.647	FEB	0.702	FEB	0.789
89	FEB	0.719	FEB	0.774	FEB	0.875
90	SEP	0.000	SEP	0.000	SEP	0.000
14	DIC	3.341	DIC	3.609	DIC	4.041
15	DIC	3.611	ENE	3.922	DIC	4.373
16	ENE	3.983	ENE	4.329	ENE	4.819
17	ENE	3.776	ENE	4.078	ENE	4.572
18	ENE	3.141	ENE	3.400	ENE	3.802
19	FEB	3.456	FEB	3.730	FEB	4.170
21	ENE	2.230	FEB	2.410	ENE	2.702
9	DIC	2.203	ENE	2.373	DIC	2.664
20	ENE	4.538	ENE	4.899	ENE	5.499
23	FEB	4.341	FEB	4.719	ENE	5.248
32	ENE	3.961	ENE	4.278	ENE	4.794
33	ENE	3.915	ENE	4.266	ENE	4.744
38	ENE	4.235	FEB	4.606	ENE	5.138
10	ENE	2.631	ENE	2.862	ENE	3.177
25	DIC	3.465	ENE	3.757	DIC	4.202
27	MAR	2.607	MAR	2.802	MAR	3.175
29	FEB	3.743	FEB	4.072	ENE	4.525
30	FEB	3.339	FEB	3.621	FEB	4.018
31	OCT	6.510	OCT	7.003	OCT	3.398
49	DIC	6.223	ENE	6.855	DIC	7.671
50	ENE	5.033	ENE	5.473	ENE	6.173
8	ENE	1.543	ENE	1.673	ENE	1.867
45	FEB	4.096	FEB	4.436	FEB	4.959
46	MAR	3.096	MAR	3.326	MAR	3.795
51	FEB	4.227	FEB	4.604	FEB	5.132
57	FEB	3.727	FEB	4.058	FEB	4.565

ANEXO X.A.2.2 MANUAL DE USO MODELO HIDROGEOLOGICO

ENTRADA DE DATOS

Secuencia y significado de los datos de entrada. Procedimiento para tener acceso a las diferentes alternativas del programa computacional.

A.1 SECUENCIA DE LOS DATOS DE ENTRADA

Los datos de entrada para los modelos deben ser incluidos en dos archivos. Uno de ellos (que se ha designado como DATOS 1) contiene toda la información requerida por el modelo, excepto la relacionada con la geometría de la malla utilizada. Esta última información se incluye en el otro archivo (DATOS 2).

i) ARCHIVO DATOS 1

Nº ORDEN	NOMBRE DE LAS VARIABLES	FORMATO
1	TITULO(I), I = 1, 15	15A4
2	NEL, NUD, MBAN, NBOR, NP, NERD, NVAR	17I4
3	IAU, NIT, IBC, DELTAT	3I4, F10.0
4	ALMAC(I), I = 1, NEL	7F10.0
5	TRAN(I), I = 1, NEL	7F10.0
6(1)	LB(I), (PSI(I,J), J = 1, NIT)	7(I4, F6.0)
7(2)	IEL, LLL, (LADOS(IEL,K), TRD(IEL,K), K=1, LLL)	2I4, 4(I4, F10.0)
8	NCB(I), QW(NCB(I), I = 1, NP	7(I4, F6.0)
9	TB(NCB(I)), I = 1, NP	10F7.0

(1) Los datos de cada nudo van en líneas diferentes, leyéndose en total NBOR líneas.

(2) Los datos de cada elemento van en líneas diferentes. Por lo tanto aquí se leen NERD líneas.

ii) ARCHIVO DATOS 2

Nº ORDEN	NOMBRE DE LAS VARIABLES	FORMATO
1(3)	N, (INC(I,J), J = 1,N), (LL(I,J), J = 1,4)	17I4
2	MULXY	17I4
3	(X(I), Y(I), I = 1, NUD)	8(2X, F8.0)

A.2 SIGNIFICADO DE LAS VARIABLES

i) ARCHIVO DATOS 1

1. El arreglo TITULO permite imprimir un literal de 60 caracteres para identificar a qué simulación corresponden el listado.
2. Se incluyen 7 variables enteras, entre las que se encuentran algunas optativas según el tipo de problema a resolver. Su significado es el siguiente :

NEL : número de elementos de la malla
 NUD : número de nudos de la malla
 MBAN : ancho de banda de la malla de elementos
 NBOR : número de nudos en que se conoce el potencial hidráulico
 NP : número de nudos con entradas o salidas puntuales que pueden variar en el tiempo
 NERD : número de elementos con entradas o salidas a lo largo de sus lados
 NVAR : considera el caso en que las condiciones de borden varían en el tiempo. Si es así, NVAR=1; si no, NVAR=0

3. Se incluyen 3 variables enteras y una real que corresponden a :

IAU : índice que señala si se desea simular la situación en régi -
 men permamente (IAU=0) o en régimen impermamente (IAU=1)
 NIT : nº de tiempos en que se evalúa el potencial
 IBC : índice que señala si el bombeo desde los pozos será conside-
 rado durante cada período (IBC=1) o cada 2 períodos (IBC=0)
 DELTAT: intervalo de tiempo entre evaluaciones sucesivas.

(3) Idem a (1) pero se leen NERD líneas.

4. En ALMAC (I) se incluye los valores del coeficiente de almacenamiento asignados a cada elemento de la malla.
5. En TRAN(I) se incluye los valores del coeficiente de transmisibilidad de cada elemento en ($\text{m}^2/\text{día}$).
6. En el arreglo LB(I) se incluye el número de los nudos condición de borde en que el potencial hidráulico es conocido.

En el arreglo PSI(I) se incluye los valores conocidos del potencial hidráulico de los NBOR nudos condición de borde.

Ejemplo : Si los nudos de la malla en que el potencial es conocido son 5, 8, 2 y 14, y en dichos nudos en potencial tiene valores de 10.0, 15.2, 13.0 y 18.0 respectivamente, entonces :

LB(1) = 5	PSI(1) = 10.	LB(2) = 8	PSI(2) = 15.2
LB(3) = 2	PSI(3) = 13.0	LB(4) = 14	PSI(4) = 18.0

7. Se incluye la información relativa a los elementos en que hay infil - tración por unidad de longitud.
 - IEL : corresponde a unos de los NERD elementos en que hay dichas en tradas o salidas
 - LLL : número de lados del elemento IEL en que hay infiltraciones (puede variar entre 1 y 4)
 - LADOS: lados del elemento en que hay infiltraciones. Esta informa - ción debe ser coherente con la proporcionada en los arreglos INC y LL
 - TRD : valor de la infiltración en cada lado en $\text{m}^3/\text{s}/\text{m}$ y amplificada por 10^6 (si el valor es positivo se asume entrada al acuífe - ro)
8. Se incluye la información relativa a los nudos en que hay entradas o salidas puntuales.
 - NCB(I) : arreglo que incluye los nudos en que hay bombeo
 - QW(I) : valor del bombeo (si el valor es positivo se asume salida) para cada nudo incluido en NCB(I). Se incluye en (m^3/s).

9. En el arreglo TB(I) se incluyen las horas de bombeo de cada uno de los pozos indicados en el punto 8.

ii) ARCHIVO DATOS 2

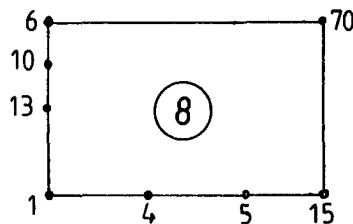
1. Este grupo de datos se refiere a la estructura geométrica de la malla de elementos definida.

N : corresponde al número de nudos del elemento considerado (cada una de las NEL líneas corresponde a un elemento).

En el arreglo INC(I,J) se representa el número de cada uno de los nudos en la malla de elementos, desde el vértice superior izquierdo y en dirección contraria a la del movimiento de los punteros del reloj.

Ejemplo : Elemento 8 formado por 8 nudos

$INC(8,1) = 6$
 $INC(8,2) = 10$
 $INC(8,3) = 13$
 $INC(8,4) = 1$
 $INC(8,5) = 4$
 $INC(8,6) = 5$
 $INC(8,7) = 15$
 $INC(8,8) = 70$

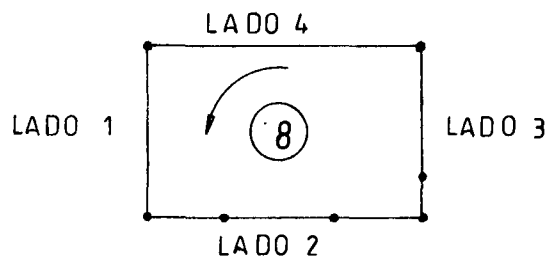


En el arreglo LL(I,J) se representa el orden de cada lado. El subíndice I identifica el número del elemento; el subíndice J identifica el lado del elemento variando de 1 a 4 desde el vértice superior izquierdo en dirección contraria al movimiento de los punteros del reloj.

$LL(I,J) = 1$ lado lineal
 $LL(I,J) = 2$ lado cuadrático
 $LL(I,J) = 3$ lado cúbico

Ejemplo : Elemento 8

$LL(8,1) = 1$
 $LL(8,2) = 3$
 $LL(8,3) = 2$
 $LL(8,4) = 1$



2. MULXY : variable entera que representa un factor que se aplicará a los valores de las coordenadas leídas. Por ejemplo, si $MULXY = 10$ y se lee $X(1) = 14.4$, significa que $X(1) = 144.0$.
3. En este sub-archivo se incluyen los valores de las coordenadas de cada uno de los nudos de la malla, con la salvedad indicada en el punto anterior.

ANEXO X.A.2.3

PROGRAMAS COMPUTACIONALES.

```

DIMENSION INC(171,12), NNE(171), X(366), Y(366), TRAN(171), L(4),
*LL(171,4), M(12), O(366), JM(366), HH(366,30), PP(366,30), FF(366),
*H(12,12), F(12), Z(12,12), C(366), A2(366), A1(366,30), B2(366,30),
*LRKD(171), TRD(171,4), LB(45), PSI(45,20), ALMAC(171), TB(366),
*NCB(100), LADOS(171,4), LHDIE(4), QLA(4), TITULO(15)

```

MOD00010

MOD00020

MOD00030

MOD00040

MOD00050

MOD00060

MOD00070

MOD00080

MOD00090

MOD00100

MOD00110

MOD00120

MOD00130

MOD00140

MOD00150

MOD00160

MOD00170

MOD00180

MOD00190

MOD00200

MOD00210

MOD00220

MOD00230

MOD00240

MOD00250

MOD00260

MOD00270

MOD00280

MOD00290

MOD00300

MOD00310

MOD00320

MOD00330

MOD00340

MOD00350

MOD00360

MOD00370

MOD00380

MOD00390

MOD00400

MOD00410

MOD00420

MOD00430

MOD00440

MOD00450

C FORMATS DE LECTURA

```

1101 FORMAT(17I4)
1106 FORMAT(7F10.0)
1104 FORMAT(8(2X,F8.0))
1105 FORMAT(7(14,F6.0))
1103 FORMAT(2I4,4(14,F10.0))
1305 FORMAT(10F7.0)
1107 FORMAT(3I4,F10.0)
1109 FORMAT(15,6F10.0/ 7F10.0)
2099 FORMAT(15A4)

```

C FORMATS DE IMPRESION

```

7811 FORMAT('1',10X,15A4//)
2100 FORMAT(' ELEMENTOS DE LA MALLA',I5// ' NUDOS DE LA MALLA',I5//
*' ANCHO DE BANDA',I5// ' NUDOS CONDICION DE BORDE',I5//)
7801 FORMAT(' NUMERO DE TIEMPOS EN QUE SE EVALUA EL POTENCIAL',I5//
*' INTERVALO DE TIEMPO ENTRE EVALUACIONES SUCCESIVAS',F10.0//)
7802 FORMAT(' NUMERO DE POZOS:',I5//)
7803 FORMAT(' NUMERO DE ELEMENTOS CON RECARGA O DESCARGA LONGITUDINAL:',
* I5//)
2101 FORMAT(' ELEMENTO TRANSMIS. COEF. DE ALMAC. NUM. ORDEN DE LOS LA
* NUDOS DEL ELEMENTO',I11X,' (M2/S)',I9X,' NUDOS')
2102 FORMAT(' ',I3,2(4X,E9.3),I9,4(1X,I4),2X,I2(I4,2X))
7805 FORMAT('/ ELEMENTO',I10X,' LADOS CON INFILTRACION',I10X,' LADO',2X,
*' INFILTRACION')
2104 FORMAT(3X,I5,19X,I5,17X,I5,4X,F10.7/(49X,I5,4X,F10.7))
7806 FORMAT('1',30X,' COORDENADAS',I11X,' (M)',I3(10X,' NUDO',
* 8X,' (M)',5X,' (M)',I1))
7807 FORMAT(3(11X,I5,2(3X,F7.1)))
2203 FORMAT('1 ITERACION NUMERO',I13,8X,' TIEMPO=',F7.1,' DIAS//)
7809 FORMAT('1',I10X,' NUDO',I10X,' CAUDAL (M3/S)',I10X,' BOMBEO DIARIO (M3)',
* //)
2103 FORMAT(' ',I10X,I4,15X,F8.5,16X,F7.2)
2204 FORMAT('/ VOLUMEN TOTAL EXTRAIDO POR BOMBEO EN EL MES:',E14.7,' M3',
* //)
2106 FORMAT('/ CONDICIONES DE BORDE',I10X,' NUDO:',4X,' POTENCIAL EN CADA TIEMPO',
* //)

```

```

2105 FORMAT(' ',14,5X,13F7.1)
2003 FORMAT(' ',5(8X,'NUDO',2X,'POTENCIAL'))/
2005 FORMAT(5(8X,14,4X,F7.3)/)
2010 FORMAT('1 SITUACION PERMANENTE')/
C MODELO QUE SIMULA EL COMPORTAMIENTO DE UN SISTEMA DE AGUAS SUBTERRANEA
C
  READ(5,2099) (TITULO(I), I=1,15)
  WRITE(6,7811) (TITULO(I), I=1,15)
  READ(5,1101) NEL, NUD, MBAN, NBOB, NP, NERD, NVAR
  WRITE(6,2100) NEL, NUD, MBAN, NBOB
  READ(5,1107) IAU, NIT, IBC, DELTAT
  IAU=0 INDICA QUE CALCULARA EN REGIMEN PERMANENTE. IAU=1 INDICA
  QUE CALCULARA INMEDIATAMENTE EN REGIMEN IMPERMANENTE
  IBC=1 INDICA QUE CALCULARA CONSIDERANDO BOMBEO CONTINUADO EN TODAS
  ITERACIONES
  IF (NIT.NE.0) WRITE(6,7801) NIT, DELTAT
  IF (NP.NE.0) WRITE(6,7802) NP
  IF (NERD.NE.0) WRITE(6,7803) NERD
  WRITE(6,2101)
  DO 7654 I=1, NEL
    READ(4,1101) N, (INC(I,J), J=1, N), (LL(I,J), J=1, 4)
7654  NNZ(I)=N
    READ(5,1106) (ALMAC(I), I=1, NEL)
    READ(5,1106) (TRAN(I), I=1, NEL)
C LA TRANSMISIBILIDAD SE LEE EN M2/DIA
C
  DO 500 I=1, NEL
    TRAN(I) = TRAN(I) / 86400
    N=NNZ(I)
500  WRITE(6,2102) I, TRAN(I), ALMAC(I), N, (LL(I,J), J=1, 4), (INC(I,J), J=1, N)
    READ(4,1101) MULXY
    READ(4,1104) (X(I), Y(I), I=1, NUD)
    DO 600 JI=1, NUD
      X(JI)=X(JI)*MULXY
      Y(JI)=Y(JI)*MULXY
600
C LEE CONDICIONES DE BORDE E INFILTRACION O DESCARGA POR LADO DE DRENAGE
  ILEE=2
  IF (NVAR.EQ.1) ILEE=NIT+1
  DO 502 I=1, NBOB
    READ(5,1109) LB(I), (PSI(1,J), J=2, ILEE)
502  PSI(1,1)=PSI(1,2)
    WRITE(6,2106)
    ILE1=ILEE
    IF (ILEE.EQ.2) ILE1=1

```

```

      DO 14 J=1,NBOR
14  WRITE(6,2105) LB(J), (PSI(J,K),K=1,ILE1)
C INICIALIZA MATRICES CON CERO
      DO 503 I=1,NEL
      LQKD(I)=0
      DO 503 J=1,4
      LADOS(I,J)=0
503  TRD(I,J)=0
      DO 10 I=1,NUD
      Q(I)=0
      QW(I)=0
      TB(I)=0
      DO 10 J=1,MBAN
      RH(I,J)=0
      PP(I,J)=0
      DO 7010 I=1,NP
7010  NCB(I)=0
      TIEMPO=0
      IDT=1
      IF(NLRD.EQ.0) GOTO 7003
      WRITE(6,7805)
      DO 504 J=1,NLRD
      READ(5,1103) I,LLL, (LADOS(I,K),TRD(I,K),K=1,LLL)
      DO 510 K=1,LLL
      IF(I.LL.07) RRRR=1.
      IF(I.GE.08.AND.I.LE.81) RRRR=1.
      IF(I.GE.82.AND.I.LE.98) RRRR=1.
      IF(I.GE.99) RRRR=1.
C      TRD(I,K)=TRD(I,K)*0.
      TRD(I,K)=TRD(I,K)*0.000001*RRRR
510  CONTINUE
      LQKD(1)=LLL
504  WRITE(6,2104) I,LLL, (LADOS(I,K),TRD(I,K),K=1,LLL)
7003  IF(NP.EQ.0) GOTO 7005
7005  READ(5,1105) (NCB(I),QW(NCB(I)),I=1,NP)
7005  WRITE(6,7806)
      WRITE(6,7807) (I,X(I),Y(I),I=1,NUD)
C INCREMENTOS DE TIEMPO
      NITLH=1
9999  DO 1 IILH=1,NITER
      IF(ITER.EQ.1) WRITE(6,2010)
      IF(IAU.EQ.0) GO TO 4000
      IF(IAU.EQ.1.AND.ITER.EQ.1) GOTO 4
      TIEMPO=TIEMPO+DELTAT
      DIAS=TIEMPO/86400

```

```

MOD00910
MOD00920
MOD00930
MOD00940
MOD00950
MOD00960
MOD00970
MOD00980
MOD00990
MOD01000
MOD01010
MOD01020
MOD01030
MOD01040
MOD01050
MOD01060
MOD01070
MOD01080
MOD01090
MOD01100
MOD01110
MOD01120
MOD01130
MOD01140
MOD01150
MOD01160
MOD01170
MOD01180
MOD01190
MOD01200
MOD01210
MOD01220
MOD01230
MOD01240
MOD01250
MOD01260
MOD01270
MOD01280
MOD01290
MOD01300
MOD01310
MOD01320
MOD01330
MOD01340
MOD01350

```

```

      WRITE(6,2203) ITER,DIAS
      WRITE(7,2203) ITER,DIAS
4000  IDT=IDT+1
      VOL=0.
      IF (IDT.EQ.1) GO TO 40
      IDT=0
      IF (IBC.EQ.1) IDT=1
      IF (NP.EQ.0) GOTO 7006
      READ(5,1300) (TB(NCB(I)),I=1,NP)
      WRITE(6,7800)
      DO 501 I=1,NP
      IF (QW(NCB(I)).LT.0.) GOTO 501
      VOL=VOL+QW(NCB(I))*TB(NCB(I))*108000
501  WRITE(6,2103) NCB(I),QW(NCB(I)),TB(NCB(I))
7006  WRITE(6,2204) VOL
      GO TO 4
      DO 705 I=1,NP
      TB(NCB(I))=0
705  CONTINUE
      DO 6 I=1,NPD
      Q(I)=QW(I)*TB(I)/24.
      A2(I)=0
      FF(I)=0
      6  CALCULA INCIDENCIA DE CADA ELEMENTO EN LAS MATRICES
      DO 127 IE=1,NEL
      N=NNE(IE)
      DO 3 I=1,4
      LRDIE(I)=LADOS(IE,I)
      QLA(I)=TRD(IE,I)
      3  L(I)=LL(IE,I)
      DO 13 I=1,N
      13  M(I)=INC(IE,I)
      CALL FHPF(M,LQRD(IE),X,Y,Q,N,F,P,H,QLA,TRAN(IE),L,ALMAC(IE)
      1,LRDIE,ITER)
      C  CALCULA MATRICES GENERALES DE COEFICIENTES
      DO 127 I=1,N
      II=I(I)
      FF(II)=FF(II)+F(I)
      DO 12 J=1,N
      JJ= M(J)-II+1
      IF (JJ) 12,12,15
      15  HH(II,JJ)= HH(II,JJ)+ H(I,J)
      PP(II,JJ)= PP(II,JJ)+ P(I,J)
      12  CONTINUE
      127 CONTINUE

```

```

MOD01360
MOD01370
MOD01380
MOD01390
MOD01400
MOD01410
MOD01420
MOD01430
MOD01440
MOD01450
MOD01460
MOD01470
MOD01480
MOD01490
MOD01500
MOD01510
MOD01520
MOD01530
MOD01540
MOD01550
MOD01560
MOD01570
MOD01580
MOD01590
MOD01600
MOD01610
MOD01620
MOD01630
MOD01640
MOD01650
MOD01660
MOD01670
MOD01680
MOD01690
MOD01700
MOD01710
MOD01720
MOD01730
MOD01740
MOD01750
MOD01760
MOD01770
MOD01780
MOD01790
MOD01800

```



```

DO 7001 IE=1,NUD
7001 FF(IE)= FF(IE) + Q(IE)
C CALCULA MATRICES DEL SISTEMA DE ECUACIONES
IF(ITER.NE.1)GO TO 23
C SUPONIENDO C CONSTANTE (DC/DT =0)
DO 22 II=1,NUD
DO 22 JJ=1,MBAN
22 A1(II,JJ)=HH(II,JJ)
IAU=1
GO TO 128
C RESUELVE UTILIZANDO DIFERENCIA HACIA ATRAS
23 DO 440 I=1,NUD
DO 440 J=1,MBAN
A1(I,J)=HH(I,J)+PP(I,J)/DELTAT
440 B2(I,J)= -PP(I,J)/DELTAT
C MULTIPLICA MATRIZ BANDEADA POR VECTOR C Y ENTREGA VECTOR A2
21 DO 90 I=1,NUD
DO 90 J=1,MBAN
IF(I+J-1.GT.NUD) GO TO 90
A2(I)=A2(I)+B2(I,J)*C(I+J-1)
IF(J.EQ.1) GO TO 90
A2(I+J-1)=A2(I+J-1)+B2(I,J)*C(I)
90 CONTINUE
128 DO 441 I=1,NUD
441 C(I)=A2(I)+FF(I)
C(I)=-C(I)
IBORD=ITER
IF(NVAR.EQ.0) IBORD=1
CALL BOUND(MBOR,NUD,MBAN,LB,PS1,A1,C,IBORD)
C RESUELVE SISTEMA DE ECUACIONES
CALL BANDA(NUD,MBAN,A1,C)
WRITE(6,2003)
C ***** CASO ESPECIAL EN QUE LEE C DE T=0
IF(ITER.EQ.1) READ(3,510) (C(I),I=1,NUD)
C510 FORMAT(10F8.0)
C ***** FIN DEL AGREGADO*****
WRITE(6,2222) (I,C(I),I=1,NUD)
2222 FORMAT(7('I',13,' ',F5.1))
1 WRITE(6,2005) (I,C(I),I=1,NUD)
STOP
END

```

```

MOD01810
MOD01820
MOD01830
MOD01840
MOD01850
MOD01860
MOD01870
MOD01880
MOD01890
MOD01900
MOD01910
MOD01920
MOD01930
MOD01940
MOD01950
MOD01960
MOD01970
MOD01980
MOD01990
MOD02000
MOD02010
MOD02020
MOD02030
MOD02040
MOD02050
MOD02060
MOD02070
MOD02080
MOD02090
MOD02100
MOD02110
MOD02120
MOD02130
MOD02140
MOD02150
MOD02160
MOD02170
MOD02180
MOD02190
MOD02200
MOD02210

```

```

C      SUBROUTINE FHPF(M,LINF,X,Y,Q,N,F,P,H,ORD,T,L,S,LADOS,ITER)
      CALCULA MATRICES DE INCIDENCIA DE CADA ELEMENTO
      DIMENSION M(12),X(366),Y(366),ICAS(12),EPI(12),ETI(12),L(4),
1      ICEP(12),ICET(12),W(12,4,4),R(4),B(4),A(2),V(12,4,4),DVEP(12),
1      DVET(12),DETJ(4,4),DVX(12),DVEY(12),P(12,12),H(12,12),
2      VVP(12),F(12),Q(366),LADOS(4),ORD(4)
      DATA R/-.8611363, -.3399810, .3399810, .8611363/,
1      8/.3478548, .6521452, .6521452, .3478548/
      DO 15 I=1,N
      F(1)=0.
      DO 15 J=1,M
      H(1,J)=0
      P(1,J)=0
15     CALCULA COORDENADAS EN SISTEMA LOCAL (EPI,ETI)
C     ASIGNA TIPO DE FUNCION BASICA A USAR EN CADA NUDO
      EPI(1)=1
      ETI(1)=-1
      K1=2
      DO 16 J=1,4
      LL=L(J)
      K2=K1+LL-1
      VAL=2./LL
      IF(J.GT.2) VAL=VAL
      JJ=J-1
      DO 17 K=K1,K2
      IF(K.EQ.K1) GO TO 115
      ICAS(K)=1
      GO TO (112,113,112,113),J
112     IF(JJ.EQ.0) JJ=4
      ICEP(K-1)=L(J)
      ICET(K-1)=L(JJ)
      GO TO 115
113     ICEP(K-1)=L(JJ)
      ICET(K-1)=L(J)
115     IF(K.EQ.K1+1) GO TO 16
      GO TO (21,222,21,222),J
      EPI(K)=EPI(K-1)+VAL
      ETI(K)=ETI(K-1)
      IF(K.EQ.K2) GO TO 17
      ICAS(K)=2*(LL-1)
      GO TO 17
222     EPI(K)=EPI(K-1)
      ETI(K)=ETI(K-1)+VAL
      IF(K.EQ.K2) GO TO 17
      ICAS(K)=2*LL-1
      FHP00010
      FHP00020
      FHP00030
      FHP00040
      FHP00050
      FHP00060
      FHP00070
      FHP00080
      FHP00090
      FHP00100
      FHP00110
      FHP00120
      FHP00130
      FHP00140
      FHP00150
      FHP00160
      FHP00170
      FHP00180
      FHP00190
      FHP00200
      FHP00210
      FHP00220
      FHP00230
      FHP00240
      FHP00250
      FHP00260
      FHP00270
      FHP00280
      FHP00290
      FHP00300
      FHP00310
      FHP00320
      FHP00330
      FHP00340
      FHP00350
      FHP00360
      FHP00370
      FHP00380
      FHP00390
      FHP00400
      FHP00410
      FHP00420
      FHP00430
      FHP00440
      FHP00450

```

```

17  CONTINUE
16  K1=K2+1
18  DO 1000 IG=1,4
    DO 1000 JG=1,4
      AJ1=J
      AJ2=0
      AJ3=0
      AJ4=0
      DO 100 I=1,N
        CALL VARS(R(IG),R(JG),ICAS(I),ICEP(I),ICET(I),EPI(I),ETI(I),
        *FV,FVPEP,FVPEV)
        V(1,IG,JG)=FV
        DVEP(1)=FVPEP
        DVET(1)=FVPEV
101  AJ1=AJ1+DVEP(1)*X(M(I))
      AJ2=AJ2+DVEP(1)*Y(M(I))
      AJ3=AJ3+DVET(1)*X(M(I))
      AJ4=AJ4+DVET(1)*Y(M(I))
100  CONTINUE
      DETJ(IG,JG)=AJ1*AJ4-AJ2*AJ3
      IF(DETJ(IG,JG).EQ.0) GO TO 999
      DO 899 I=1,N
        DVX(I)=(AJ4*DVEP(1)-AJ2*DVET(1))/DETJ(IG,JG)
        DVY(I)=(AJ3*DVEP(1)+AJ1*DVET(1))/DETJ(IG,JG)
899  DO 900 IK=1,N
        DO 900 JK=1,N
          P(IK,JK)=P(IK,JK)+B(IG)*B(JG)*S*V(IK,IG,JG)*V(JK,IG,JG)*DETJ(IG,JG)
          H(IK,JK)=H(IK,JK)+B(IG)*B(JG)*T*(DVX(IK)*DVX(JK)+DVY(IK)*DVY(JK))*DETJ(IG,JG)
900  CONTINUE
1000 CONTINUE
C    IF(LINF.EQ.0.OR.ITER.EQ.1)GOTO 1001
    CALCULA VECTOR F PARA RECARGA O DESCARGA POR LADOS
    DO 210 J=1,LINF
      LADO=LADOS(J)
      NLIM=1
      N2=LADO
      IF(N2.EQ.1) GOTO 7242
      N1=N2-1
      DO 7241 IQ=1,N1N
        NLIM=NLIM+L(IQ)
7241  NLIM=NLIM+L(N2)
7242  INTEGRA PARA LOS NUDOS DEL LADO
C    DO 7243 IQ=NLIM,LQ1

```

```

FHP00460
FHP00470
FHP00480
FHP00490
FHP00500
FHP00510
FHP00520
FHP00530
FHP00540
FHP00550
FHP00560
FHP00570
FHP00580
FHP00590
FHP00600
FHP00610
FHP00620
FHP00630
FHP00640
FHP00650
FHP00660
FHP00670
FHP00680
FHP00690
FHP00700
FHP00710
FHP00720
FHP00730
FHP00740
FHP00750
FHP00760
FHP00770
FHP00780
FHP00790
FHP00800
FHP00810
FHP00820
FHP00830
FHP00840
FHP00850
FHP00860
FHP00870
FHP00880
FHP00890
FHP00900

```

```

      IK= IQ
      IF( IK.GT.N) IK=1
      AB=0.
7220  GOTO (7230,7220,7230,7220), LADO
      DO 7250 I1= 1,4
      DXDE= 0.
      DYDE= 0.
      DO 7251 JB= NLIM,LQL
      JA= JB
      IF(JA.GT.N) JA=1
      IA= M(JA)
      * CALL VARS( EPI(JA),R(I1),ICAS(JA),ICEP(JA),ICET(JA),
      EPI(JA),ETI(JA),FV,FDVEP,FDVET)
      DXDE= DXDE+ FDVET* X(IA)
7251  DYDE= DYDE+ FDVET* Y(IA)
      * CALL VARS( EPI(IK),R(I1),ICAS(IK),ICEP(IK),ICET(IK),
      EPI(IK),ETI(IA),FV,FDVEP,FDVET)
7250  AB= AB+ B(I1)* FV* SQRT(DXDE**2+ DYDE**2)
      GOTO 7243
7230  DO 7255 I1= 1,4
      DXDP= 0.
      DYDP= 0.
      DO 7252 JB= NLIM, LQL
      IA= M(JB)
      * CALL VARS (R(I1),ETI(JB),ICAS(JB),ICEP(JB),ICET(JB),
      EPI(JB),ETI(JB),FV,FDVEP,FDVET)
      DXDP= DXDP+ FDVEP* X(IA)
7252  DYDP= DYDP+ FDVEP* Y(IA)
      * CALL VARS(R(I1),ETI(IK),ICAS(IK),ICEP(IK),ICET(IK),
      EPI(IK),ETI(IK),FV,FDVEP,FDVET)
7255  AB= AB+ B(I1)* FV* SQRT(DXDP**2+ DYDP**2)
7243  F(IK)= F(IK)+ AB* QRD(J)
210  CONTINUE
      GO TO 1001
999  WRITE(6,2005) IE,IG,JG
2005  FORMAT('1 PARA EL ELEMENTO',I3,2X,'DETJ=0 AL EVALUAR EN',2(2X,I3))
1001  RETURN
      END

```

```

FHPP00910
FHPP00920
FHPP00930
FHPP00940
FHPP00950
FHPP00960
FHPP00970
FHPP00980
FHPP00990
FHPP01000
FHPP01010
FHPP01020
FHPP01030
FHPP01040
FHPP01050
FHPP01060
FHPP01070
FHPP01080
FHPP01090
FHPP01100
FHPP01110
FHPP01120
FHPP01130
FHPP01140
FHPP01150
FHPP01160
FHPP01170
FHPP01180
FHPP01190
FHPP01200
FHPP01210
FHPP01220
FHPP01230
FHPP01240
FHPP01250
FHPP01260
FHPP01270
FHPP01280

```

C	SUBROUTINE BOUND(NBOR,NUD,MBAN,L,PSI,COEF,R,ITER)	BOU00010
	INCLUDE CONDICIONES DE BORDE CONOCIDAS	BOU00020
	DIMENSION L(45),PSI(45,20),COEF(366,30),R(366)	BOU00030
	DO 200 IB=1,NBOR	BOU00040
	J=L(10)	BOU00050
	FI=PSI(IB,ITER)	BOU00060
	DO 150 IN=1,NUD	BOU00070
	DO 106 K=1,NBOR	BOU00080
	IF(IN L(K))106,150,106	BOU00090
106	CONTINUE	BOU00100
	IF(IN J)110,150,130	BOU00110
110	II=IN	BOU00120
	JJ=J IB+1	BOU00130
	GO TO 140	BOU00140
130	II=J	BOU00150
	JJ=IN J+1	BOU00160
140	IF(JJ MBAN)145,145,150	BOU00170
145	R(IN)=R(IN)-COEF(II,JJ)*FI	BOU00180
150	CONTINUE	BOU00190
	COEF(J,1)=1.	BOU00200
	R(J)=FI	BOU00210
	DO 170 IN=2,MBAN	BOU00220
	COEF(J,IN)=0.	BOU00230
	NI=J IN+1	BOU00240
	IF(NI)170,170,160	BOU00250
160	COEF(NI,IN)=0.	BOU00260
170	CONTINUE	BOU00270
200	CONTINUE	BOU00280
	RETURN	BOU00290
	END	BOU00300

```
      SUBROUTINE BANDA(NGRADO,MBANDA,COEF,PM)
C  RESUELVE SISTEMA GENERAL DE ECUACIONES
      DIMENSION COEF(366,30),PM(366),RIG(366,30)
      DO 230 I=1,NGRADO
      DO 230 J=1,MBANDA
1000  230 RIG(I,J)=COEF(I,J)
      DO 280 N=1, NGRADO
      DO 260 L=2,MBANDA
      C=RIG(N,L)/RIG(N,1)
      I=N+L-1
      IF(NGRADO-I)260,240,240
240   J=J
      DO 250 K=L,MBANDA
      J=J+1
250   RIG(I,J)=RIG(I,J)-C*RIG(N,K)
260   RIG(N,L)=C
280   CONTINUE
2000  DO 290 N=1,NGRADO
      DO 285 L=2,MBANDA
      I=N+L-1
      IF( NGRADO-I)290,285,285
285   PM(I)=PM(I)-RIG(N,L)*PM(N)
290   PM(N)=PM(N)/RIG(N,1)
      N=NGRADO
300   N=N-1
      IF(N)350,500,350
350   DO 400 K=2,MBANDA
      L=N+K-1
      IF(NGRADO-L)400,370,370
370   PM(N)=PM(N)-RIG(N,K)*PM(L)
400   CONTINUE
      GO TO 300
500   RETURN
      END
```

```
BAN00010
BAN00020
BAN00030
BAN00040
BAN00050
BAN00060
BAN00070
BAN00080
BAN00090
BAN00100
BAN00110
BAN00120
BAN00130
BAN00140
BAN00150
BAN00160
BAN00170
BAN00180
BAN00190
BAN00200
BAN00210
BAN00220
BAN00230
BAN00240
BAN00250
BAN00260
BAN00270
BAN00280
BAN00290
BAN00300
BAN00310
BAN00320
BAN00330
BAN00340
```

```

SUBROUTINE VARS(VAR1,VAR2,ICASO,ICLPS,ICETA,PSI,ETA,FV,
*FDVEP,FDVET)
  AUX1 = 1+ VAR1 *PSI
  AUX2 = 1+ VAR2 *ETA
  IL = ICASO
  GOTO (1,4,5,6,7), IL
C   PARA NUDOS EN LOS VERTICES
  1 IP= ICEPS
  IT= ICETA
  GOTO (361,362,363), IP
  361 BEP = 0.5
  DBEP = 0
  GOTO 364
  362 BEP = AUX1 -1.5
  DBEP = PSI
  GOTO 364
  363 BEP= (9*VAR1 **2 -5)/8.
  DBEP = 9*VAR1 /4.
  364 GOTO (365,366,367), IT
  365 BET = 0.5
  DBET = 0
  GOTO 368
  366 BET= AUX2- 1.5
  DBET= ETA
  GOTO 368
  367 BET= (9*VAR2**2 -5)/8.
  DBET =9*VAR2/4.
  368 ALFA = AUX1*AUX2/4
  BETA = BEP*BET
  FV= ALFA*BETA
  FDVEP= FV / AUX1*PSI + ALFA* DBEP
  FDVET= FV / AUX2*ETA + ALFA* DBET
  RETURN
C   PARA NUDOS EN LADOS CUADRATICOS HORIZONTALES
  4 FV= (1-VAR1 **2) *AUX2/2
  FDVEP= -VAR1 *AUX2
  FDVET= 1./2*(1- VAR1**2) *ETA
  RETURN
C   PARA NUDOS EN LADOS CUADRATICOS VERTICALES
  5 FV= (1-VAR2**2) *AUX1/2.
  FDVEP = 1./2 *(1-VAR2**2) *PSI
  FDVET = -VAR2*AUX1
  RETURN
C   PARA NUDOS EN LADOS CUBICOS HORIZONTALES
  6 FV= 9*(1-VAR1**2) *(1+9*VAR1*PSI)*AUX2/32.
  FDVEP = -9*AUX2*(VAR1* (1+9*VAR1*PSI)- 9*PSI*(1-VAR1**2)/2 )/16
  FDVET= 9./32 *(1-VAR1**2) *(1+9*VAR1*PSI)*ETA
  RETURN
C   PARA NUDOS EN LADOS CUBICOS VERTICALES
  7 FV= 9*(1-VAR2**2) *(1+9*VAR2*ETA)*AUX1/32
  FDVEP= 9./32 *(1-VAR2**2) *(1 +9*VAR2*ETA)*PSI
  FDVET= -9*AUX1*(VAR2* (1 +9*VAR2*ETA)- 9*ETA*(1-VAR2**2)/2 )/16
  RETURN
END

```

```

VAR00010
VAR00020
VAR00030
VAR00040
VAR00050
VAR00060
VAR00070
VAR00080
VAR00090
VAR00100
VAR00110
VAR00120
VAR00130
VAR00140
VAR00150
VAR00160
VAR00170
VAR00180
VAR00190
VAR00200
VAR00210
VAR00220
VAR00230
VAR00240
VAR00250
VAR00260
VAR00270
VAR00280
VAR00290
VAR00300
VAR00310
VAR00320
VAR00330
VAR00340
VAR00350
VAR00360
VAR00370
VAR00380
VAR00390
VAR00400
VAR00410
VAR00420
VAR00430
VAR00440
VAR00450
VAR00460
VAR00470
VAR00480
VAR00490
VAR00500
VAR00510
VAR00520
VAR00530
VAR00540

```