

REPUBLICA DE CHILE
COMISION NACIONAL DE RIEGO

ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD
HOYA DEL RIO RAPEL
VOLUMEN 2

DEMANDAS DE AGUA

AGROIPLA, ING. CONSULTORES, CHILE

ENGINEERING - SCIENCE, INC., U.S.A.

Abril, 1978

COMISION NACIONAL DE RIEGO

ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD HOYA DEL RIO RAPEL

VOLUMEN 2

"DEMANDAS DE AGUA"

3780

A. I. E. S. A.

- I. POBLACION RURAL Y URBANA
- II. DEMANDA DE AGUA DIFERENTE DE RIEGO
- III. USO ACTUAL DE AGUA EN RIEGO
- IV. DEMANDAS DE RIEGO

	Página Nº
II. DEMANDA DE AGUA DIFERENTE DE RIEGO	135
1.- USO URBANO DEL AGUA	137
1.1 Generalidades	139
1.2 Producción y Consumo	141
1.3 Dotaciones	147
1.4 Consumo Anual Totalizado	150
1.5 Fuentes de Abastecimiento	150
1.6 Estructura del Consumo	158
1.7 Variaciones con el Tiempo	181
1.8 Consumos Futuros	185
2.- CONSUMO DE AGUA INDUSTRIAL EN LA HOYA RAPEL	191
2.1 Generalidades	193
2.2 Estimación del Consumo	194
2.3 Demanda Futura de Agua en la Industria	200
3.- USO MINERO	203
3.1 Consumo de Agua en el Sector Minero de la Hoya	205
3.2 Consumo Futuro de Agua de la Minería del Cobre Hoya Rapel	208
4.- USO HIDROELECTRICO	211
4.1 Resumen Descriptivo de las Centrales de la Cuenca	213

	Página No
4.2 Producción de Energía y Cantidad de Agua Utilizada	215
4.3 Interferencia con Otros Usos	218
4.4 Desarrollo Hidroeléctrico Futuro en la Hoya del Rapel	219
4.5 Interferencias en el Regadío	222
5.- EL AGUA Y LA RECREACION EN LA HOYA RAPEL	223
5.1 Generalidades	225
5.2 Desarrollo de la Recreación en la Hoya Rapel	226
6.- DEMANDA TOTAL DE LOS USOS URBANO, INDUS TRIAL, MINERO, HIDROELECTRICO Y OTROS	229
6.1 Generalidades	231
6.2 Demandas Actuales en el Uso Urbano, Industrial y Minero	232
6.3 Pérdidas en los Usos Urbano e Indus trial	233
6.4 Deterioro de la Calidad y Plantas de Tratamiento	235
6.5 Demanda Futura en los Usos Urbano, Industrial y Minero	235
6.6 Uso Hidroeléctrico del Agua	236
6.7 Sumas y Comentario Final	237

	Página Nº
III. USO ACTUAL DE AGUA EN RIEGO	241
1.- INTRODUCCION	243
2.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	247
3.- ORGANIZACION Y DISTRIBUCION DE LOS DERECHOS	253
3.1 Organización de los Regantes	255
3.2 Distribución de Derechos y Superficies Servidas por Canales	263
3.3 Análisis de Relación Superficie/ Derecho	291
4.- ANTECEDENTES DE CAUDALES DISPONIBLES	295
5.- DISPONIBILIDAD DE AGUA POR HECTAREA	299
5.1 Estimación de Caudales Medios Mensuales en Canales	302
5.2 Cálculos y Resultados	304
5.3 Análisis de los Resultados	365
IV.- DEMANDAS DE RIEGO	369
INTRODUCCION	371
1.- EVAPOTRANSPIRACION	373
1.1 Método de Pruitt	373
1.2 Método de Tosso	379
1.3 Información Esperimental	385
1.4 Valores de Evapotranspiración para el Proyecto Rapel	385

	Página No
2.- EFICIENCIA PREDIAL DE RIEGO	397
2.1 Antecedentes Experimentales en el Area y otras zonas	399
2.2 Eficiencia Predial de Riego para el Area de Proyecto	417
3.- DISTRIBUCION DE CULTIVOS ACTUAL Y RECOMENDADA	423
4.- TASA DE RIEGO PREDIAL UNITARIA PARA LOS DISTINTOS CULTIVOS	431
5.- DEMANDA PREDIAL DE RIEGO POR SECTOR	441
5.1 Demanda Predial de Riego para la Distribución Actual de Cultivos y 4 Niveles de Eficiencia	443
5.2 Demanda Predial de Riego para la Distribución Recomendada de Cultivos y 4 Niveles de Eficiencia	453
6.- DEMANDAS TOTALES DE AGUA PARA RIEGO	463
A N E X O A : ANTECEDENTES FENOLOGICOS	471
A N E X O B : FORMULAS UTILIZADAS EN EL CALCULO DE EVAPOTRANSPIRACION	

I.- POBLACION RURAL Y URBANA.

INTRODUCCION.

La población de una región es un antecedente importante en el desarrollo socio-económico de la misma. Importante desde el punto de vista de la disponibilidad de elementos activos en la producción e importante por su capacidad de consumo de bienes y ocupación de servicios.

El crecimiento experimentado por la población en el país, ha provocado una especial preocupación por el desarrollo poblacional en el estudio de cualquiera región y muy particularmente cuando el estudio se refiere al desarrollo de los recursos de agua y tierra. El agua y la tierra significan una posibilidad y un compromiso : posibilidad de mayor productividad de la tierra y compromiso de satisfacción de necesidades vitales cada vez más exigentes.

Bajo estos puntos de vista se enfocan los antecedentes poblacionales y se proyectan al futuro, asignándosele una primera importancia a la concentración urbana por lo que significa de compromiso cuantitativo para el recurso hidráulico, para luego considerar características de la población en cuanto incidan en la producción que se desarrollará con el mismo recurso. Características de edad y sexo; niveles educacionales; participación en términos generales en la economía de la región y en particular según especialidades y grados ocupacionales.

Por último, se considerarán las migraciones, como expresión de tendencias de la población en vista de los incentivos de la región y las densidades poblacionales en su relación con el uso de la tierra.

En este trabajo se estudian todas las características poblacionales anteriormente nombradas, correspondientes a la población de la Hoya del Río Rapel.

1. POBLACION DE LA HOYA DEL RIO RAPEL.

La población de la Hoya Hidrográfica del río Rapel, según el censo poblacional de 1970, ascendía a 448.608 habitantes. (*) La parte mayoritaria de población de la hoya la abarcan las provincias de O'Higgins, con el 65,5% de la población total y la de Colchagua con el 31,5%. El resto, lo abarcan sectores poblacionales de las provincias de Santiago por el lado noroeste de la cuenca, con el 2% de la población total y, por el lado sur, de la provincia de Curicó que solo abarca el 1% de la población total de la hoya. De manera que, en este estudio, se harán referencias generales a las características poblacionales de las provincias de O'Higgins y de Colchagua solamente, pues poseen el 97% de la población total de la cuenca.

1.1. Población Urbana y Rural.

El ritmo creciente de urbanización, especialmente de la provincia de O'Higgins, ha sido una de las características sobresalientes que se ha presentado en los últimos años. Como se observa en el Cuadro 1.1.1, en cifras relativas, la población urbana, en las provincias de O'Higgins y Colchagua juntas, aumentó durante el decenio 1960-1970, mientras que la población rural disminuyó, hecho que demostraría en cierta forma el estancamiento socio-económico del sector rural durante esta década y por ende, la consiguiente migración del sector rural hacia el sector urbano.

Se puede advertir un desplazamiento rural-urbano que alcanza al 9,08% de la población rural de 1970.

(*) Es el 4,79% de la población nacional.

C U A D R O N º 1.1.1

CAMBIOS EN LA POBLACION URBANA Y RURAL DE LAS PROVINCIAS
DE O'HIGGINS Y COLCHAGUA JUNTAS

O'Higgins y Colchagua	Población 1960		Población 1970	
		%		%
Urbana	179.504	47,1	224.269	51,6
Rural	201.226	52,9	210.798	48,4
T o t a l	380.730	100,0	435.067	100,0

El criterio seguido para diferenciar la población urbana de la rural fue el mismo que se empleó en el censo poblacional de 1970, es decir, se consideró como urbanas a las localidades con más de 1000 habitantes (ciudades y pueblos). También existen centros urbanos menores (aldeas) con una cantidad de población inferior a los 1000 habitantes, catalogadas como urbanas, desde el punto de vista del agua potable, pero se apreciará fácilmente que la mayoría son localidades ubicadas en comunas eminentemente rurales.

La importancia de los dos tipos de localidades y la de la población restante que llamamos "dispersa" se aprecia en el cuadro siguiente.

C U A D R O N° 1.1.2

POBLACION URBANA Y RURAL DE LA HOYA RAPEL

C E N S O 1970

Prov. Comprendidas en Hoya Río Rapel	Ciudades y Pueblos (> 1000 Hab.)	%	Centros Urbanos Menores o Aldeas (< 1000 Hab.)	%	Población Dispersa o Rural	%	Población Total	%
Provincia O'Higgins	159.166	75,3	7.220	50,0	127.481	57,2	293.867	65,5
%	54,2		2,4		43,4		100,0	
Provincia Colchagua	52.223	24,7	5.660	39,0	83.317	37,5	141.200	31,5
%	37,0		4,0		59,0		100,0	
Provincia Santiago	-	0,0	1.573	11,0	7.460	3,3	9.033	2,0
%			17,5		82,5		100,0	
Provincia Curicó	-	0,0	-	0,0	4.508	2,0	4.508	1,0
%					100,0		100,0	
T O T A L	211.389	100,0	14.453	100,0	222.766	100,0	448.608	100,0
%	47,1		3,2		49,7		100,0	
		50,3%			49,7%			

Como se aprecia en el Cuadro 1.1.2, el 75,3% de la población que vive en ciudades y pueblos está ubicada en la provincia de O'Higgins y sólo el 24,7% restante, está ubicado en ciudades y pueblos de la provincia de Colchagua, lo que demostraría la existencia de una mayor urbanización en la provincia de O'Higgins y el mayor carácter rural existente en Colchagua. El 50% de la población que vive en aldeas está ubicado en O'Higgins; el 39% vive en aldeas de la provincia de Colchagua y el 11% restante, vive en aldeas del sector de la provincia de Santiago que cae dentro de la Hoya Rapel. Al censo de 1970, la población de ciudades, pueblos y aldeas, ascendía a 50,3% de la población total de la cuenca.

En relación a la población dispersa o rural, la mayor parte se encuentra en la provincia de O'Higgins (57,2%); el 37,5% de la población rural de la cuenca se encuentra en Colchagua; el 3,3% se encuentra en el sector santiaguino y el 2%, se encuentra en el sector curicano. La población rural o dispersa representa el 49,7% de la población total de la cuenca. Por lo tanto, se puede decir que, al censo de 1970, en la Hoya Rapel la cantidad de población urbana es prácticamente igual a la población rural.

En cuanto a la distinción de estas categorías de poblaciones anteriormente nombradas, a nivel provincial, se puede observar, en el mismo Cuadro 1.1.2, que en O'Higgins el 54,2% de la población vive en ciudades y pueblos y, el 2,4% vive en aldeas; la población rural o dispersa de esta provincia alcanza al 43,4%. En la provincia de Colchagua la composición es distinta : el 37% de la población de la provincia

vive en ciudades y pueblos y, el 4% vive en aldeas; en cambio, el 59% de la población de la provincia es rural. En el sector que aporta la provincia de Santiago a la Hoya Rapel; el 17,4% de la población del sector santiaguino vive en aldeas y el 82,5% es rural. Y por último, el sector que aporta la provincia de Curicó a la Hoya Rapel, es todo rural.

1.2 Característica de las Comunas.

Dividida, como está el área de las provincias y del país, en comunas, es interesante destacar el carácter de cada una de ellas.

Se hará distinción entre comunas predominantemente urbanas y comunas con mayor población rural.

1.2.1 Comunas-Ciudades.

Al censo del año 1970, sólo cinco comunas de las provincias de la Hoya Rapel tenían mayor población urbana que rural. Ellas son :

Comuna	Población Urbana %	Provincia
Rancagua	92,0	O'Higgins
Machalí	78,0	O'Higgins
San Fernando	68,0	Colchagua
Graneros	66,0	O'Higgins
Doñihue	65,0	O'Higgins

Sin embargo, las comunas de Rengo (O'Higgins) y Santa Cruz (Colchagua), presentan también una alta población urbana, con 49% y 48% respectivamente. De las siete comunas nombradas 5 son de O'Higgins y sólo dos de Colchagua.

1.2.2 Comunas Rurales.

Dentro de la Hoya Rapel, de las 34 comunas que la abarcan, 29 de ellas tienen mayor población rural que urbana.

En la provincia de O'Higgins, 12 de las 16 comunas que caen en la Hoya Rapel, tienen mayor población rural, a pesar de que a nivel provincial la población rural sólo alcanza al 43,4%. Esto último indicaría la fuerte concentración de población en los centros urbanos de la provincia. En esta provincia, al censo 1970, las comunas rurales eran : Codegua, Requínoa, Olivar, Rengo, Coltauco, Coinco, Quinta de Tilcoco, Malloa, Peumo, Las Cabras, Pichidegua y San Vicente. Todas estas comunas reúnen a 105.341 habitantes, representando el 82,6% del total de la población rural de la provincia y, el 35,8% de la población total de la provincia.

En la provincia de Colchagua, a excepción de la comuna de San Fernando, las 12 comunas restantes de esta provincia, que caen en la Hoya Rapel, son rurales. Al censo 1970 estas comunas rurales eran : Santa Cruz, Palmilla, Peralillo, Marchigue, Rosario, Pichilemu, Pumanque, Chépica, La Estrella, Chimbarongo, Nancagua y Placilla. Todas juntas reúnen 68.948 habitantes, representando el 82,8% del total de la población rural de la provincia y, el 48,8% de la población total de la

provincia. Es necesario hacer notar que en la Hoya Rapel solo entran parte de las comunas Pichilemu, Pumanque, Rosario, La Estrella y Santa Cruz.

En el sector de la Hoya Rapel, ocupado por parte de la provincia de Santiago, entra íntegramente la comuna de Alhué y sólo parte de las comunas de Navidad, San Pedro y Santo Domingo. La población urbana de este sector sólo alcanza al 17,5%. Todas estas comunas, dentro de la cuenca, son rurales y juntas reúnen 7.460 habitantes del total del sector (82,5%). Y el sector de la provincia de Curicó que cae en la Hoya Rapel, aporta sólo parte de la comuna de Teno, siendo toda población rural.

1.3 Centros Urbanos de la Hoya Rapel.

En la Hoya Rapel existen, según el censo, 54 centros urbanos clasificados como ciudades y pueblos, si tenían más de 1000 habitantes y como aldeas, si la cantidad de habitantes era inferior a 1000. Del total de localidades urbanas, 34 de ellas se encuentran en la provincia de O'Higgins. A continuación se presentan estos centros urbanos de la cuenca con su respectivo número de habitantes.

C U A D R O N° 1.3.1

CENTROS URBANOS DE LA HOYA RAPEL - AÑO 1970

Localidad	Comuna	Población	Provincia
Rancagua	Rancagua	86.957	O'Higgins
San Fernando	San Fernando	27.997	Colchagua
Rengo	Rengo	12.517	O'Higgins
Graneros	Graneros	8.976	O'Higgins
Sewell	Machalí	8.919	O'Higgins
Santa Cruz	Santa Cruz	8.683	Colchagua
Machalí	Machalí	5.835	O'Higgins
Chimbarongo	Chimbarongo	5.515	Colchagua
San Vicente	San Vicente	4.844	O'Higgins
Lo Miranda	Doñihue	3.547	O'Higgins
Peumo	Peumo	2.977	O'Higgins
Nancagua	Nancagua	2.630	Colchagua
Las Cabras	Las Cabras	2.599	O'Higgins
Requínoa	Requínoa	2.309	O'Higgins
Doñihue	Doñihue	2.186	O'Higgins
Chépica	Chépica	2.182	Colchagua
Peralillo	Peralillo	2.121	Colchagua
Codegua	Codegua	1.790	O'Higgins
Santa Teresita	Machalí	1.665	O'Higgins
Caletones	Machalí	1.611	O'Higgins
Coya	Machalí	1.509	O'Higgins
Pichidegua	Pichidegua	1.403	O'Higgins
Rosario	Rengo	1.391	O'Higgins
Olivar Alto	Olivar	1.301	O'Higgins
Larmahue	Pichidegua	1.225	O'Higgins

Cont.

Localidad	Comuna	Población	Provincia
Quinta de Tilcoco	Quinta de Tilcoco	1.179	O'Higgins
Errázuriz (Pobl.)	Machalí	1.152	O'Higgins
Malloa	Malloa	1.126	O'Higgins
Requegua	San Vicente	1.099	O'Higgins
Bellavista	Machalí	1.049	O'Higgins
Marchigue	Marchigue	1.047	Colchagua
Agua Buena	Sn. Fernando	1.034	Colchagua
Población	Peralillo	1.014	Colchagua
Placilla	Placilla	993	Colchagua
Los Lirios	Requínoa	964	O'Higgins
Pelequén	Malloa	933	O'Higgins
Convento Viejo	Chimbarongo	917	Colchagua
Palmilla	Palmilla	876	Colchagua
Villa Alhué	Alhué	872	Santiago
Coinco	Coinco	853	O'Higgins
Olivar Bajo	Olivar	821	O'Higgins
Paniahue	Palmilla	784	Colchagua
Coltauco	Coltauco	778	O'Higgins
Rosario Lo Solís	Rosario	754	Colchagua
Panquehue	Malloa	729	O'Higgins
Rapel	Navidad	701	Santiago
Llollauquén	Las Cabras	691	O'Higgins
Roma	San Fernando	535	Colchagua
Puente Negro	San Fernando	503	Colchagua
Tinguiririca	San Fernando	498	Colchagua
El Manzano	Las Cabras	489	O'Higgins
Sauzal	Machalí	376	O'Higgins
El Carmen	Las Cabras	328	O'Higgins
La Estrella	La Estrella	303	Colchagua
Zúñiga	San Vicente	258	O'Higgins

1.4 Composición de la Población según Sexo y Edad.

La composición de la población según sexo y edad, tiene gran importancia tanto desde el punto de vista socio-económico como del crecimiento demográfico de la población, para estimar necesidades actuales y futuras en materias tales como alimentación, salud, evaluación de necesidades de trabajo, educación, etc.

1.4.1 Composición de la Población según Sexo.

Considerando las provincias de O'Higgins y Colchagua, al censo 1970, la población tenía la siguiente composición según sexo :

C U A D R O N° 1.4.1

COMPOSICION DE LA POBLACION DE O'HIGGINS Y COLCHAGUA
SEGUN SEXO - CENSO 1970

	T o t a l	Hombres %		Mujeres %	
O'Higgins	293.867	149.690	51,0	144.177	49,0
Colchagua	141.200	71.306	50,5	69.894	49,5
TOTAL	435.067	220.996		214.071	
%	100,0	50,8		49,2	

Nota : Los sectores de las provincias de Santiago y Curicó que caen en la Hoya Rapel, no se incluyeron en la obtención de estos resultados, debido a su pequeña proporción poblacional dentro de la cuenca, no influyendo prácticamente en los porcentajes obtenidos.

Como se puede observar en el Cuadro 1.4.1, en ambas provincias es levemente mayor la proporción de hombres que de mujeres, así como en la cuenca en general. No obstante, este cuadro sufre cambios si se descomponen las provincias en población urbana y rural, tal como se presenta a continuación en cifras relativas.

C U A D R O N° 1.4.2

COMPOSICION DE LA POBLACION URBANA Y RURAL DE LAS
PROVINCIAS DE O'HIGGINS Y COLCHAGUA SEGUN SEXO
AÑO 1970 - (Cifras Relativas)

	T o t a l	Hombres %	Mujeres %
<u>O'Higgins</u>	100,0	51,0	49,0
Urbano	56,6	27,8	28,8
Rural	43,4	23,2	20,2
<u>Colchagua</u>	100,0	50,5	49,5
Urbano	41,0	19,7	21,3
Rural	59,0	30,8	28,2

En el Cuadro 1.4.2, se observa que la composición de la población según sexo es diferente en el sector urbano y en el rural. Si bien es cierto que en el total de estas provincias se observó una mayor proporción de hombres que de mujeres, en ambas provincias, en el sector urbano es mayor la proporción de mujeres que de hombres, siendo levemente mayor esta situación en la provincia de Colchagua. En cambio, en

ambas provincias, en el sector rural es mayor la proporción de hombres. Esto estaría reflejando que una proporción de mujeres del sector rural, emigra al sector urbano buscando nuevas fuentes de trabajo.

1.4.2 Composición de la población según edad.

Tanto la provincia de O'Higgins como la de Colchagua se caracterizan por tener una población joven, con una gran proporción de población entre 1 y 14 años de edad. Esto se refleja en la mayoría de las comunas de la cuenca (según censo 1970). Esto último sería una consecuencia de la implantación de mejores medidas sanitarias, lo que hace que la mortalidad sea menor entre los grupos jóvenes de la población. En el Cuadro 1.4.3, se aprecia a la población urbana y rural de la cuenca dividida en grandes grupos de edad (por comunas, ver Anexo Cuadro Nº 1).

C U A D R O Nº 1.4.3

GRANDES GRUPOS DE EDAD DEL SECTOR URBANO Y RURAL.

HOYA RAPEL - CENSO 1970

Grupos de Edad (Años)	Urbano	Rural	Total	%
0-11	73.585	76.721	150.306	33,5
12-64	141.144	134.376	275.520	61,4
65 y más	11.113	11.669	22.782	5,1
T o t a l	225.842	222.766	448.608	100,0

Cont.

C U A D R O N° 1.4.3

GRANDES GRUPOS DE EDAD DEL SECTOR URBANO Y RURAL.

HOYA RAPEL - CENSO 1970

En cifras Relativas

Grupos de Edad (Años)	Urbano	Rural	Total
0-11	16,4	17,1	33,5
12-64	31,4	30,0	61,4
65 y más	2,5	2,6	5,1
T o t a l	50,3	49,7	100,0

En el Cuadro 1.4.3, en cifras relativas especialmente, se puede observar que la población entre 0 y 11 años es levemente mayor en el sector rural, en cambio, entre los 12 y 64 años es mayor en el sector urbano. Esto último estaría reflejando una migración de personas, en edad de trabajar, del sector rural hacia el urbano.

En relación a las provincias que abarca la Hoya Rapel, el 66% de la población de 12 años y más de la cuenca se concentra en O'Higgins, el 31% en Colchagua, el 2% en el sector de la provincia de Santiago y el 1% en el sector de la provincia de Curicó. A continuación se presenta un cuadro con las divisiones provinciales de la Hoya Rapel, en relación a los grandes grupos de edad de la cuenca.

C U A D R O N° 1.4.4

GRANDES GRUPOS DE EDAD POR PROVINCIAS.

HOYA RAPEL - CENSO 1970

Grupos de Edad	O'Higgins	%	Colchagua	%	Santiago	%	Curicó	%	Total	%
0-11	96.600	32,9	48.851	34,6	3.177	35,2	1.678	37,2	150.306	33,5
12-64	182.999	62,3	84.571	59,9	5.323	58,9	2.627	58,3	275.520	61,4
65 y más	14.268	4,8	7.778	5,5	533	5,9	203	4,5	22.782	5,1
o t a l	293.867		141.200		9.033		4.508		448.608	100,0
En Cifras Relativas :										
0-11	21,52		10,91		0,70		0,37		33,50	
12-64	40,79		18,85		1,18		0,58		61,40	
65 y más	3,19		1,74		0,12		0,05		5,10	
T o t a l	65,50		31,5		2,00		1,00		100,00	

Como se aprecia en el Cuadro 1.4.4, la provincia de O'Higgins es la que tiene la mayor población entre los 12 y 64 años de edad, representando ésta el 40,79% de la población total de la cuenca y el 62,3% de la provincia misma. La provincia de Colchagua solo tiene el 18,85% de personas con edades entre 12 y 64 años en relación a la población total de la hoya y el 59,9% de la provincia. Esto último refleja la atracción que ejercen los grandes centros urbanos de O'Higgins y Santiago especialmente, sobre la mayoritaria población rural de Colchagua especialmente entre los 12 y 64 años de edad. Lo mismo se puede decir de los sectores que las provincias de Santiago y Curicó ocupan en la cuenca.

1.5 Composición de la Población según Nivel Educativo.

Una población joven implica una mayor dependencia, es decir, que en forma relativa, las personas en edades de trabajar tienen más dependientes que las de una población madura. Al mismo tiempo significa que una sociedad con esa característica, debería destinar una mayor parte de sus recursos para la dotación de los servicios que precisan los menores de edad, especialmente para la educación. Por otro lado, el crecimiento de la población crea un impedimento en lo que se refiere a la mejora de los actuales niveles de producción y al consumo por habitante, tanto en el recurso tierra como en el recurso agua existentes en la región. Esto último realza la importancia, si se deben introducir nuevas técnicas para aumentar la producción y por ende la consiguiente capacitación, de la educación de esta población joven, de manera de obtener a futuro una mano de obra más calificada que la existente, para enfrentar con mayor éxito las demandas de ésta en los distintos sectores económicos y así poder elevar la producción de la región en los distintos rubros.

1.5.1 Analfabetismo.

Es fácil apreciar en el censo poblacional de 1970 que el analfabetismo, en la Hoya Rapel, afecta con mayor fuerza a las comunas rurales de las provincias que la abarcan, especialmente en la provincia de Colchagua, además de las pequeñas áreas de las comunas rurales de las provincias de Santiago y Curicó. En el Cuadro 1.5.1 se aprecia claramente lo anteriormente expuesto.

C U A D R O N° 1.5.1

ANALFABETISMO POR COMUNAS (Población \geq 10 Años)

HOYA RAPEL - CENSO 1970 (%)

Provincia O'Higgins	% Analfabetos	Provincia Colchagua	% Analf.
Rancagua	9,7	Santa Cruz	20,1
Graneros	17,5	Palmilla	25,9
Machalí	9,4	Chépica	25,1
Doñihue	18,2	Peralillo	23,1
Coltauco	22,1	Pumanque	29,4
Codegua	20,3	Marchigue	21,2
Peumo	19,9	Pichilemu	27,8
Las Cabras	27,8	Rosario	24,5
San Vicente	18,3	La Estrella	23,5
Pichidegua	23,8	San Fernando	14,8
Rengo	17,6	Chimbarongo	22,5
Requínoa	19,2	Nancagua	21,1
Malloa	19,6	Placilla	25,7
Qta. de Tilcoco	18,6		
Coinco	15,6		
Olivar	18,8		
Provincia Santiago		Provincia Curicó	
Alhué	38,4	Teno	27,6
San Pedro	27,7		
Navidad	22,2		
Santo Domingo	28,4		

El promedio general de la Hoya Rapel es de 17,6% de analfabetismo. En relación a la distribución del analfabetismo por provincias, en O'Higgins se encuentra el 56,75% de los analfabetos de la cuenca, especialmente en las comunas rurales. En Colchagua se encuentra el 37,94% de los analfabetos de la hoya; en el sector de la provincia de Santiago el 3,8% y en el sector de la provincia de Curicó el 1,51%. Ahora bien, la proporción de analfabetos en relación a la población total de cada provincia con 10 años y más, es la siguiente : en O'Higgins el 15,6%, en Colchagua el 20,4%, en el sector santiaguino el 32% y, en el sector curicano de la hoya, el 27,6%.

En general, en la cuenca, el analfabetismo es mayor en los hombres alcanzando a un 53% (ver Anexo Cuadro Nº 2).

1.5.2 Niveles de Educación de los Alfabetos.

En este capítulo se pretende calificar y cuantificar los recursos humanos en relación a su educación. También se pretende ver la capacidad de los servicios educacionales para satisfacer las necesidades de enseñanza de la población y por último, observar las deserciones que se producen en los distintos niveles educacionales.

Al censo 1970, en la Hoya Rapel asistían a instituciones de enseñanza regular 119.703 personas mayores de 5 años, lo que reflejado a niveles provinciales, en O'Higgins asistió el 64,94% del total de la cuenca; en Colchagua el 32,34%; en el sector santiaguino el 1,76% y en el curicano sólo el 0,96% de la hoya. Relacionadas estas cifras con las poblaciones totales de cada provincia de la cuenca, resulta lo siguiente :

el 26,5% de la población total de O'Higgins asiste a instituciones de enseñanza regular, el 27,4% de Colchagua, el 23,3% del sector santiaguino y, el 25,6% del sector curicano. Es decir, esto último nos muestra que, en las provincias de O'Higgins y Colchagua especialmente, la capacidad de los servicios educacionales para atender las necesidades educacionales de la población es aproximadamente igual. Esto último, se puede observar, a nivel comunal, en el siguiente cuadro.

C U A D R O N° 1.5.2
=====

POBLACION MAYOR DE 5 AÑOS QUE ASISTE A INSTITUCIONES DE
ENSEÑANZA REGULAR EN RELACION AL TOTAL DE MAYORES DE 5
AÑOS, POR COMUNAS. HOYA RAPEL - CENSO 1970

Prov. O'Higgins	%	Prov. Colchagua	%
Rancagua	33,1	Sta. Cruz	33,7
Graneros	33,3	Palmilla	31,9
Machalí	23,2	Chépica	30,5
Doñihue	30,0	Peralillo	29,1
Coltauco	30,0	Pumanque	26,2
Codegua	30,0	Marchigue	26,1
Peumo	30,1	Pichilemu	27,4
Las Cabras	29,8	Rosario	27,3
San Vicente	30,3	La Estrella	24,9
Pichidegua	28,2	San Fernando	33,8
Rengo	30,3	Chimbarongo	31,5
Requínoa	31,4	Nancagua	31,6
Malloa	29,9	Placilla	30,2
Qta. de Tilcoco	28,9		
Coinco	29,2		
Olivar	28,9		

Cont.

Prov. Santiago	%	Prov. Curicó	%
Alhué	25,5	Teno	30,1
San Pedro	27,0		
Navidad	29,0		
Sto. Domingo	31,1		

En el Cuadro 1.5.2 se puede apreciar que pocas comunas de la cuenca se escapan de la similitud que presenta la mayoría de ellas en relación a la capacidad de las instituciones de enseñanza. Estas comunas son la de Machalí, por ser una comuna campamento en que la mayoría de la población está en edad de trabajar las minas de cobre existentes en esa zona y, por otro lado, las comunas costeras de la provincia de Colchagua, es decir, Pumanque, Marchigue, Pichilemu, Rosario y La Estrella, así como las comunas Alhué y San Pedro del sector santiaguino, en que el alto analfabetismo encontrado en estas últimas, está ligado a una baja capacidad de los servicios educacionales para satisfacer las necesidades de enseñanza de esa población.

En el Cuadro 1.5.3, que se presenta a continuación, se puede apreciar los niveles de instrucción de la población de la hoya en general (por comunas, ver Anexo Cuadro Nº 3)

C U A D R O N º 1.5.3

POBLACION DE 5 AÑOS Y MAS QUE ASISTE A INSTITUCIONES
EDUCACIONALES, SEGUN TIPO DE ENSEÑANZA.
HOYA RAPEL - CENSO 1970

Tipo de Enseñanza	Nº de Personas	%
Primaria o Básica	103.627	86,57
Secundaria o Media	12.796	10,69
Comercial	899	0,75
Industrial	505	0,42
Agrícola	244	0,21
Técnica Femenina	327	0,27
Normal	47	0,04
Universitaria	495	0,41
Ignorada	332	0,28
Ninguna	431	0,36
T o t a l	119.703	100,00

En el cuadro anterior se puede apreciar la gran diferencia que existe entre los distintos tipos de enseñanza relacionados con el nivel primario o básico, el cual abarca el 86,57% de la población que se está educando. Esto último refleja la gran deserción que se produce en la educación, en el nivel primario especialmente y, después de pasar por éste, luego sucede lo mismo en el nivel secundario.

1.6 Población económicamente activa de la Hoya Rapel.

Como se dijo anteriormente, como consecuencia de la implantación de mejores medidas sanitarias en estos últimos tiempos, con el crecimiento de la población aumenta irremedia-

blemente la oferta de mano de obra. Aunque es muy probable que la población activa de la región crezca más lentamente que la población total debido a que, derivado de lo anterior, la mortalidad entre los jóvenes de la población será menor, por lo tanto, la proporción de personas a quienes hay que mantener será grande, hasta que un número mayor de dichos jóvenes pase a los grupos en edad de trabajar.

La población activa de la Hoya Rapel, según el censo 1970, ascendía a 43,74% del total de la población con 12 años y más. Se consideró activas a las personas que durante el censo estaban ocupadas; también a las cesantes y a las que buscaban trabajo por primera vez, que en total dan la oferta de mano de obra que existía en ese momento.

En la mayoría de las comunas de la cuenca, la población tiene una proporción muy semejante de activos al promedio general de la cuenca, excepto la comuna-campamento de Machalí (O³Higgins) en que la población activa alcanza a 60,66% (ver Anexo Cuadro N^o 4), debido a la gran cantidad de mano de obra ocupada en el rubro minero.

En general, la población activa ha disminuído en relación a la población total en la zona, tal como se puede apreciar en el Cuadro 1.6.1.

C U A D R O N º 1.6.1

POBLACION ACTIVA EN RELACION A POBLACION TOTAL DE
O'HIGGINS Y COLCHAGUA. DECENIO 1960-1970 (%)

Provincia	1960	1970
O'Higgins	30,8	29,9
Colchagua	30,6	27,6

En el cuadro anterior se observa que, en cifras relativas, la población económicamente activa de estas dos provincias ha disminuído en el decenio, aunque en cifras absolutas ha aumentado, pero mucho más lentamente que el crecimiento de la población total. Al censo 1970, las cifras absolutas mostraban un mayor crecimiento en el área urbana (O'Higgins especialmente), sector en que se ha observado una proliferación de actividades terciarias o de servicios, mientras que la población activa en el sector rural (Colchagua especialmente) ha disminuído su importancia relativa con respecto a la población activa total. Esto último se puede apreciar a continuación, en que del total de la población activa de la Hoya Rapel (130.479 personas), el 67% se encuentra en la provincia de O'Higgins, el 30% en Colchagua, 2% en el sector santiaguino y, el 1% en el sector curicano. Esto último reflejaría que la mayoría de la población activa se encuentra en los centros urbanos de la provincia de O'Higgins, los cuales absorben gran cantidad de mano de obra. Esto estaría demostrando también una migración rural hacia el sector urbano.

En el siguiente cuadro, se presenta la distribución provincial de la mano de obra según sexo, para la Hoya Rapel.

C U A D R O N^o 1.6.2

POBLACION ACTIVA SEGUN SEXO.
HOYA RAPEL - CENSO 1970

Población Activa	O'Higgins	%	Colchagua	%	Santiago	%	Curicó	%	Total	%
Hombres	74.019	84,0	33.113	85,0	2.281	93,0	1.089	90,0	110.502	84,7
Mujeres	13.824	16,0	5.867	15,0	168	7,0	118	10,0	19.977	15,3
T o t a l	87.843		38.980		2.449		1.207		130.479	
%	67,0		30,0		2,0		1,0		100,0	100,0

Como se puede observar en el cuadro anterior, el 84,7% del total de la población activa de la hoya corresponde a mano de obra masculina. En relación a su distribución en las provincias de la cuenca, coincide con la distribución de la población activa total, es decir, el 67% de los hombres activos se encuentra en O'Higgins y el 30% en Colchagua. El resto está en el sector de las provincias de Santiago y Curicó.

En la provincia de O'Higgins, el 84% corresponde a población activa masculina y el 85% en Colchagua. En el sector santiaguino y curicano de la cuenca, es mucho mayor la proporción de hombres activos.

En relación a las mujeres activas, el 69,2% del total de la hoya se encuentra en O'Higgins, el 29,4% en Col-

chagua y el resto en los otros sectores. En el siguiente cuadro se presenta la variación de la población activa femenina, entre 1960 y 1970, de las provincias de O'Higgins y Colchagua.

C U A D R O N^o 1.6.3
=====

**POBLACION ACTIVA FEMENINA EN RELACION A LA
POBLACION ACTIVA TOTAL. DECENIO 1960-1970.**

(%)

Población Activa Femenina	1960	1970
O'Higgins	14,2	16,0
Colchagua	14,4	15,0

El Cuadro 1.6.3 muestra un evidente aumento de la mano de obra femenina entre los años 1960 y 1970. Además, en él se reflejaría una migración femenina hacia los centros urbanos de O'Higgins, de Colchagua mismo o de otras provincias. Este fenómeno, en aparente contradicción con el supuesto de que los migrantes activos son en su mayoría hombres, puede explicarse por el hecho de que las mujeres no fueran económicamente activas en el momento de migrar, y que lo hicieron justamente en busca de oportunidades de trabajo hacia los centros urbanos.

1.6.1 Población Económicamente Inactiva.

Al censo 1970, del total de la población inactiva de la cuenca (ver Anexo Cuadro N^o 4), el 65,2% se encontraba

en O'Higgins, especialmente en el sector urbano, el 31,8% en Colchagua, especialmente en el sector rural, el 2% en el sector santiaguino y el 1% en el sector de la provincia de Curicó. La baja reflejada en cifras relativas de la población activa durante el decenio 1960-1970, produjo, por lo tanto, un aumento de la población inactiva, tal como se aprecia en el siguiente cuadro, a nivel provincial.

C U A D R O N° 1.6.4

POBLACION INACTIVA EN RELACION A LA POBLACION TOTAL.

DECENIO 1960-1970. (%)

Población Inactiva	1960	1970
O'Higgins	69,2	70,1
Colchagua	69,4	72,4

Este cuadro también puede reflejar migraciones, debido al leve aumento de la población inactiva, provocado en gran parte por la migración de parte de la población activa de estas provincias, hacia otras del país o, entre ellas mismas, especialmente de Colchagua hacia O'Higgins.

1.6.2 Población Activa según Grandes Grupos de Ocupación.

La distribución de la población activa en grandes grupos de ocupación nos indica el grado de importancia que tiene cada sector económico en el desarrollo de la región.

C U A D R O N º 1.6.5

POBLACION ACTIVA SEGUN GRANDES GRUPOS DE OCUPACION.

HOYA RAPEL - CENSO 1970

Grupo de Ocupación	Nº de Activos	%
Profesionales, técnicos y afines	6.129	4,7
Gerentes, administrativos y Directivos	1.917	1,5
Empleados de oficina y afines	7.198	5,5
Vendedores y afines	7.421	5,7
Agricultores, pescadores y afines	51.842 (x)	39,7
Conductores de transporte y afines	3.969	3,0
Artesanos y operarios	16.517	12,7
Otros artesanos y operarios, mineros, canteros	7.967	6,1
Obreros y jornaleros	8.378	6,4
Trabajadores en servicios personales	11.229	8,6
Trabajadores en ocupaciones no declaradas y otros	7.912	6,1
T o t a l	130.479	100,0

Como se puede apreciar en el cuadro anterior, dentro de todas las gamas de ocupaciones, la mayoría de la población activa de la cuenca se dedica a la agricultura y afines (39,7%), de los cuales el 57,6% se encuentra en la provincia de O'Higgins, el 37,3% en Colchagua, el 3,5% en el sector santiaguino y, el 1,6% en el sector curicano de la hoya.

(x) En la hoya con 3 Km. de costa, es despreciable, frente a la población de agricultores, lo de pescadores y afines.

En cuanto a la importancia de la agricultura, en relación a las demás ocupaciones, a nivel provincial, resulta que el 34% de la población activa de O'Higgins se dedica a este rubro, el 49,6% en Colchagua, lo que demuestra la gran importancia de la agricultura en esta provincia, en relación a la mano de obra que se dedica a ella. Lo mismo se puede decir de los sectores rurales que aportan las provincias de Santiago y Curicó con los altos porcentajes de activos agricultores de 74,6% y 70,3% respectivamente.

Dentro de las comunas ciudades de la provincia de O'Higgins (Rancagua, Graneros, Machalí y Doñihue), sólo el 8,3% de los activos se dedican a la agricultura. El resto de los activos (91,7%) abarca otros sectores económicos tales como servicios públicos, construcción, manufactura, comunicaciones, servicios y minería (Machalí especialmente - ver Anexo Cuadro Nº 5).

En cuanto a las personas que realmente trabajan del total de los activos, en el momento de los censos 1960 y 1970, se presenta a continuación un cuadro que muestra la relación oferta-demanda de trabajo en esos momentos, a nivel provincial.

C U A D R O N º 1.6.6

PERSONAS QUE REALMENTE ESTABAN OCUPADAS DEL TOTAL DE LA POBLACION ACTIVA, EN LOS MOMENTOS DEL CENSO 1960 Y DEL CENSO 1970. (%)

Activos	O'Higgins		Colchagua	
	1960	1970	1960	1970
Ocupados	94,2	93,6	96,1	94,0
Cesantes	2,9	4,7	2,3	4,5
Buscan trabajo por primera vez	2,9	1,6	1,6	1,5

1.7 Migraciones.

En la Hoya Rapel existe un importante porcentaje de migraciones, especialmente del sector rural hacia el sector urbano, dada la cercanía de grandes centros urbanos tales como Santiago y la ciudad de Rancagua misma, la cual está dentro de la cuenca. Migración cuyo objetivo principal tiene la búsqueda de nuevas perspectivas de trabajo debido al estancamiento socio-económico que ha sufrido el sector rural en estos últimos años.(x) Esto último provoca una saturación de las fuentes de trabajo, especialmente en el sector de secano de la cuenca.

En el censo de 1970, se muestra el status migratorio según sexo de la población de 5 años y más, según comuna de residencia habitual (ver Anexo Cuadro N º 6).

(x) En verdad la tecnificación en algunas propiedades agrícolas producen migración por dejar mano de obra ociosa. Esto no afecta al sector de secano al que se alude a continuación.

En el cuadro que se presenta a continuación, se entiende por migrantes a nivel provincial a aquellas personas que declararon vivir en 1965 en otro país o en una provincia distinta con respecto a la declarada en el censo de 1970. No se consideraron migrantes en este censo a las personas que hayan variado su residencia entre comunas pertenecientes a la misma provincia en cuestión, aunque es evidente que ello sucede especialmente de comunas rurales hacia comunas urbanas, y no migrantes a nivel provincial, se consideró a aquellas personas que declararon vivir en 1965 en la misma provincia declarada como residencia en 1970.

C U A D R O N° 1.7.1
=====

POBLACION DE 5 AÑOS y MAS, POR STATUS MIGRATORIO Y SEXO, SEGUN PROVINCIA DE
RESIDENCIA HABITUAL. - CENSO 1970. - HOYA RAPEL

Provincia	Migrantes		No Migrantes		No Declarado		Total
	Hombres	Mujeres	Hombres	Mujeres	Hombres	Mujeres	
En O'Higgins	11.295	9.923	114.808	113.102	1.208	384	250.720
En otra provincia	705	571	1.496	1.073	110	89	4.044
En país extranjero	11	18	0	0	2	3	34
No declarado	0	0	0	0	237	174	411
Total	12.011	10.512	116.304	114.175	1.557	650	255.209
%	4,7	4,1	45,6	44,7	0,6	0,3	100,0
%		8,8		90,3		0,9	100,0
En Colchagua	2.816	2.891	57.578	55.651	187	154	119.277
En otra provincia	289	294	624	506	36	51	1.800
En país extranjero	7	4	0	0	1	0	12
No declarado	0	0	0	0	87	77	164
Total	3.112	3.189	58.202	56.157	311	282	121.253
%	2,6	2,6	48,0	46,3	0,3	0,2	100,0
%		5,2		94,3		0,5	100,0
En Santiago	75	69	3.964	3.588	64	39	7.799
(Hoya Rapel) %	0,96	0,89	50,83	46,0	0,82	0,50	100,0
%		1,85		96,83		1,32	100,0
En Curicó	84	83	1.886	1.734	8	6	3.801
(Hoya Rapel) %	2,21	2,18	49,62	45,62	0,21	0,16	100,0
%		4,39		95,24		0,37	100,0

Según el cuadro anterior, en O'Higgins el 8,8% de la población mayor de 5 años es migrante, es decir, ha cambiado su residencia a esta provincia en busca de nuevas fuentes de trabajo. En Colchagua el 5,2% es migrante. En el sector santiaguino es muy baja la proporción de migrantes y, en el sector curicano la mayor proporción de migrantes mostrada en el cuadro (4,39%), se dirigió más bien a Teno, parte urbana de la comuna, ubicada en la hoya Mataquito.

En el mismo Cuadro 1.7.1, se muestra la gran proporción de mujeres migrantes, tal como se dijo en un capítulo anterior, hecho que a nivel comunal es más notorio (ver Anexo Cuadro N° 6).

En relación a las comunas de la hoya que recibieron más migrantes durante este período censado (ver Anexo Cuadro N° 6), se encuentran en la provincia de O'Higgins : la comuna de Rancagua, en que el 10,5% del total son migrantes, de los cuales el 47,5% corresponde a hombres y el 52,5% a mujeres; en Machalí, el 15,7% son migrantes, de los cuales el 71% corresponde a hombres (explotación de minas) y el 29% a mujeres. Y en Colchagua : en San Fernando, el 7,5% son migrantes, de los cuales el 51,6% corresponde a hombres y el 48,4% a mujeres. Nótese la alta proporción de mujeres migrantes.

Las migraciones se ven reflejadas también en el distinto crecimiento de la población urbana y de la rural, siendo mayor el crecimiento durante el decenio 1960-1970, del sector urbano el cual absorbió gran cantidad de mano de obra proveniente del sector rural, trayendo consigo una disminución de la población rural, especialmente en el grupo de personas en edad

de trabajar. A continuación se presenta un cuadro que muestra los distintos crecimientos del sector urbano y rural, entre los años 1960 y 1970, en las provincias de O'Higgins y Colchagua.

C U A D R O N.º 1.7.2

POBLACION URBANA Y RURAL, SEGUN SEXOS,
DE O'HIGGINS Y COLCHAGUA. CENSOS 1960 y 1970.

Año	T o t a l		Hombres		Mujeres	
	1960	1970	1960	1970	1960	1970
O'Higgins	250.068	293.867	127.554	149.690	122.514	144.177
Urbano	131.391	166.386	64.265	81.685	67.126	84.701
Rural	118.677	127.481	63.289	68.005	55.388	59.476
Colchagua	130.662	141.200	67.277	71.306	63.385	69.894
Urbano	48.113	57.883	23.103	27.798	25.010	30.085
Rural	82.549	83.317	44.174	43.508	38.375	39.809

En Cifras Relativas

Año	Total (Indices)		Hombres		Mujeres		Total (%)	
	1960	1970	1960	1970	1960	1970	1960	1970
O'Higgins	1,00	1,175	51,0	51,0	49,0	49,0	100,0	100,0
Urbano	1,00	1,266	25,7	27,8	26,8	28,8	52,5	56,6
Rural	1,00	1,074	25,3	23,2	22,2	20,2	47,5	43,4
Colchagua	1,00	1,080	51,5	50,5	48,5	49,5	100,0	100,0
Urbano	1,00	1,203	17,7	19,7	19,1	21,3	36,8	41,0
Rural	1,00	1,009	33,8	30,8	29,4	28,2	63,2	59,0

En el cuadro anterior, en cifras relativas, se muestra el distinto índice de crecimiento durante el decenio en los sectores urbanos y rurales. En O'Higgins, el sector

urbano aumentó en 1,266 veces la población del año 1960, en cambio, el sector rural aumentó sólo 1,074 veces. En Colchagua, la población del sector urbano aumentó en 1,203 veces la población del año 1960, en cambio, en el sector rural quedó prácticamente estancada, ya que sólo aumentó 1,009 veces.

En el mismo Cuadro 1.7.2, se aprecia que en el sector rural de las dos provincias disminuyó la población, tanto de hombres como de mujeres. En cambio, en ambas provincias, en el sector urbano aumentó la dotación de hombres y mujeres, en relación al año 1960. Esto último está demostrando claramente la migración del sector rural hacia el sector urbano, hecho que se ha repetido continuamente en este estudio.

Ahora bien, ya se ha demostrado la migración del sector rural hacia el urbano, pero es interesante saber acerca de cuales personas del sector rural son las que migran principalmente. En el cuadro que se presenta a continuación se puede observar este aspecto.

C U A D R O N° 1.7.3

POBLACION RURAL, AÑO 1960 Y 1970, DE O'HIGGINS y COLCHAGUA
(%)

	O'Higgins		Colchagua	
	1960	1970	1960	1970
Población activa rural	17,3	23,4	20,7	23,2
Población no agrícola rural	82,7	76,6	79,3	76,8
Población rural	100,0	100,0	100,0	100,0

En el cuadro anterior se puede apreciar la disminución relativa de la población no agrícola rural, en las dos provincias mayores que abarcan la Hoya Rapel, entre los años 1960 y 1970, hecho que proporciona un valioso antecedente sobre el origen de los migrantes hacia el sector urbano, lo que demuestra que gran parte proviene del sector no agrícola rural, reflejándose además el hecho que en ese sector se encontraría el personal más apto para incorporarse a la mano de obra en las ciudades.

1.8 Densidad de la Población.

Para establecer los diferentes niveles de agrupamientos de la población en las distintas zonas y localidades de la cuenca, se usa el término densidad, el cual relaciona una determinada superficie de terreno con la población que lo habita. En este estudio se calcularon tres tipos de densidades, una expresada en habitantes por superficie total, a nivel comunal y provincial; otra expresada en habitantes por superficie agrícola y por último, otra expresada en población activa agrícola con respecto a la superficie agrícola, también éstas últimas a nivel comunal y provincial. Con ello puede obtenerse una primera aproximación sobre la concentración poblacional y las áreas principales de presión por tierras. En el siguiente cuadro se presentan las densidades anteriormente nombradas, a nivel provincial (a nivel comunas, ver Anexo Cuadro Nº 7).

C U A D R O N º 1.8.1

DENSIDADES DE POBLACION O^oHIGGINS Y COLCHAGUA.

HOYA RAPEL

Provincia	Población Total por Há.	Población Total cada 100 Há.s. agrícolas	Población Activa agrícola cada 100 Há.s. agrícolas
O ^o Higgins	0,45	132,7	13,4
Colchagua	0,22	33,8	4,6

Como se puede apreciar en el Cuadro 1.8.1, la alta densidad poblacional de las provincias de O^oHiggins (0,45 hab/há) en relación a la pequeña densidad mostrada por Colchagua (0,22 hab/há), está influenciada por la presencia de los centros urbanos de esta provincia, cuya importancia socio-económica se refirió en los capítulos anteriores. En O^oHiggins 10 comunas sobrepasan los 0,50 habitantes por hectárea, en cambio en Colchagua sólo la comuna de Nancagua tiene 0,78 habitantes por hectárea. Los sectores de las provincias de Santiago y Curicó poseen una muy baja densidad poblacional, especialmente el sector santiaguino (ver Anexo Cuadro N^o 7).

En relación a la densidad poblacional por superficie agrícola, en O^oHiggins es prácticamente cuatro veces mayor (132,7 habitantes por cada 100 hectáreas agrícolas) que en Colchagua, que sólo alcanza a 33,8. Esto está influenciado, naturalmente, por la mayor población de los centros urbanos de la provincia de O^oHiggins.

Como consecuencia de lo anterior, al examinar la densidad de la población activa agrícola con respecto al recurso tierra, como es natural, la provincia de O'Higgins que presenta la mayor concentración de población, también muestra la mayor densidad de población activa agrícola por cada 100 hectáreas de superficie agrícola (13,4 activos agrícolas por cada 100 hectáreas). Pero esta vez, es tres veces mayor que la presentada en Colchagua, lo que nos indica que en O'Higgins existe una agricultura más intensiva (mayor cantidad de tierras bajo riego) y por ende, una mayor cantidad de mano de obra activa en los terrenos agrícolas que en la provincia de Colchagua, la cual tiene una parte importante de terrenos de secano agrícola, los cuales en general, requieren menor cantidad de mano de obra que una agricultura intensiva.

Sin embargo, en relación a la intensidad en el uso de la tierra, la cual en gran parte depende del tamaño de las unidades agrícolas, es importante conocer la densidad de población rural en relación al tamaño de las unidades agrícolas, relación que dará un estudio de la tenencia de la tierra de la región.

2. PROYECCIONES DE LA POBLACION

2. PROYECCIONES DE LA POBLACION.

2.1 Proyecciones de la Población Urbana.

Para hacer proyecciones de la población urbana de la hoya hidrográfica en estudio, se consideró, como base, la proyección de la población urbana de la 6a. Región estudiada por Celade, oficina que proyecta la población urbana para el período comprendido entre 1975 y 2005.

Estos datos se obtuvieron de la publicación D.O.S. Nº 19.76 de Diciembre de 1976.

La población urbana de la hoya se obtuvo restando a la proyección de Celade las localidades de la 6a. Región que no estaban en la hoya y cuyas proyecciones de población se obtuvieron de la publicación de D.O.S. ya citada. Los valores son :

C U A D R O N° 2.1.1
=====

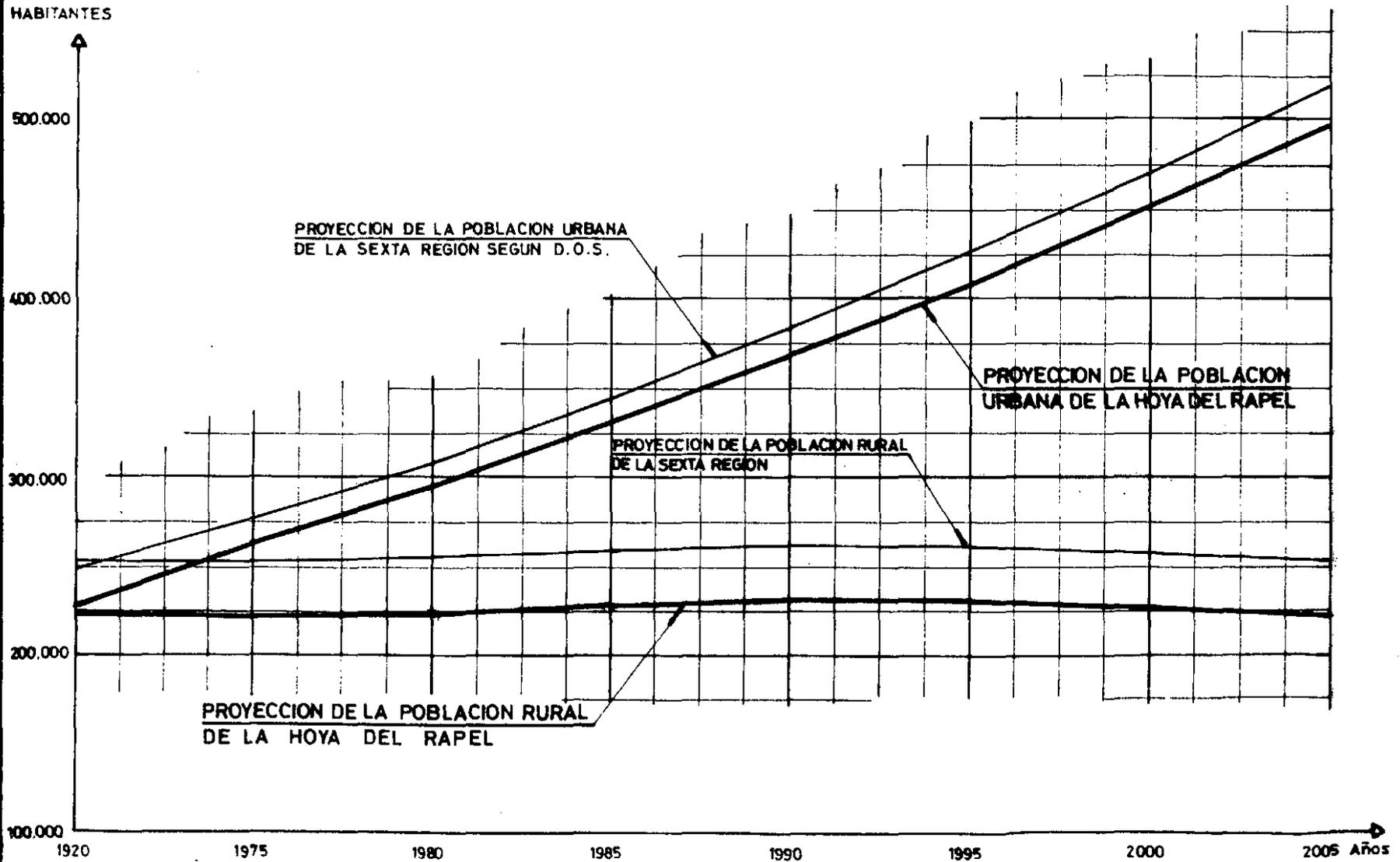
**POBLACION URBANA DE LA 6a. REGION SEGUN CELADE, RESTA DE
 LAS POBLACIONES QUE NO ESTAN EN LA HOYA Y SUMA DE LAS QUE
 PERTENECEN A OTRA REGION EN LOS AÑOS QUE SE INDICAN**

	1975	1980	1985	1990	1995	2000	2005
	275.907	308.170	345.291	385.208	426.637	471.952	521.153
San Fco. de Mostazal	6.845	7.988	9.303	10.718	12.186	13.792	15.536
Colol	1.110	1.196	1.296	1.403	1.514	1.636	1.769
Navidad	222	222	222	222	222	222	222
Paredones	695	764	844	930	1.019	1.117	1.224
Pichilemu	3.094	3.342	3.628	3.935	4.254	4.603	4.982
Pumanque	361	361	361	361	361	361	361
Suma	12.327	13.873	15.654	17.569	19.556	21.731	24.094
Villa Alhué	945	950	955	961	967	972	976
A restar	11.382	12.923	14.699	16.608	18.589	20.759	23.118
Población de la hoya	264.525	295.247	330.592	368.600	408.048	451.193	498.035

Estos valores se han llevado al Gráfico N° 2.2

GRAFICO Nº 2.2.

PROYECCIONES DE LAS POBLACIONES URBANA Y RURAL DE LA HOYA DEL RAPEL



2.2 Proyecciones de la Población Rural.

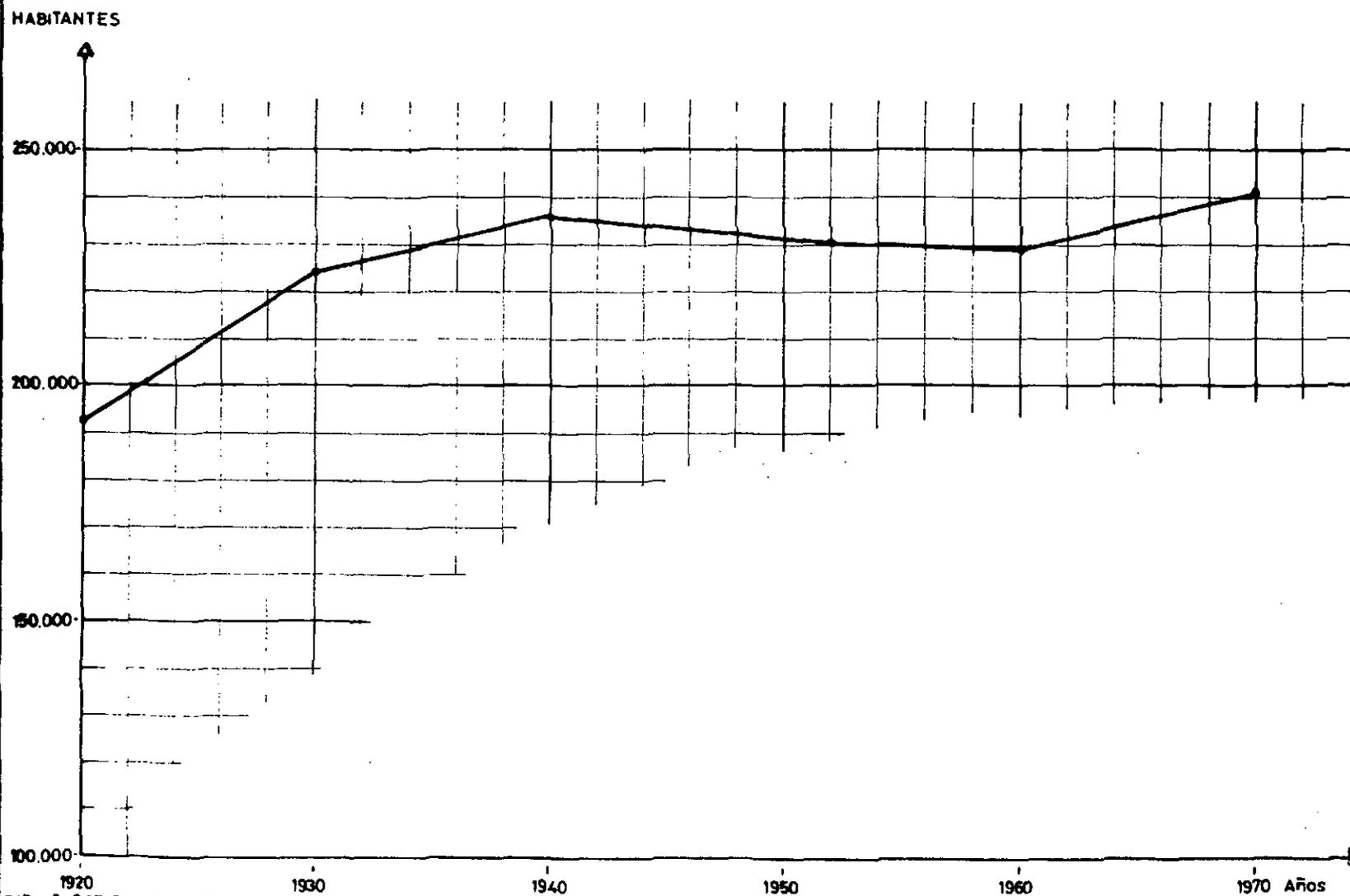
En cuanto a la proyección de la población rural, podemos decir que en esta región históricamente la población rural ha sido más que la urbana y sólo últimamente la población urbana supera a la rural. Por otra parte, el crecimiento de la población rural se puede observar hasta más o menos 1940, de ahí en adelante se estabiliza y tendría una tendencia a disminuir (ver Gráfico Nº 2.2.1)

Celade ha proyectado la población rural de la 6a. Región hasta el año 2000 y esta proyección señala que habría un pequeñísimo crecimiento de población rural hasta 1990 y de ahí en adelante se estabiliza con una tendencia a disminuir. (ver Gráfico Nº 2.2)

En cuanto a la proyección de la población rural en la hoya en estudio, ésta se pudo obtener en proporción con la población de la 6a. Región propuesta por Celade y así tenemos las siguientes cifras :

Población rural de la 6a. Región Proyectada por Celade	1975	1980	1985	1990	1995	2000
	253.713	255.941	258.928	261.118	260.690	257.573
Proporción de la población rural correspondiente a la hoya	223.633	225.597	228.230	230.160	229.783	227.036

GRAFICO Nº 2.2.1
POBLACION RURAL DE LAS PROVINCIAS DE OHIGGINS Y COLCHAGUA
(SEXTA REGION)
DESARROLLO HISTORICO SEGUN CENSOS



La proporción se obtuvo conociendo la población rural de la región en 1970 y descontando las comunas que no están en la hoya, estos valores se han llevado al Gráfico Nº 2.2.

Las comunas que quedan fuera de la hoya tienen una variación de población muy parecida a la variación de población rural de la región y por lo tanto es lícito considerar constante durante el período de la proyección la relación de las poblaciones de la región y las de la hoya.

2.3 Consideraciones sobre Proyecciones de Población de Localidades Urbanas de la Hoya.

Se han examinado las proyecciones de la población de localidades urbanas de la hoya en estudio que ha propuesto la D.O.S en su publicación Nº 19.76 de Diciembre de 1976 y se ha observado lo siguiente :

- 1º Se prevé para la zona un crecimiento de la población urbana mayor que el crecimiento de la población rural (ver Gráfico Nº 2.2).
- 2º Las localidades se pueden clasificar en tres grupos que son : (ver Plano Nº 2.3.1)

GRUPO "A" .- En estas localidades el crecimiento de población entre 1975 y 2005 tiene un factor de multiplicación de toda la población urbana en el mismo período. Toda la población urbana en 30 años (1975 a 2005) se multiplica por alrededor de 1,88. Pertenecen al grupo "A" aquellas localidades cuyo factor de multi-

plicación es igual o superior a esta cifra. (ver Gráficos Nº 2.3.2 y 2.3.3).

GRUPO "B".- Pertenecen a este grupo las localidades cuyo factor de multiplicación entre los años 1975 y 2005 es menor que el factor de multiplicación de toda la población urbana (ver Gráficos Nº 2.3.2 y 2.3.3).

GRUPO "C".- Pertenecen a este grupo las localidades que no crecen o sea tienen un factor de multiplicación entre 1975 y 2005 igual a 1,00.

Se dan a continuación las localidades de los tres grupos.

GRUPO "A"

	Proyección 1975	Factor al Año 2005	Proyección 2005	Censo 1970
1. Rancagua	105.965	2,1961307	232.713	86.957
2. Graneros	10.846	2,1496404	23.315	8.976
3. Santa Cruz	10.339	2,0123803	20.806	8.683
4. Machalí	7.405	2,4579338	18.201	5.835
5. Chimbarongo	6.501	1,9006306	12.356	5.515
6. Las Cabras	3.155	2,264659	6.709	2.599
7. Requínoa	2.666	1,8870967	5.031	2.309
8. Sta. Teresita	2.252	2,4689165	5.560	1.665
9. Coya	1.854	2,2200647	4.116	1.509
10. Pichidegua	1.728	2,2401620	3.871	1.403
11. Quinta de Tilcoco	1.546	2,8382923	4.388	1.179
12. Bellavista	1.284	2,1939252	2.817	1.049
13. Agua Buena	1.231	1,981316	2.439	1.034
14. Los Lirios	1.132	2,200530	2.491	964
15. Rosario de Lo Solis	941	2,3400637	2.202	754
	158.845	2,1846139	347.015	130.431

GRAFICO N° 2.3.2
CIUDADES MAYORES
RANCAGUA Y SAN FERNANDO

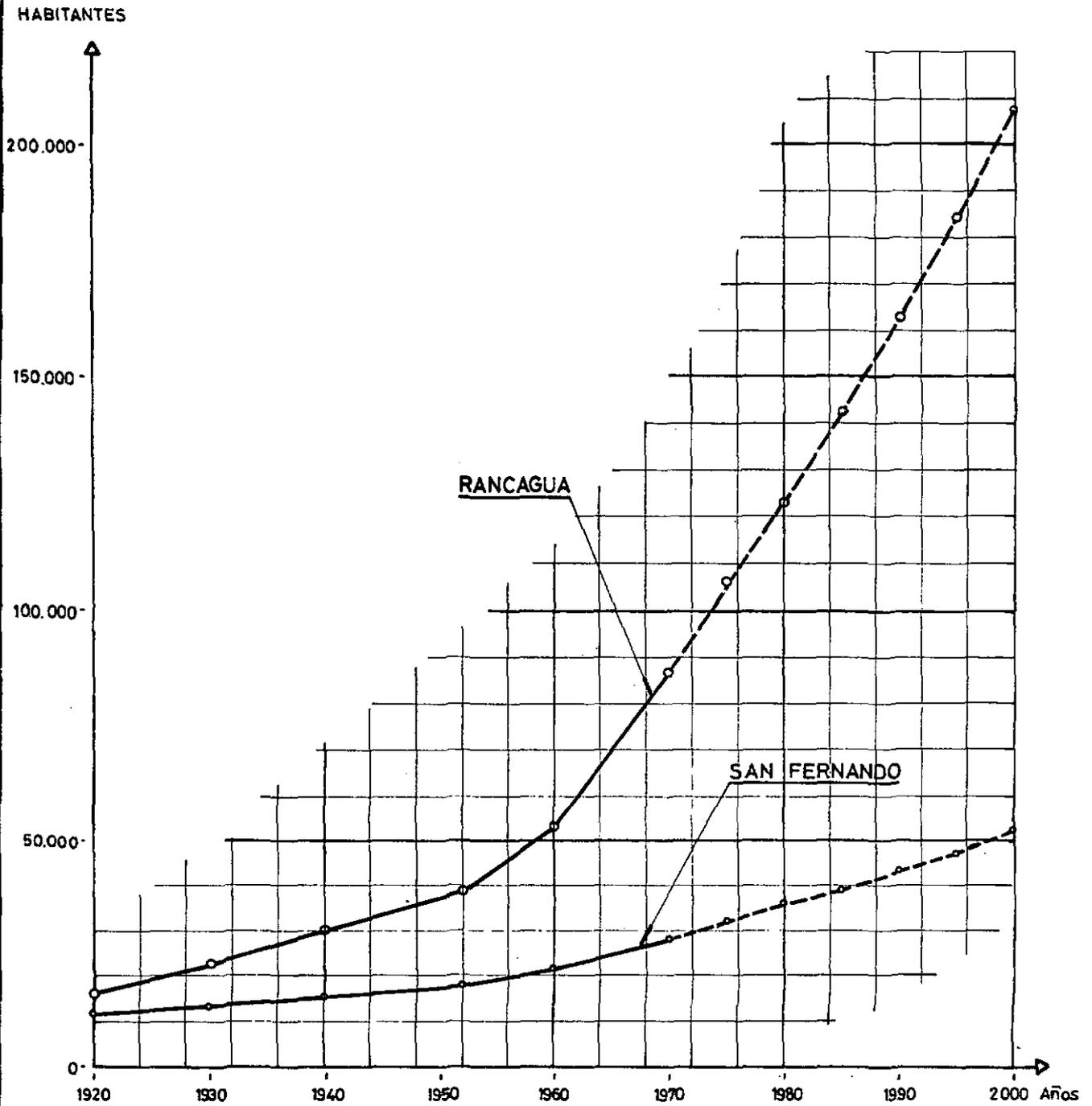
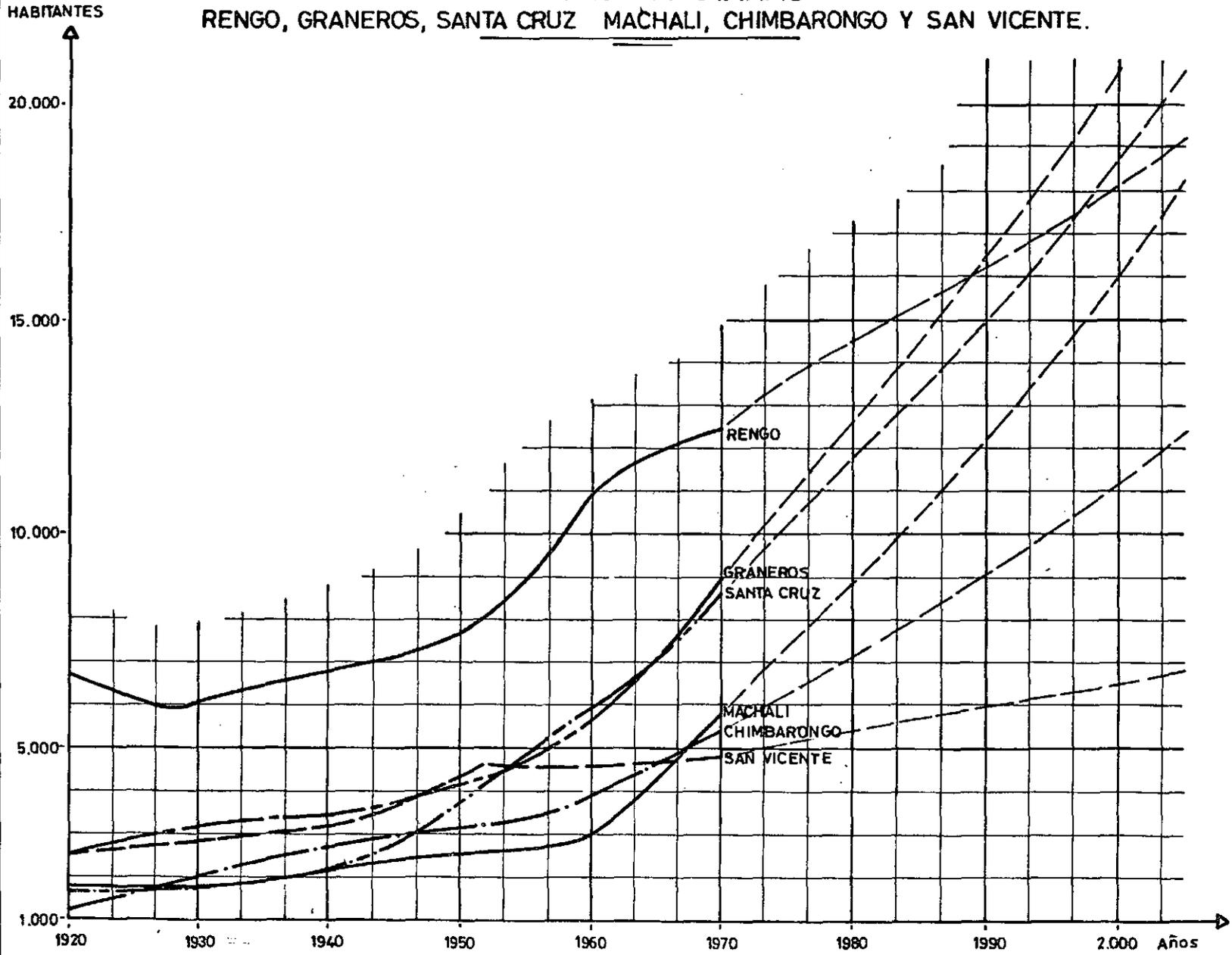


GRAFICO Nº 2.3.3

CIUDADES MEDIANAS

RENGO, GRANEROS, SANTA CRUZ MACHALI, CHIMBARONGO Y SAN VICENTE.



G R U P O "B"

	Proyección 1975	Factor al Año 2005	Proyección 2005	Censo 1970
1. San Fernando	32.322	1,7354124	56.092	27.997
2. Rengo	13.752	1,3963059	19.202	12.517
3. San Vicente	5.294	1,2859841	6.808	4.844
4. Peumo	3.882	1,7640391	6.848	2.977
5. Lo Miranda	3.655	1,8768809	6.860	3.347
6. Nancagua	3.065	1,8261011	5.597	2.630
7. Peralillo	2.306	1,1357328	2.619	2.121
8. Codegua	1.934	1,8169596	3.514	1.658
9. Doñihue	1.914	1,2659352	2.423	2.186
10. Olivar Alto	1.670	1,8005988	3.007	1.301
11. Rosario	1.446	1,3561549	1.961	1.391
12. Malloa	1.274	1,5910518	2.027	1.126
13. Marchigue	1.167	1,4173093	1.654	1.047
14. Olivar Bajo	1.040	1,2605769	1.311	821
15. Convento Viejo	1.009	1,1000991	1.110	917
16. Villa Alhué	945	1,0285714	972	872
	77.416	1,5856153	122.752	68.653

G R U P O "C"

PUEBLOS ESTACIONARIOS

	Proyección 1975	Censo 1970
1. Sewell	9.430	8.919
2. Chépica	2.306	2.182
3. Caletones	1.703	1.611
4. Larmahue	1.377	1.225
5. Requhua	1.240	1.099
6. Población Errázuriz	1.218	1.152
7. Población	1.072	1.014
8. Placilla	1.042	993
9. Pelequén	986	933
10. Palmilla	926	876
11. Coinco	895	853
12. Paniahue	826	784
13. Coltauco	814	778
14. Pencahue	770	729
15. Llallauquén	730	691
16. Roma	565	535
17. Tinguiririca	526	498
18. El Manzano	517	489
19. Sauzal	397	376
20. El Carmen	344	328
21. La Estrella	308	303
22. Zúñiga	272	258
	<hr/>	<hr/>
	28.174	26.627

A-73

A N E X O - A

C U A D R O N^o A-1

POBLACION SEGUN GRANDES GRUPOS DE EDAD.

COMUNA : GRANEROS (O'HIGGINS)

GRUPOS DE EDAD (AÑOS)	U R B A N A	R U R A L	T O T A L	%
0 - 11	3.215	1.633	4.848	36,0
12 - 64	5.345*	2.784	8.129	60,0
65 y más	416	144	560	4,0
Total	8.976	4.561	13.537	100,0
%	66,0	34,0	100,00	

COMUNA : MACHALI (O'HIGGINS)

GRUPOS DE EDAD (AÑOS)	U R B A N A	R U R A L	T O T A L	%
0 - 11	5.855	1.697	7.552	26,0
12 - 64	15.738	4.487	20.225	71,0
65 y más	523	224	747	3,0
Total	22.116	6.408	28.524	100,0
%	78	22	100,00	

A-77

COMUNA : CODEGUA (HOYA RAPEL) (O'HIGGINS)

Continuación A-1

GRUPOS DE EDAD (AÑOS)	U R B A N A	R U R A L	T O T A L	%
0 - 11	663	1.251	1.914	37,0
12 - 64	998	1.974	2.972	58,0
65 y más	129	153	282	5,0
Total	1.790	3.378	5.168	100,0
%	35,0	65,0	100,00	

COMUNA : PEUMO (O'HIGGINS)

GRUPOS DE EDAD (AÑOS)	U R B A N A	R U R A L	T O T A L	%
0 - 11	1.062	2.972	4.034	36,0
12 - 64	1.746	4.995	6.741	60,0
65 y más	169	362	531	4,0
Total	2.977	8.329	11.306	100,0
%	26,0	74	100,00	

COMUNA : PICHIDEGUA (O'HIGGINS)

Continuación A-1

GRUPOS DE EDAD (AÑOS)	U R B A N A	R U R A L	TOTAL	%
0 - 11	945	3.903	4.848	36,0
12 - 64	1.505	6.435	7.940	59,0
65 y más	178	509	687	5,0
Total	2.628	10.847	13.475	100,0
%	20,0	80,0	100,00	

COMUNA : RENGO (O'HIGGINS)

GRUPOS DE EDAD (AÑOS)	U R B A N A	R U R A L	TOTAL	%
0 - 11	4.563	4.762	9.325	33,0
12 - 64	8.498	8.979	17.477	61,0
65 y más	847	771	1.618	6,0
Total	13.908	14.512	28.420	100,0
%	49,0	51,0	100,00	

COMUNA : LAS CABRAS (O'HIGGINS)

Continuación A-1

GRUPOS DE EDAD (AÑOS)	U R B A N A	R U R A L	T O T A L	%
0 - 11	1.537	2.994	4.531	37,0
12 - 64	2.281	4.599	6.880	57,0
65 y más	289	406	695	6,0
Total	4.107	7.999	12.106	100,0
%	34,0	66,0	100,0	

COMUNA : SAN VICENTE (O'HIGGINS)

GRUPOS DE EDAD (AÑOS)	U R B A N A	R U R A L	T O T A L	%
0 - 11	2.059	7.352	9.411	33,0
12 - 64	3.775	13.359	17.134	61,0
65 y más	367	1.428	1.795	6,0
Total	6.201	22.139	28.340	100,0
%	22,0	78,0	100,00	

COMUNA : QUINTA DE TILCOCO (O'HIGGINS)

Continuación A-1

GRUPOS DE EDAD (AÑOS)	U R B A N A	R U R A L	T O T A L	%
0 - 11	406	1.827	2.233	34,0
12 - 64	701	3.161	3.862	60,0
64 y más	72	325	397	6,0
Total	1.179	5.313	6.492	100,0
%	18,0	82,0	100,00	

COMUNA : COINCO (O'HIGGINS)

GRUPOS DE EDAD (AÑOS)	U R B A N A	R U R A L	T O T A L	%
0 - 11	285	1.366	1.651	33,0
12 - 64	497	2.439	2.936	60,0
65 y más	71	278	349	7,0
Total	853	4.083	4.936	100,0
%	17,0	83,0	100,00	

COMUNA : DOÑIHUE (O'HIGGINS)

Continuación A-1

GRUPOS DE EDAD (AÑOS)	U R B A N A	R U R A L	T O T A L	%
0 - 11	1.848	998	2.846	32,0
12- 64	3.513	1.885	5.398	61,0
65 y más	372	215	587	7,0
Total	5.733	3.098	8.831	100,00
%	65,0	35,0	100,00	

COMUNA : COLTAUCO (O'HIGGINS)

GRUPOS DE EDAD (AÑOS)	U R B A N O	R U R A L	T O T A L	%
0 - 11	263	3.736	3.999	34,0
12 - 64	467	6.645	7.112	60,0
65 y más	48	677	725	6,0
Total	778	11.058	11.836	100,0
%	7,0	93,0	100,00	

COMUNA : OLIVAR (O'HIGGINS)

Continuación A-1

GRUPOS DE EDAD (AÑOS)	U R B A N A	R U R A L	T O T A L	%
0 - 11	713	1.108	1.821	33,0
12 - 64	1.261	2.023	3.284	61,0
65 y más	148	169	317	6,0
Total	2.122	3.300	5.422	100,0
%	39,0	61,0	100,00	

COMUNA : REQUINOA (O'HIGGINS)

GRUPOS DE EDAD (AÑOS)	U R B A N O	R U R A L	T O T A L	%
0 - 11	1.147	2.614	3.761	35,0
12 - 64	1.953	4.534	6.487	60,0
65 y más	173	310	483	5,0
Total	3.273	7.458	10.731	100,0
%	31,0	69,0	100,00	

COMUNA : MALLOA (O'HIGGINS)

Continuación A-1

GRUPOS DE EDAD (AÑOS)	U R B A N A	R U R A L	T O T A L	%
0 - 11	974	2.420	3.394	35,0
12 - 64	1.609	4.096	5.705	59,0
65 y más	205	409	614	6,0
Total	2.788	6.925	9.713	100,0
%	29,0	71,0	100,00	

COMUNA : R A N C A G U A (O'HIGGINS)

GRUPOS DE EDAD (AÑOS)	U R B A N A	R U R A L	T O T A L	%
0 - 11	27.847	2.585	30.432	32,0
12 - 64	55.526	5.191	60.717	64,0
65 y más	3.584	297	3.881	4,0
Total	86.957	8.073	95.030	100,0
%	92,0	8,0	100,00	

COMUNA : ALHUE (SANTIAGO)

Continuación A - 1

GRUPOS DE EDAD (AÑOS)	U R B A N A	R U R A L	T O T A L	%
0 - 11	314	1.526	1.840	36,0
12 - 64	476	2.508	2.984	58,0
65 y más	82	205	287	6,0
Total	872	4.239	5.111	100,0
%	17,0	83,0	100,00	

COMUNA SAN PEDRO (HOYA RAPEL) (SANTIAGO)

GRUPOS DE EDAD (AÑOS)	U R B A N A	R U R A L	T O T A L	%
0 - 4		269	269	34,0
12 - 64		494	494	61,0
65 y más		42	42	5,0
Total		805	805	100,0
%		100,00	100,00	

COMUNA : NAVIDAD (HOYA RAPEL) (SANTIAGO)

Continuación A-1

GRUPOS DE EDAD (AÑOS)	U R B A N O	R U R A L	T O T A L	%
0 - 11	238	694	932	34,0
12- 64	413	1.210	1.623	59,0
65 y más	50	139	189	7,0
Total	701	2.043	2.744	100,0
%	25,0	75,0	100,00	

COMUNA : SANTO DOMINGO (HOYA RAPEL) (SANTIAGO)

GRUPOS DE EDAD (AÑOS)	U R B A N O	R U R A L	T O T A L	%
0 - 11		136	136	36,0
12 - 64		222	222	60,0
65 y más		15	15	4,0
Total		373	373	100,0
%		100,00	100,00	

COMUNA : TENO (HOYA RAPEL) (CURICO)

Continuación A-1

GRUPOS DE EDAD (AÑOS)	U R B A N O	R U R A L	T O T A L	%
0 - 11	-	1.678	1.678	37,0
12 - 64	-	2.627	2.627	58,0
65 y más	-	203	203	5,0
Total	-	4.508	4.508	100,0
%	-	100,00	100,00	

COMUNA : PLACILLA (COLCHAGUA)

Continuación A-1

GRUPOS DE EDAD (AÑOS)	U R B A N O	R U R A L	T O T A L	%
0 - 11	353	1.949	2.302	36,0
12 - 64	563	3.216	3.779	58,0
65 y más	77	325	402	6,0
Total	993	5.490	6.483	100,0
%	15,00	85,0	100,0	

COMUNA : SANTA CRUZ (COLCHAGUA)

GRUPOS DE EDAD (AÑOS)	U R B A N O	R U R A L	T O T A L	%
0 - 11	2.901	3.116	6.017	33,0
12 - 64	5.349	5.664	11.013	61,0
65 y más	433	544	977	6,0
Total	8.683	9.324	18.007	100,0
%	48,0	52,0	100,00	

COMUNA : PALMILLA (COLCHAGUA)

Continuación A-1

GRUPOS DE EDAD (AÑOS)	U R B A N O	R U R A L	T O T A L	%
0 - 11	631	4.086	4.717	38,0
12 - 64	929	6.209	7.138	58,0
65 y más	100	458	558	4,0
Total	1.660	10.753	12.413	100,0
%	13,0	87,0	100,00	

COMUNA : CHEPICA (COLCHAGUA)

GRUPOS DE EDAD (AÑOS)	U R B A N O	R U R A L	T O T A L	%
0 - 11	766	3.182	3.948	35,0
12 - 64	1.232	5.348	6.580	59,0
65 y más	184	530	714	6,0
Total	2.182	9.060	11.242	
%	19,0	81,0	100,0	

COMUNA : FERALILLO (COLCHAGUA)

Continuación A-1

GRUPOS DE EDAD (AÑOS)	U R B A N O	R U R A L	T O T A L	%
0 - 11	1.110	1.702	2.812	35,0
12 - 64	1.808	2.911	4.719	60,0
65 y más	217	192	409	5,0
Total	3.135	4.805	7.940	100,0
%	39,0	61,0	100,00	

COMUNA : LA ESTRELLA (HOYA RAPEL) COLCHAGUA

GRUPOS DE EDAD (AÑOS)	U R B A N O	R U R A L	T O T A L	%
0 - 11	106	1.100	1.206	35,0
12 - 64	167	1.856	2.023	59,0
65 y más	30	178	208	6,0
Total	303	3.134	3.437	100,0
%	9,0	91,0	100,00	

COMUNA: SAN FERNANDO (COLCHAGUA)

Continuación A-1

GRUPOS DE EDAD (AÑOS)	U R B A N A	R U R A L	T O T A L	%
0 - 11	9.950	4.755	14.705	33,0
12 - 64	18.563	8.900	27.463	62,0
65 y más	1.551	714	2.265	5,0
Total	30.064	14.369	44.433	100,0
%	68,0	32,0	100,00	

COMUNA: CHIMBARONGO (COLCHAGUA)

GRUPOS DE EDAD (AÑOS)	U R B A N O	R U R A L	T O T A L	%
0 - 11	2.296	3.996	6.292	35,0
12 - 64	3.642	6.681	10.323	59,0
65 y más	494	521	1.015	6,0
Total	6.432	11.198	17.630	100,0
%	36,0	64,0	100,00	

COMUNA: NANCAGUA (COLCHAGUA)

Continuación A-1

GRUPOS DE EDAD (AÑOS)	U R B A N O	R U R A L	T O T A L	%
0 - 11	919	2.987	3.906	35,0
12 - 64	1.528	5.042	6.570	59,0
65 y más	183	516	699	6,0
Total	2.630	8.545	11.175	100,0
%	24,0	76,0	100,00	

COMUNA: PUMANQUE (HOYA RAPEL) (COLCHAGUA)

GRUPOS DE EDAD (AÑOS)	U R B A N O	R U R A L	T O T A L	%
0 - 11		252	252	34,0
12 - 64		437	437	59,0
65 y más		54	54	7,0
Total		743	743	100,0
%		100,0	100,00	

COMUNA: MARCHIGUE (COLCHAGUA)

Continuación A-1

GRUPOS DE EDAD (AÑOS)	U R B A N O	R U R A L	T O T A L	%
0 - 11	357	1.158	1.515	34,0
12 - 64	611	2.032	2.643	59,0
65 y más	79	213	292	7,0
Total	1.047	3.403	4.450	100,0
%	24,0	76,0	100,0	

COMUNA: PICHILEMU (HOYA RAPEL) (COLCHAGUA)

GRUPOS DE EDAD (AÑOS)	U R B A N O	R U R A L	T O T A L	%
0 - 11		139	139	38,0
12 - 64		205	205	56,0
65 y más		21	21	6,0
Total		365	365	100,0
%		100,0	100,0	

COMUNA: ROSARIO (HOYA RAPEL) (COLCHAGUA)

Continuación A-1

GRUPOS DE EDAD (AÑOS)	U R B A N A	R U R A L	T O T A L	%
0 - 11	272	768	1.040	36,0
12 - 64	440	1.238	1.678	58,0
65 y más	42	122	164	6,0
Total	754	2.128	2.882	100,0
%	26,0	74,0	100,00	

C U A D R O N° A-2

C E N S O 1 9 7 0 . -

HOYA RAPEL: Población de 10 años y más por Alfabetismo y sexo. Según Comunas.

POBLACION DE 10 AÑOS Y MAS.-

A L F A B E T I S M O . -

C O M U N A S T O T A L	A L F A B E T O		A N A L F A B E T O		N O D E C L A R A D O		TOTAL	% de analfab. descontando los no declarados. Hoya Rapel:....	
	HOMBRES	MUJERES	HOMBRES	MUJERES	HOMBRES	MUJERES	ANALFA-BETOS		
T O T A L	322.638								
%	100.00								
		124.175	120.126	27.513	24.678	13.025	13.121	52.191	
		75,72%		16,18%		8,10%			
RANCAGUA	64.461	25.122	28.476	2.478	3.279	4.756	5.350	5.757	9,7
GRANEROS	9.465	3.403	3.324	731	691	618	698	1.422	17,5
MACHALI	22.230	11.591	6.326	1.001	864	1.582	866	1.865	9,4
DOÑIHUE	6.452	2.079	2.213	467	487	564	642	954	18,2
COLTAUCO	8.523	3.303	3.222	1.049	804	85	60	1.853	22,1
CODEGUA	3.554	1.471	1.318	373	336	28	28	709	20,3
PEUMO	7.903	2.980	2.810	771	671	323	348	1.442	19,9
LAS CABRAS	8.318	2.917	2.936	1.275	984	108	98	2.259	27,8
SAN VICENTE	20.451	7.636	7.604	1.901	1.513	874	923	3.414	18,3
PICHIDEGUA	9.387	3.496	3.223	1.236	867	321	244	2.103	23,8
RENGO	20.670	7.295	7.641	1.687	1.509	1.246	1.292	3.196	17,6
REQUINOA	7.563	2.932	2.759	736	612	251	273	1.348	19,2
MALLOA	6.873	2.774	2.643	770	548	78	60	1.318	19,6
YTA. DE TILCOCO	4.606	1.916	1.754	466	373	52	45	839	18,6
COINCO	3.568	1.456	1.474	311	231	45	51	542	15,6
OLIVAR	3.892	1.341	1.235	315	281	383	337	596	18,8
SANTA CRUZ	12.982	4.970	5.160	1.279	1.264	138	171	2.543	20,1
PALMILLA	8.455	3.174	2.810	1.171	921	201	178	2.092	25,9
MEPICA	7.945	2.910	2.844	1.022	905	140	124	1.927	25,1

A-111

Continuación cuadro anterior.-

CUADRO Nº A-2

C O M U N A S	T O T A L	A L F A B E T O		A N A L F A B E T O		N O D E C L A R A D O		T O T A L	% de analfab. descortando los no declara- dos. Hoya Rapel:...
		H O M B R E S	M U J E R E S	H O M B R E S	M U J E R E S	H O M B R E S	M U J E R E S		
T O T A L	322.638	124.175	120.126	27.513	24.678	13.025	13.121	52.191	17,6%
%	100.00	75,72%		16,18%		8,10%			
PERALILLO	5.572	2.213	1.983	692	570	47	67	1.262	23,1
PUMANQUE	527	178	187	81	71	6	4	152	29,4
MARCHIGUE	3.176	1.168	1.159	346	280	101	122	626	21,2
PICHILEMU	246	86	88	36	31	3	2	67	27,8
ROSARIO	2.018	780	726	251	239	10	12	490	24,5
LA ESTRELLA	2.435	976	823	278	276	33	49	554	23,5
SAN FERNANDO	32.145	13.015	13.307	2.334	2.252	571	666	4.586	14,8
CHIMBARONGO	12.347	4.878	4.533	1.438	1.302	101	95	2.740	22,5
NANCAGUA	7.905	3.143	2.943	874	750	107	88	1.624	21,1
PLACILLA	4.530	1.690	1.608	623	516	48	45	1.139	25,7
ALHUE	3.579	1.122	1.016	746	585	64	46	1.331	38,4
SAN PEDRO	583	222	186	81	75	10	9	156	27,7
NAVIDAD	1.979	748	723	228	192	45	43	420	22,2
STO. DOMINGO	255	92	82	36	33	7	5	69	28,4
TENO	3.043	1.098	990	430	366	79	80	796	27,6

CUADRO N° A-3

C E N S O 1 9 7 0 . -

POBLACION DE 5 AÑOS Y MAS . -

TIPO DE ENSEÑANZA

HOYA RAPEL: Población de 5 años y más que asiste a instituciones de enseñanza regular por tipo de enseñanza. Según Comunas.

COMUNAS	TOTAL	Primaria Secund.			Comer- cial	Indus- trial	Agrí- cola	Técnica Femenina	Normal	Univer- sitaria	Otra	Igno- rada	% del total de mayores de 5 años por Comu- nas.-
		Ninguna	Básica	Media									
T O T A L	119.703	431	103.627	12.796	899	505	244	327	47	495	0	332	
%	100,00	0,36	86,57	10,69	0,75	0,42	0,21	0,27	0,04	0,41	0,00	0,28	
Rancagua	27.428	6	21.615	4.586	425	203	6	93	13	311	0	170	33,1
Graneros	3.880	2	3.394	375	19	12	6	45	4	13	0	10	33,3
Machalí	5.905	3	5.203	551	52	55	2	15	1	15	0	8	23,2
Dofñihue	2.306	0	2.048	200	16	13	4	15	1	6	0	3	30,0
Coltauco	3.107	12	2.811	145	6	9	113	3	1	1	0	6	30,0
Codegua	1.302	0	1.221	61	2	2	9	2	0	4	0	1	30,0
Peumo	2.906	1	2.672	206	2	6	2	9	0	5	0	3	30,1
Las Cabras	3.079	2	2.984	79	1	3	1	0	0	3	0	6	29,8
Sn. Vicente	7.480	7	6.741	673	12	10	4	12	0	12	0	9	30,3
Pichidegua	3.256	1	3.141	103	2	2	1	1	1	0	0	4	28,2
Rengo	7.461	25	6.239	1.026	36	21	18	13	3	30	0	50	30,3
Requínoa	2.881	8	2.621	225	11	7	0	4	1	3	0	1	31,4
Malloa	2.502	0	2.248	210	6	7	2	22	0	4	0	3	29,9
Qta. Tilcoco	1.626	0	1.480	116	0	3	15	11	0	1	0	0	28,9
Coinco	1.251	0	1.159	85	2	1	0	1	0	3	0	0	29,2
Olivar	1.359	5	1.208	102	13	3	1	4	0	5	0	18	28,9
Sta. Cruz	5.236	50	4.368	747	38	8	0	2	4	12	0	7	33,7
Palmilla	3.333	4	3.065	230	13	12	0	3	1	2	0	3	31,9
Chépica	2.950	120	2.665	140	11	7	0	2	1	1	0	3	30,5
Peralillo	1.972	1	1.816	146	1	4	1	0	1	2	0	0	29,1
Pumanque	168	2	162	4	0	0	0	0	0	0	0	0	26,2
Marchigüe	991	8	925	43	3	4	3	2	0	2	0	1	26,1
Pichilemu	85	1	82	2	0	0	0	0	0	0	0	0	27,4

Continuación Cuadro anterior.

CUADRO N° A-3

COMUNAS	TOTAL	Nin- guna	Prim. o Básica	Sec. o Media	Comer- cial	Indus- trial	Agri- cola	Téc- n. Femen.	Normal	Uni- versitaria	Otra	Ignora- da	% del total de mayores de 5 años por Comu- nas.
T O T A L	119.703	431	103.627	12.796	899	505	244	327	47	495	0	332	
%	100.00	0,36	86,57	10.69	0,75	0,42	0,21	0,27	0,04	0,41	0,00	0,28	
Rosario	675	0	664	8	1	0	2	0	0	0	0	0	27,3
La Estrella	741	5	720	14	0	0	0	0	0	0	0	2	24,9
Sn. Fernando	13.047	76	10.515	2.040	178	84	42	48	10	45	0	9	33,8
Chimbarongo	4.784	32	4.422	254	27	17	6	15	1	6	0	4	31,5
Nancagua	3.046	15	2.784	217	13	2	1	5	1	4	0	4	31,6
Placilla	1.687	1	1.554	117	8	4	0	0	0	3	0	0	30,2
Alhué	1.120	9	1.107	2	0	1	0	0	0	0	0	1	25,5
Sn. Pedro	190	4	178	7	0	1	0	0	0	0	0	0	27,0
Navidad	695	11	654	22	0	1	5	0	0	1	0	1	29,0
Sto. Domingo	100	5	88	6	0	1	0	0	0	0	0	0	31,1
Teno	1.154	15	1.073	54	1	2	0	0	3	1	0	5	30,1

A-137

C U A D R O N^o A - 4

C E N S O 1 9 7 0 . -

HOYA RAPEL: Población de 12 años y más por tipo de actividad y sexo, según Comunas.

COMUNAS	ACTIVA				NO ACTIVAS			NO DECLARADAS		
	TOTAL	Hombres	Mujeres	%	Hombres	Mujeres	%	Hombres	Mujeres	%
T O T A L	298.302	110.502	19.977	43,74	39.435	123.700	54,69	2.532	2.156	1,57
%	100,00	37,04	6,70		13,22	41,47		0,85	0,72	
Rancagua	64.598	20.807	6.566	42,37	8.772	27.825	56,65	311	317	0,98
Graneros	8.689	3.190	518	42,67	1.127	3.762	56,27	46	46	1,06
Machalí	20.972	11.508	1.213	60,66	1.879	6.148	38,28	151	73	1,06
Doñihue	5.985	2.063	360	40,49	778	2.651	57,29	68	65	2,22
Coltauco	7.837	2.997	297	42,03	1.060	3.424	57,22	35	24	0,75
Codegua	3.254	1.259	132	42,75	435	1.358	55,10	42	28	2,15
Peumo	7.272	2.812	450	44,86	911	3.034	54,25	32	33	0,89
Las CABRAS	7.575	2.831	336	41,81	1.052	3.295	57,39	36	25	0,80
San Vicente	18.929	6.924	1.041	42,08	2.614	8.108	56,64	127	115	1,28
Pichidegua	8.627	3.641	368	46,47	974	3.562	52,58	48	34	0,95
Rango	19.095	6.539	1.422	41,69	2.639	8.018	55,81	257	220	2,50
Requínoa	6.970	2.639	335	42,67	948	2.966	56,16	43	39	1,17
Malloa	6.319	2.451	266	43,00	817	2.665	55,10	66	54	1,90
Qta.de Tilcoco	4.259	1.670	161	43,00	554	1.812	55,55	44	18	1,45
Coinco	3.285	1.259	160	43,20	381	1.423	54,92	35	27	1,89
Olivar	3.601	1.429	199	45,21	433	1.463	52,65	41	36	2,14
Sta.Cruz	11.990	3.964	1.011	41,50	1.786	4.984	56,46	135	110	2,04
Palmilla	7.696	2.937	298	42,04	1.084	3.175	55,35	109	93	2,62
Chépica	7.294	2.699	282	40,87	976	3.174	56,90	86	77	2,23
Peralillo	5.128	1.947	192	41,71	706	2.163	55,95	65	55	2,34
Pumanque	491	178	16	39,51	62	221	57,64	9	5	2,85
Marchigue	2.935	1.102	137	42,21	353	1.257	54,86	37	49	2,93
Pichilemu	226	80	9	39,38	30	102	58,41	3	2	2,21

Continuación Cuadro N° A-4

COMUNAS	ACTIVAS				NO ACTIVAS			NO DECLARADAS		
	TOTAL	Hombres	Mujeres	%	Hombres	Mujeres	%	Hombres	Mujeres	%
T O T A L	298.302	110.502	19.977	43,74	39.435	123.700	54,69	2.532	2.156	1,57
%	100,00	37,04	6,70		13,22	41,47		0,85	0,72	
Rosario	1.842	705	62	41,64	212	805	55,21	32	26	3,15
La Estrella	2.231	895	75	43,48	233	948	52,93	43	37	3,59
Sn. Fernando	29.728	10.099	2.851	43,56	4.360	11.934	54,81	257	227	1,63
Chimbarongo	11.338	4.202	510	41,56	1.577	4.848	56,67	104	97	1,77
Nancagua	7.269	2.707	286	41,18	1.024	3.129	57,13	68	55	1,69
Placilla	4.181	1.598	138	41,52	564	1.815	56,90	34	32	1,58
Alhué	3.271	1.304	90	42,62	406	1.364	54,11	68	39	3,27
San Pedro	536	225	17	45,15	57	226	52,80	6	5	2,05
Navidad	1.812	664	52	39,51	238	789	56,68	37	32	3,81
Sto. Dgo.	237	88	9	40,93	33	100	56,12	5	2	2,95
Teno	2.830	1.089	118	42,65	360	1.152	53,43	52	59	3,92

C U A D R O N º A - 5

C E N S O 1 9 7 0

HOYA RAPEL: Población de 12 años y más "económicamente activa" por grandes grupos de ocupación, por Comunas.

COMUNAS	TOTAL	GRANDES GRUPOS DE OCUPACION										
		Profesion. Técnicos y afines	Gerentes Administr. Directiv.	Empleados de Oficín. y afines	Vendedor. y afines	Agricul. Pescad. y afines	Conduct. transpor. y afines	Artesan. y operar.	Otros artesanos y operarios Canteros, etc	Miñeros y	Obreros y jornaleros.	Trabajadores en servicio y afines
T O T A L	130.479	6.129	1.917	7.198	7.427	51.842	3.969	16.517	7.967	8.378	11.229	7.912
(%)	100,00	4,70	1,50	5,50	5,70	39,70	3,00	12,70	6,10	6,40	8,60	6,10
Rancagua	27.373	1.976	602	2.901	2.760	2.522	356	5.775	1.984	2.283	3.620	1.594
Graneros	3.708	136	52	235	173	1.240	151	584	285	279	317	256
Machali	12.721	670	114	785	317	859	314	2.874	2.258	2.811	1.025	694
Doñihue	2.423	58	50	94	148	979	102	293	149	177	169	204
Coltauco	3.294	77	35	56	106	2.222	47	218	92	61	151	229
Codegua	1.391	31	6	15	41	1.013	17	93	45	22	56	52
Peumo	3.262	141	35	133	182	1.881	90	271	58	67	276	128
Las Cabras	3.167	90	37	66	146	2.098	63	191	32	71	182	191
San Vicente	7.965	290	99	288	463	4.450	234	654	144	248	580	515
Pichidegua	4.009	78	52	55	138	2.996	44	251	84	54	160	97
Rengo	7.961	426	119	418	523	3.242	217	866	539	328	719	564
Requínoa	2.974	80	17	99	127	1.631	91	228	205	175	198	123
Malloa	2.717	62	35	46	109	1.751	77	174	156	57	170	80
Ota.Tilcoco	1.831	60	32	26	59	1.268	35	132	51	28	93	47
Coinco	1.419	43	17	31	61	826	37	109	108	57	96	34
Olivar	1.628	40	20	51	47	857	63	186	119	83	92	70

Continuación Cuadro N° A-5

COMUNAS	TOTAL	GRANDES GRUPOS DE OCUPACION										
		Profesion. Técnicos y afines	Gerentes Administr. Directivos	Empleados de oficin. y afines	Vendedor y afines	Agricultor. Pescadores y afines	Conductor. Transport. y afines	Artesanos y opera- rios	Otros artes. y operarios canteros, mi- neros y afin.	Obreros y jornaleros	Trabajador. en servicio y afines	Trabajadores en ocupaciones no declaradas y otros traba- jadores.
T O T A L	130.479	6.129	1.917	7.198	7.421	51.842	3.969	16.517	7.967	8.378	11.229	7.912
(%)	100.00	4,70	1,50	5,50	5,70	39,70	3,00	12,70	6,10	6,40	8,60	6,10
Sta. Cruz	4.975	333	111	293	334	1.755	157	581	247	175	577	412
Palmilla	3.235	70	13	91	72	2.276	59	135	81	66	132	240
Chépica	2.981	70	44	56	108	2.016	58	134	74	41	154	226
Peralillo	2.139	54	29	58	81	1.468	34	138	38	43	118	78
Pumanque	194	3	3	3	5	127	2	12	3	4	8	14
Marchigue	1.239	48	13	43	36	776	35	95	33	56	63	41
Pichilemu	89	3	1	3	5	48	2	9	5	3	5	5
Rosario	767	23	8	13	34	468	13	51	50	26	22	59
La Estrella	970	18	6	9	21	733	12	36	20	18	44	53
Sn. Fernando	12.950	915	233	1.044	895	3.706	420	1.571	547	914	1.548	1.157
Chimbarongo	4.712	140	63	96	170	2.868	101	388	235	105	260	286
Nancagua	2.993	72	27	98	110	1.848	65	216	218	49	170	120
Placilla	1.736	39	13	32	63	1.233	20	77	65	30	30	83
Alhué	1.394	26	10	20	31	1.058	17	52	15	9	45	111
Sn. Pedro	242	5	1	5	4	160	6	26	2	5	13	15
Navidad	716	18	6	11	11	542	6	37	7	7	23	48
Sto. Dgo.	97	3	1	2	1	66	1	5	1	2	6	9
Teno	1.207	31	13	22	40	849	23	55	17	24	54	79

C U A D R O N º A - 6

C E N S O 1 9 7 0

HOYA RAPEL: Población de 5 años y más por "Status Migratorio" y sexo, según Comuna de residencia habitual actual.

COMUNAS	TOTAL	MIGRANTES		NO MIGRANTES		NO DECLARADOS	
		Hombres	Mujeres	Hombres	Mujeres	Hombres	Mujeres
T O T A L	388.062	15.282	13.853	180.356	175.654	1.940	977
%	100,00	3,94	3,57	46,48	45,26	0,50	0,25
Rancagua	81.559	4.059	4.484	34.036	38.569	274	137
Graneros	11.493	594	595	5.155	5.092	27	30
Machalí	24.654	2.739	1.126	11.606	8.420	717	46
Dofñihue	7.594	207	217	3.474	3.664	13	19
Coltauco	10.217	310	238	5.006	4.641	14	8
Codegua	4.305	119	114	2.110	1.949	8	5
Peumo	9.543	198	221	4.731	4.378	7	8
Las Cabras	10.159	229	253	5.010	4.648	11	8
San Vicente	24.291	593	605	11.771	11.262	29	31
Pichidegua	11.310	280	227	5.689	5.065	31	18
Rengo	23.919	959	957	10.842	11.098	24	39
Requínoa	9.081	293	230	4.397	4.130	16	15
Malloa	8.254	245	268	4.056	3.670	10	5
Qta. de Tilcoco	5.527	158	111	2.706	2.527	19	6
Coinco	4.214	62	102	2.093	1.949	3	5
Olivar	4.600	250	175	2.126	2.040	5	4
Sta. Cruz	15.212	333	376	7.145	7.314	22	22
Palmilla	10.195	119	136	5.247	4.666	15	12
Chépica	9.514	101	104	4.746	4.532	11	20
PERalillo	6.727	80	81	3.483	3.074	3	6
Pumanque	645	8	8	318	310	1	0
Marchigüe	3.743	50	63	1.854	1.753	13	10
Pichilemu	308	6	6	150	145	1	0

Continuación Cuadro N° A-6

COMUNAS	MIGRANTES		NO MIGRANTES		NO DECLARADOS		
	TOTAL	Hombres	Mujeres	Hombres	Mujeres	Hombres	Mujeres
T O T A L	388.062	15.282	13.853	180.356	175.654	1.940	977
%	100,00	3,94	3,57	46,48	45,26	0,50	0,25
Rosario	2.478	33	47	1.252	1.143	1	2
La Estrella	2.978	28	18	1.530	1.394	3	5
Sn. Fernando	37.650	1.459	1.369	17.045	17.673	59	45
Chimbarongo	14.868	333	382	7.372	6.754	16	11
Nancagua	9.474	147	173	4.722	4.378	41	13
Placilla	5.485	119	128	2.714	2.515	1	8
Alhué	4.373	43	30	2.246	1.966	54	34
San PEDRO	703	17	17	354	310	3	2
Navidad	2.404	11	19	1.202	1.163	6	3
Sto. Domingo	319	4	3	162	149	1	0
Teno	3.801	84	83	1.886	1.734	8	6
Otra Provin.	5.844	994	865	2.120	1.579	146	140
País Extranj.	46	18	22	0	0	3	3
No declarado	575	0	0	0	0	324	251

C U A D R O N^o A-7

C E N S O 1 9 7 0

HOYA RAPEL: Población y densidad de población por Comunas

	Superficie *(Hás.)	Población *(1970)	Densidad (H/Hás.)	Superficie Agrícola (IREN) (Hás.)	Densidad de la Pobl. total por /c 100 Hás.	Población Agrícola Activa	Densidad de la Población Agrícola Activa por cada 100 Hás. agrícolas.
Rancagua	28.730	95.030	3,55	16.923,4	561,5	2.522	14,9
**Graneros	38.040	13.537	0,53	**17.854,0	113,3	1.240	12,6
Machalí	253.130	28.524	0,11	7.827,3	364,4	859	11,0
Doñihue	8.820	8.831	1,00	3.329,2	265,3	979	29,4
Coltauco	22.040	11.836	0,54	11.875,4	99,7	2.222	18,7
**Codegua	-	6.698	-	** -	-	1.013	-
Peumo	14.640	11.306	0,77	8.803,0	128,4	1.881	21,4
Las CABRAS	48.460	12.106	0,25	29.998,4	40,4	2.098	7,0
San Vicente	49.780	28.340	0,57	30.693,6	92,3	4.450	14,5
Pichidegua	25.540	13.475	0,53	18.584,4	72,5	2.996	16,1
Rengo	75.470	28.420	0,38	32.282,1	88,0	3.242	10,0
Requínoa	51.070	10.731	0,21	14.786,1	72,6	1.631	11,0
Malloa	22.550	9.713	0,43	15.505,3	62,6	1.751	11,3
Qta.Tilcoco	4.820	6.492	1,35	5.065,0	128,2	1.268	25,0
Coinco	9.760	4.936	0,51	5.423,3	91,0	826	15,2
Olivar	5.500	5.422	0,99	3.618,6	149,8	857	23,7
*Sta.Cruz	55.690	19.324	0,35	33.168,4	58,3	1.883	5,7
Palmilla	33.880	12.413	0,37	25.581,0	48,5	2.276	8,9
Chépica	26.660	11.242	0,42	23.411,9	48,0	2.016	8,6
Peralillo	38.750	7.940	0,21	33.939,2	23,4	1.468	4,3
*Pumanque	32.670	3.164	0,10	34.202,9	9,3	588	1,7

Continuación Cuadro N° A-7.-

COMUNAS	Superficie *(Hás.)	Población *(1970)	Densidad (H/Hás.)	Superficie Agríc.(IREN) (Hás.)	Densidad de la po blación total por cada 100 Hás.	Población Agrícola Activa	Densidad de la pobl. agrícola activa por cada 100 Hás.agric.
Marchigüe	38.710	4.450	0,12	50.793,0	8,8	776	1,5
*Pichilemu	83.490	8.054	0,10	66.105,9	12,2	1.054	1,6
*Rosario	30.680	3.420	0,11	39.550,7	8,6	555	1,4
*La Estrella	55.120	3.758	0,07	39.216,0	9,6	801	2,0
San Fernando	241.700	44.433	0,18	60.743,9	73,2	3.706	6,1
Chimbarongo	44.430	17.630	0,40	27.877,7	63,2	2.868	10,3
Nancagua	14.290	11.175	0,78	9.539,0	117,2	1.848	19,4
Placilla	14.850	6.483	0,44	9.744,0	66,5	1.233	12,7
Alhué	98.290	5.111	0,05	-	-	-	-
*Sn. Pedro	99.100	8.223	0,08	-	-	-	-
*Navidad	51.740	6.619	0,13	-	-	-	-
*Sto. Domingo	54.400	4.101	0,08	-	-	-	-
* Teno	60.590	17.827	0,29	-	-	-	-
TOTAL	1.731.390	490.764	0,28				

NOTA:
 * Se considerará el total de la superficie de estas Comunas, así como el total de su población, sin tomar en cuenta si se encuentran total o parcialmente dentro de la Hoya Rapel.
 ** La Comuna Codegua es de posterior creación a la publicación de estos datos. En todo caso, nació al dividirse la comuna de Graneros, dentro de la cual se consideraron las dos Comunas juntas, para efectos de cálculos.

Los datos de la superficie agrícola de las Comunas de Alhué, San Pedro, Navidad, Santo Domingo y Teno son muy antiguos (1964-1965), por lo que se optó por no incluirlos.

II. - DEMANDA DE AGUA DIFERENTE DE RIEGO.

1.- USO URBANO DEL AGUA

- 1.1 Generalidades
- 1.2 Producción y Consumo
- 1.3 Dotaciones
- 1.4 Consumo Anual Totalizado
- 1.5 Fuentes de Abastecimiento
- 1.6 Estructura del Consumo
- 1.7 Variaciones con el Tiempo
- 1.8 Consumos Futuros

1. USO URBANO DEL AGUA.

1.1 GENERALIDADES.

Los usos urbanos del agua se efectúan a través de los Servicios de Agua Potable, sean urbanos o rurales y por autoservicio en la población dispersa en los campos.

La importancia, en cantidad, del agua potable se aprecia en primer lugar, a través de la cantidad de habitantes de la cuenca, lo que se puede resumir del siguiente modo:

- Rancagua, la ciudad más importante de la cuenca tenía 106.323 habitantes según estimación en 1975.
- San Fernando, Rengo, Santa Cruz y Graneros, las ciudades con más de 10.000 habitantes, que siguen en importancia, tenían a igual fecha, en conjunto 68.330 personas.
- El conjunto de ciudades menores con servicio de agua potable (SENDOS) y campamentos mineros tenía, en iguales condiciones y en conjunto 69.781 habitantes.
- Los servicios rurales (autoservicios comunitarios) construidos y por construir según Plan B.I.D. que atienden, en general, agrupaciones de menos de 1.000 habitantes, en conjunto 34.608 habitantes.
- Localidades sin servicio en conjunto 13.790 habitantes.
- Finalmente, la población dispersa en fundos y pequeños caseríos, era a igual fecha de 195.326 habitantes.

Las estimaciones anteriores han sido proyecciones DOS-CELADE y CELADE simplemente. Conviene aclarar la diferencia. Las proyecciones de Celade se refieren a las poblaciones emplazadas en un área definida oficialmente : al área urbana de la comuna respectiva. Las proyecciones DOS-CELADE, en especial las más próximas al Censo 1970 (1975), se refieren a un área realmente servida que a veces dista mucho de copar al radio urbano y a veces lo exceden. En este capítulo en que hablamos, también concretamente de la población realmente servida dentro del área del servicio, nos tenemos que referir a las proyecciones DOS-CELADE. Al final, en el momento de las sumas en que se cubre finalmente toda el área de la hoya las cifras encuentran su concordancia.

En suma, los 488.158 habitantes de la cuenca según dichas estimaciones se reparten del siguiente modo :

- Rancagua	21,8 %
- San Fernando, Rengo, Santa Cruz y Graneros	14,0 %
- Ciudades y pueblos menores con servicio de agua potable	14,3 %
- Pequeñas agrupaciones con servicio rural	7,1 %
- Población sin servicio	2,8 %
- Población rural dispersa	40,0 %

Las dotaciones de las categorías indicadas de centros urbanos y rurales y de la población dispersa son diferentes.

Se hizo una recopilación y enjuiciamiento de datos de producción y consumo deduciéndose las dotaciones, lo que se presenta en los párrafos siguientes.

1.2 PRODUCCION Y CONSUMO. (Estado a Diciembre de 1975)

Los diversos servicios de la Dirección de Obras Sanitarias abastecen a los centros de más de mil habitantes (excepcionalmente a menores) en la forma que se muestra en el Cuadro Nº 1.

No toda la población está atendida y el saldo se debe, a veces, a la falta de ejecución oportuna de las extensiones por parte del Servicio; otras a la falta de recursos de los futuros usuarios, lo que les impide hacer los aportes para contribuir al financiamiento de las extensiones y para realizar sus propias conexiones domiciliarias; finalmente, en los servicios nuevos, todas las causas anteriores concurren demandando la conexión de los usuarios. Es el caso de Placilla con un 22,7% de población abastecida, a pesar de esto, la población no conectada a las redes directamente se medio abastecen indirectamente de ella, a través de pilones, de los grifos o por medio de usuarios conectados.

En el mapa siguiente se presentan los diferentes servicios, existentes, en construcción o próximos a construirse; sean ellos DOS, rurales o particulares.

La producción total de la D.O.S. asciende a los 26.008,1 miles de metros cúbicos al año distribuidos según categorías de ciudades, en los siguientes porcentajes :

Rancagua	56 %
San Fernando, Rengo, Sta. Cruz y Graneros	27,7 %
Pueblos de menos de 10.000 habitantes	16,3 %

CUADRO Nº 1

SERVICIOS SENDOS

CIUDAD	POBLACION (Hab) 1975		% Pobl.	PRODUCCION ANUAL MILES DE m ³	DOTACION L/H/D	Pobl- Dot. D=F p 1/8	FUENTES % PRODUCCION MAXIMA DIARIA			
	ACTUAL	ABASTECIDA	ABAST.				Directas	Vertientes	Drenes	Pozos
Rancagua	106.323	101.367	95,3	14.588,0	394,0	93,3	52	-	-	48
San Fernando	32.438	29.257	90,2	3.450,0	323,0	89,3	-	-	33	67
Rengo	13.804	12.545	90,9	1.608,0	351,0	107,9	-	-	44	56
Santa Cruz	11.205	10.782	96,2	1.282,0	326,0	102,0	-	-	36	64
Graneros	10.883	9.502	87,3	867,0	250,0	79,6	-	-	-	100
Machalí	7.429	5.490	73,9	450,0	225,0	76,7	100	-	-	-
Chimbarongo	6.523	5.176	79,3	226,0	120,0	41,4	-	-	-	100
San Vicente	5.314	4.783	90,0	816,0	467,0	162,0	-	-	100	-
Peumo	3.895	3.147	80,8	357,0	311,0	114,0	-	-	-	100
Lo Miranda	3.668	1.025	27,8	159,0	425,0	178,5	-	-	-	100
Las Cabras	3.165	2.016	63,7	195,0	265,0	102,0	-	-	-	100
Nancagua	3.076	1.738	56,5	248,0	391,0	154,0	-	-	-	100
Requínoa	2.676	2.664	99,6	259,0	266,0	99,3	-	-	-	100
Chepica	2.315	1.913	82,6	135,0	194,0	75,5	-	-	-	100
Peratillo	2.314	2.122	91,7	205,0	265,0	101,5	-	-	-	100
Codegua	1.940	1.589	81,9	168,0	290,0	115,0	-	-	-	100
Doñihue	1.921	1.479	77,0	139,0	257,0	103,0	-	-	-	100
Coya	1.860	881	47,4	148,0	461,0	198,0	-	100	-	-
Pichidegua	1.734	1.492	86,0	84,1	154,0	102,0	-	-	-	100
Olivar Alto	1.676	1.020	60,9	86,9	233,0	97,9	-	-	-	100
Quinta de Tilcoco	1.550	1.065	68,7	123,2	317,0	132,6	-	-	-	100
Rosario	1.451	1.299	89,5	106,7	225,0	91,8	-	-	-	100
Malloa *	2.500	1.500	60,0	100,0	182,5	73,0	-	-	-	100
Placilla	1.042	237	22,7	47,0	543,0	274,0	-	-	-	100
Población	1.076	895	83,2	53,6	164,0	70,1	-	-	-	100
Pelequén	990	501	50,6	41,2	225	103,2	-	-	-	100
Puente Negro	533	510	95,7	65,4	352,0	161,5	100	-	-	-

* Población supuesta por información de instalación reciente de industria de relativa importancia, para el pueblo.-

Servicios en construcción : Navidad ,Chillehue ,Coinco ,Coltauco , Larmahue.-

CUADRO Nº 2 SERVICIOS RURALES EXISTENTES

LOCALIDAD	COMUNA	POBLACION		Nº VIVIENDAS Censo 1970	Nº CONEX. (OSR)	DENSIDAD HABITA. CIONAL	RELACION Nº HABIT. Nº CONEX.	VALORES EXTREMOS
		CENSO 1970	O.S.R. (1972)					
LA COMPANIA	GRANEROS	335	865	58	100	5,78	8,65	**
ZUÑIGA-EL MANZANO	SAN VICENTE	729	706	141	80	5,17	8,83	
REQUEGUA	SAN VICENTE	1.173	1.100	286	164	4,10	6,71	
TOQUIHUA	SAN VICENTE	1.033	500	219	75	4,72	6,67	
EL TAMBO	SAN VICENTE	1.755	370	346	60	5,07	6,17	
ORILLA de PENCAHUE	SAN VICENTE	566	822	117	110	4,84	7,47	
PUEBLO DE INDIOS	SAN VICENTE	1.510	1.000	263	109	5,74	9,17	
RASTROJOS	SAN VICENTE	785	600	135	80	5,81	7,50	
PATAGUAS CERRO	PICHIDEGUA	1.126	700	159	112	7,08	6,25	
CERRILLOS de RENGO	RENGO	923	762	209	51	4,42	14,94	*** MAYOR *
LO CARTAGENA	RENGO	491	300	104	52	4,72	5,77	
LO DE LOBOS	RENGO	197	-	36	-	5,47	-	***
RINCON de MALAMBO	RENGO	242	-	45	-	5,38	-	***
CHANQUEAHUE	RENGO	232	-	34	-	6,82	-	***
POPETA	RENGO	569	-	89	-	6,39	-	***
EL ABRA	REQUINOA	639	537	103	67	6,20	8,01	
Yungay-Gutiro-Lastirias	EL OLIVAR-REQUINOA	1.856	2.040	346	246	5,36	8,29	
CORCOLEN	MALLOA	513	486	116	44	4,42	11,05	
SAL SI PUEDES	MALLOA	366	420	84	56	4,36	7,50	
PANQUEHUE	MALLOA	729	1.050	149	78	4,89	13,46	
COQUEUEN	COINCO	481	460	99	51	4,86	9,02	
EL RULO	COINCO	660	486	146	45	4,52	10,80	
GUACARHUE	QUINTA de TILCOCO	700	550	151	74	4,64	7,43	
ROSARIO LO SOLIS	ROSARIO	754	600	163	80	4,63	7,50	
LA ESTRELLA	LA ESTRELLA	292	495	76	97	3,84	5,10	** MENOR
CONVENTO VIEJO	CHIMBARONGO	944	760	187	95	5,05	8,00	
AGUA BUENA	SAN FERNANDO	1.034	296	202	54	5,12	5,48	
CUESTA LO GONZALEZ	SAN FERNANDO	786	353	142	45	5,54	7,84	
TINGUIRIRICA	SAN FERNANDO	770	972	144	130	5,35	7,48	
TRES PUENTES	SAN FERNANDO	261	225	52	43	5,02	5,23	
CUNACO	NANCAGUA	401	450	66	70	6,08	6,43	**
QUINAHUE	SANTA CRUZ	691	433	91	44	7,59	9,84	
La Finca-La Villa-Yaquil	SANTA CRUZ	1.560	1.837	314	176	4,97	10,44	
AUQUINCO	CHEPICA	1.018	720	194	73	5,25	9,86	
MARCHIGUE	MARCHIGUE	1.052	900	204	160	5,16	5,63	
TOTALES Y PROMEDIOS		27.173	21.795	5.240	2.721	5,19	9,01	

* Por convenio se amplió la matriz cuya consecuencia debe ser un mayor Nº de conexiones.

** Llama la atención el hecho de ser mayor el número de conexiones que el número de viviendas.

*** Convenio DIRECCION DE RIEGO - ALEMANIA FEDERAL
OSR Datos estadísticos de 1972 de la Oficina Saneamiento Rural $\frac{Nº CONEX}{Nº VIV.1970} = \frac{2.403}{4.657} \times 100 = 51,6\%$. No se consideran las localidades con observaciones

CUADRO Nº 3 LOCALIDADES SELECCIONADAS PARA INSTALACION A.P CON EL PRESTAMO B.I.D (Marzo 1977) EN LA VI REGION

LOCALIDAD	COMUNA	POBLACION		Nº de VIVIENDAS
		EST. 1975	CENSO 1970	CENSO 1970
ANGOSTURA	SAN FERNANDO	720	677	113
ROMA	SAN FERNANDO	678	535	130
SAN ENRIQUE	CHIMBARONGO	468	102	14
PEOR ES NADA	CHIMBARONGO	432	113	16
CODEGUA	CHIMBARONGO	516	632	108
PUQUILLAY	NANCAGUA	432	403	65
RINCON de JALREGUI	CHEPICA	402	384	64
PATAGUAS ORILLA	PICHIDEGUA	670	1.353	215
NILAHUE CORNEJO*	PUMANQUE	384	251	55
MONTE GRANDE	COLTAUCO (1)	318	905	200
EL MANZANO	LAS CABRAS	1.104	489	102
LLALLAUQUEN	LAS CABRAS	918	691	149
CARACOLES	MALLOA	666	522	110
CALIFORNIA	DOIÑHUE	588	378	73
TOTALES		8.296	7.435	1.414 **

(1) Según publicación Nº 14.76 del C.D.I. SENDOS esta localidad se ubica en la comuna de RENGO

* Localidad fuera de la HOYA RAPEL

** Según el programa de A.P rural el Nº de viviendas es 1379 lo que dá una densidad de 6,02 Hab/vivienda -

AIESA

1.3 DOTACIONES.

Rancagua tiene una dotación de 394 litros por día y por habitante (L.D.H); las tres ciudades siguientes en importancia tienen dotaciones parecidas, alrededor de 333 L.D.H, Graneros ya tiene una cifra menor, 250 L.D.H; siguen los demás pueblos con dotaciones muy variables.

Hasta hace poco, dado a que no se ha continuado llevando Estadísticas Técnicas, fue muy adoptada en los proyectos la fórmula de Capen, adoptada en Chile con la información que aún se llevaba hasta hace unos diez años. (★)

$$\text{Dotación} = F \cdot P^{1/8}$$

"F" era un factor con carácter zonal, según nuestras latitudes y costos de obtención del agua: mayor en el Centro del País y menor en el Norte Grande y en el Sur; para el centro se estimaba en 80 . "P" era la población en unidades.

Ahora que, en la nueva institucionalidad del Servicio (SENDOS) se ha tratado de reimplantar una estadística no tendría objeto la referencia a Capen. Sin embargo, la determinación de "F" ha servido para acusar errores de magnitud en la información disponible, la que ha sido corregida aprovechando todos los datos indirectos existentes.

(★) M.O.P. Dirección de Planeamiento. Demandas de Agua en Chile y su distribución geográfica en los próximos 20 años. 1964. Hernán Baeza S., Norman Hansen R., Jorge Parker B.

Con las rectificaciones hechas y agrupando las cantidades de población por categorías, según el número de habitantes se llega a los factores que se indican, promediados y redondeados agregándose el dato, que parece ser importante, del porcentaje de población servida.

Poblaciones : rango	Factor F	% Población Servida
100.000 y más habitantes	93	95
10.000 a 30.000 habitantes	95	90
3.000 a 9.500 habitantes	95	82
1.400 a 2.700 habitantes	108	78
menos de 1.400 habitantes	152	62

Las cifras merecen el siguiente comentario :

Todas las ciudades con más de 3.000 habitantes y con un buen porcentaje de población servida tiene buen calce con la expresión original con el factor 95.

Parecería que en las demás ciudades la expresión cuadra con un factor superior a 100; pero es evidente la influencia del porcentaje de población abastecida : cuanto menor es tanto más se aleja el factor del patrón. Tal como ya se ha dicho, la población no servida lo es indirectamente desde el propio servicio, con lo que se desvirtúa la cifra y, más aún, es probable que haya, con el motivo señalado, un factor de despilfarro de agua.

No hay, en consecuencia, antecedentes suficientes para desechar la fórmula de Capen como patrón de enjuiciamiento.

En conclusión, suavizando las tendencias opuestas parece razonable adoptar las siguientes cifras de dotación con pleno abastecimiento en la actualidad.

- Rancagua con poco más de 100.000 habitantes	400 L.D.H.
- San Fernando, Rengo y Sta. Cruz poblaciones entre 10 y 30.000 habitantes	330 "
- Graneros, Machalí, Chimbarongo, San Vicente de Tagua Tagua y Peumo poblaciones entre 3 y 10.000 habitantes	270 "
- Los pueblos pequeños, con menos de 3.000 habitantes	220 "

Se completa el cuadro de dotaciones con las cifras para servicios rurales y población dispersa. Para los primeros el SENDOS (Servicio Nacional de Obras Sanitarias), que se ha hecho cargo de la ejecución de las obras y de la Asistencia Técnica de la explotación, pues son servicios cooperativos, ha fijado dotaciones de 120 L.D.H. Esta cifra es razonable, habida consideración de la simpleza de la estructura del consumo : no hay arranques industriales, comerciales ni gratuitos; incluso no hay capacidad para extinción de incendios.

Finalmente quedan los habitantes dispersos que a veces disponen de servicios mecánicos - molinos de viento o bombas pequeñas - y otras significan un esfuerzo manual para el abastecimiento; para los cuales la atención alcanza a las necesidades vitales, sin confort ni derroche en general. Para ellos se podría estimar dotaciones del orden de los 50 L.D.H.

1.4 CONSUMO ANUAL TOTALIZADO.

La cifra total del consumo anual se puede componer con los datos del Cuadro Nº 1, más los usuarios de los servicios rurales en explotación (Cuadro Nº 2) y más el consumo de la población rural y urbana sin servicio y dispersa. La cifra de habitantes por vivienda en servicios rurales se considera como promedio según datos censales igual a 5,2.

Consumo anual de los servicios SENDOS	26.008.000 m3
Servicios rurales : el 51,6% de la población de las aldeas del Plan Rural de SENDOS (Cuadro Nº 2)	
14,021 Hab. x 120 L.D.H. x 365 días	614.000 m3
Población rural y urbana sin servicio y dispersa	
229.703 Hab. x 50 L.D.H x 365 días	<u>4.192.000 m3</u>
Consumo anual total :	30.814.000 m3

El 50,1% de la población consume el 84,4% del agua de uso urbano.

1.5 FUENTES DE ABASTECIMIENTO.

Se ha completado el Cuadro Nº 1 señalando los tipos de fuentes en uso y su importancia porcentual para cada servicio. La clasificación podría clarificarse y simplificarse con algunas precisiones.

Las vertientes - manera indirecta de captar un caudal superficial antes de su alumbramiento - constituyeron una solución cuando los pueblos eran pequeños y han ido eliminándose o reemplazándose por pozos, como es el caso de Malloa. De todos modos y pensando en las subsistentes su importancia en un cuadro general es pequeña.

Los drenes constituyeron una manera, también indirecta de extraer caudales de ríos y esteros; suelen requerir de faenas de recuperación cuando se colmatan y pueden ser duraderos en aguas claras, caso frecuente en la cuenca. En los pueblos con alto crecimiento, a medida que suben las necesidades se va proveyendo de caudales adicionales de pozos, como es el caso de San Fernando, Rengo y Santa Cruz. En un cuadro general representan caudales estáticos mientras aumentan los caudales realmente subterráneos.

En resumen :

- Los ríos y esteros proporcionan el caudal superficial exigiendo una planta de purificación, salvo alguna excepción muy justificada.
- Las vertientes, obras en extinción que pueden considerarse despreciables en un cuadro global.
- Los drenes, componente pequeño en un cuadro global y, en todo caso sin futuro, en la hoya.
- Las captaciones subterráneas obras de tipo versátil que se están extendiendo en las ampliaciones y en los nuevos servicios.

1.5.1 Tomas Directas.

En la cuenca son dos los casos de este tipo :

- El conjunto Cachapoal-Claro, para unos 8,5 millones de m³ al año (270 lts/seg) con tomas cerca de la conjunción de los dos ríos que sirven también para Machalí.
- La captación en el río Claro (afluente del Tinguiririca) para unos 65 mil metros cúbicos al año.

Esta última mini-toma no tiene más problemas que la posible necesidad de purificación.

La primera, el principal problema del futuro de Obras Sanitarias en la cuenca, capta del río Cachapoal el 81,5% y el saldo del río Claro. Tiene una planta de filtros con capacidad para el 31,5% del caudal que se toma. Para el futuro el panorama es el siguiente :

- . La captación en el Claro cuyo caudal mínimo es de 8 m³/seg que es utilizado por ENDESA en la Planta Sauzal, tiene como limitante el uso por las dos instituciones.
- . La captación en el Cachapoal requiere de una planta de purificación y exige la clarificación del problema de los desagües mineros a sus afluentes.

1.5.2 Captaciones Subterráneas.

Con la excepción de Rancagua, caso que requerirá una comparación de alternativas, las captaciones subterráneas constituyen el futuro de las obras sanitarias de

CUADRO Nº 4

FUENTES

4.1 TOMAS DIRECTAS DE AGUA POTABLE

SERVICIOS HOYA RIO	RANCAGUA CACHAPOAL CACHAPOAL RIO CLARO (CACHAPOAL)	MACHALI CACHAPOAL	PUENTE NEGRO TINGUIRIRICA RIO CLARO (Tinguiririca)
Producción anual - actual miles de m ³	8.515	450	65,4
-Purificación	Planta de filtros lentos	(La de Rancagua)	—
-Tomas 1	Canal Endesa (Rio Claro)	Planta Filtros de Rancagua	Rio Claro (Tinguiririca)
2	Cachapoal (Emergencia)	—	—
-Captación actual 1	50 lts/seg	20 lts/seg	8,3 lts/seg
2	200 lts/seg	—	—
-Purificación 1	85 lts/seg	(Rancagua)	—
-Captación Potencial de la fuente	Claro 5 veces la sollicitación Cachapoal 10 veces la sollicitación	—	20,0 lts/seg
OBSERVACIONES			La cifra anterior se refiere a la capacidad de la toma AP

4.2 TOMAS DE AGUA POTABLE EN VERTIENTES

SERVICIOS	COYA
HOYA	RIO COYA
Producción anual actual miles de m ³	148, 20
Capacidad actual lts/seg	7, 05
Capacidad potencial de las obras lts/seg	8, 60

4.3 TOMAS DE AGUA POTABLE POR DRENES

SERVICIOS	Sn.FERNANDO	RENGO	SANTA CRUZ *	Sn.VICENTE *
RIO	Tinguiririca	Claro	E.Chimbarongo	E. Zamorano
Producción anual actual miles de m ³	1.575	698	567	816
Capacidad actual lts/seg	50	22	18	30
Capacidad potencial de las obras lts/seg	60	22	18	30

* Para los aumentos de consumos hay pozos ejecutados habilitados recientemente en San Vicente, sin habilitar en Santa Cruz.

4.4 POZOS DE AGUA POTABLE
4.4.1 HOYA RIO CACHAPOAL

SERVICIOS	PRODUCCION SUBTERRANEA ANUAL ACTUAL miles de m ³	POZO D. O. S. N°	CAPACIDAD EN USO lts/seg	PRUEBA DE BOMBEO(*)			OBSERVACIONES
				Gasto lts/seg	Depresión m	Gasto espe cif. lts/seg/m	
RANCAGUA	6.073	231	46,8	19,0	5,1	3,7	Pozos N° 794 y 856 aband. Pozo N° 1090 construido sin prueba de bombeo- Habilitado en 1977 Habilitado en 1977
		232	52,0	21,0	0,8	26,2	
		233	52,0	20,5	0,6	34,1	
		234	44,2	19,2	0,4	48,0	
		795	52,7	25,0	3,1	8,1	
		1.172	55,0	55,0	3,54	15,5	
1.173	-	60,0	3,3	18,2			
GRANEROS	867	788	40,0	25,0	3,4	7,3	
		789	40,0	25,0	3,8	6,5	
PEUMO	357	139	20,0	22,0	s/d	s/d	s/d = sin dato
		729	40,0	55,0	4,9	11,2	
LO MIRANDA	159	703	26,0	27,5	0,3	91,6	
		704	26,0	27,5	0,6	45,8	
LAS CABRAS	195	124	18,0	27,0	3,7	7,2	
		125	9,0	26,5	2,7	9,8	
REQUINOA	259	120	10,0	13,0	1,0	13,0	
		121	6,0	13,0	1,8	7,2	
		890	42,0	110,0	1,5	73,3	
CODEGUA	168	154	3,0	5,8	11,2	0,5	
		155	5,0	5,1	11,8	0,4	
DONIGUE	139	s/d	33,0	s/d	s/d	s/d	
		590	4,0	15,5	23,8	0,6	
PICHIDEGUA	84,1	591	4,0	15,5	24,0	0,6	
		328	9,4	10,	0,5	20,0	
OLIVAR ALTO	86,9	813	21,8	30,0	5,4	5,5	Pozo N° 327 abandonado
		536	14,0	55,0	0,9	61,1	
QUINTA DE TILCOCO	123,0	869	11,0	61,0	1,4	43,5	Pozo N° 535 abandonado
		719	-	15,0	0,5	30,0	
COINCO	(**)	720	-	15,0	0,6	25,0	Habilitado Habilitado
		774	-	20,0	7,7	2,5	
COLTAUCO	(**)	775	-	20,0	1,2	16,6	Habilitado Habilitado
		1.140	-	70,0	13,0	5,3	
CHILLEHUE	(**)	1.141	-	70,0	8,5	8,2	Sin habilitar Sin habilitar
		1.166	-	50,0	10,5	4,8	
LARMAHUE	(**)	1.167	-	50,0	20,6	2,4	Sin habilitar Sin habilitar

* Pruebas de bombeo ejecutadas al término de la construcción.

** Servicios nuevos.

4.4.2 HOYA RIO TINGUIRICA

SAN FERNANDO	1.873	105	33,0	54,0	17,3	3,1	Pozo 288 abandonado Ex pozo 105 B Ex pozo 105 C Sin habilitar
		410	33,0	30,0	1,7	17,6	
		411	36,0	30,0	7,7	3,8	
		800	-	36,0	17,5	2,0	
SAN CRUZ	715	254	32,0	30,0	6,9	4,3	Pozos N° 253 y 512 aband. Sin habilitar Sin habilitar
		1.070	60,0	70,0	10,9	6,4	
		1.071	-	70,0	15,6	4,4	
		1.072	-	70,0	11,3	6,1	
CHIMBARONGO	226	816	16,6	25,0	6,9	3,6	Pozo N° 99 abandonado Habilitado en 1977
		817	-	20,0	3,4	5,8	
NANCAGUA	248	107	13,3	27,0	4,0	6,7	Ex pozo 107 A Ex pozo 107 B
		384	10,3	28,5	11,7	2,4	
CHEPICA	135	1*	20,0	s/d	s/d	s/d	* La numeración no corres al correlativo D.O.S.
		2*	20,0	s/d	s/d	s/d	
PERALILLO	205	766	13,0	s/d	s/d	s/d	Pozo N° 765 abandonado. Sin habilitar srg = surgente sin habilitar
		871	-	25,0	7,3	3,4	
		872	-	25,0	srg	4,8	
PLACILLA	47	570	5,5	15,7	3,0	5,2	Pozo N° 571 abandonado
		1.011	7,0	7,0	3,24	2,2	
POBLACION	53,6	600	6,6	25,0	8,0	3,1	
		601	6,0	25,0	9,0	2,7	

4.4.3 HOYA ESTERO ZAMORANO

PELEQUEN	41,2	397	7,0	6,1	28,8	0,2	Pozos N° 395, 396, 398 y 776 abandonados
		767	7,0	7,0	26,4	0,2	
MALLOA	100	1.084	-	80,0	8,7	9,1	En habilitación En habilitación
		1.085	-	80,0	9,3	8,6	
SAN VICENTE	-	830	-	60,0	3,1	19,3	Habilitado en 1977 Habilitado en 1977
		831	-	50,0	4,0	12,5	

4.4.4 HOYA RIO CLARO (CACHAPOAL)

RENGO	914	235	17,7	9,0	6,2	1,4	Sin habilitar
		236	32,2	36,0	12,2	2,9	
		877	-	40,0	34,7	1,1	
ROSARIO	106,7	406	8,0	13,3	0,3	44,3	
		407	8,0	13,3	0,3	44,3	

4.4.5 HOYA RIO RAPEL

NAVIDAD	***	899	-	30,0	4,4	6,8	En habilitación En habilitación
		994	-	26,0	4,4	5,9	

*** Servicio nuevo en construcción

AIESA

la cuenca. En efecto, Obras Sanitarias ha optado por este tipo de obras en vista de sus grandes ventajas sobre otras soluciones, pues se captan aguas que no requieren purificación, se dispone de gran versatilidad para adaptarse a las variaciones del consumo y son de bajo costo de instalación, como que se pueden instalar los pozos en la mayoría de los casos, en la zona misma de los estanques.

En los Cuadros Nº 4 se muestran las características principales de los pozos de la cuenca : Producción anual del conjunto de cada ciudad, capacidad en uso y características de prueba de cada unidad.

Una visión general de las captaciones, agrupándolas por categorías en relación con su población es la siguiente :

- Rancagua tiene una zona de muy buenos pozos alrededor del estanque elevado de Membrillar : gastos del orden de los 50 lts/seg cada uno y gasto específico de buenos augurios, 5 de ellos entre 15 y 50 lts/seg/m y uno solo con 3,7 lts/seg/m, estos son los pozos Nº 1172-3 y 231 al 234. El otro conjunto en torno al estanque semi enterrado, algo más alejado del pueblo, es más disparejo : un pozo Nº 795 explotado con 52,7 lts/seg y gasto específico 8,1; uno mal productor, el Nº 794, eliminado y otro recién construido sin prueba Nº 1090.

- San Fernando, Rengo, Santa Cruz y Graneros, tienen pozos con caudal de explotación, en general entre 30 y 40 lts/seg y gastos específicos aceptables, 10 de ellos entre 1,5 y 7,4 lts/seg/m y uno con 17,6 lts/seg/m. Sin ser de gran

capacidad son en todo caso alternativas interesantes para completar la capacidad de los drenes de los tres primeros pueblos.

- Los pueblos entre 2.500 y 10.000 habitantes se abastecen con pozos (En San Vicente de Tagua Tagua se habilitaron 2 pozos en fecha reciente); tienen características muy variables : caudales en uso entre 6 y 42 lts/seg y gastos específicos entre 3,6 y 91,6 lts/seg/m; en su variedad fluctúan entre regulares y buenos y continúan presentándose como la solución para esos centros.
- Los pueblos menores, entre 500 y 2.500 habitantes con las excepciones de Coya y Puente Negro, se abastecen también de pozos; los gastos de explotación son pequeños y los gastos específicos de prueba en general son buenos con las salvedades de Pelequén y Codegua lo que no es obstáculo para que aún éstos tengan buen abastecimiento.

1.6 ESTRUCTURA DEL CONSUMO.

1.6.1 Definiciones.

Los rubros de que se compone el consumo de agua potable según las definiciones en uso son :

- Residenciales, consumos domésticos de los habitantes de la ciudad
- Comerciales, consumos de establecimientos que ejercen algún comercio en que el agua tiene importancia : hoteles, restaurantes, fuentes de soda

- Industriales, consumo de pequeña industria y artesanado; tintorerías, lavanderías, industrias de bebidas y alimentos, etc. En general, la gran industria tiene abastecimiento propio de agua
- Gratuitades, concedidas por decreto a servicios públicos y de beneficencia en forma limitada, en teoría (a tanto por escolar, por cama de hospital, etc.)

Todos estos consumos se ejercen a través de arranques que tienen el carácter indicado : así se conceden y el agua se cobra según la tarifa correspondiente, cuando procede.

Hay otros consumos que no se controlan :

- Consumos públicos y municipales : lavado de calles, riego de jardines, extinción de incendios, etc.

Finalmente, una parte de la producción se traduce en :

- Pérdida de la red, agua no aprovechada que se incorpora al terreno cuando proviene de roturas (filtraciones invisibles) o al pavimento y al alcantarillado de aguas lluvias : pérdidas en grifos de incendio en mal estado o sin cerrar, principalmente.

La mayoría de estos consumos son mensurables y se deben medir rutinariamente, incluso las pérdidas. Esto supone que haya suficientes medidores y que las válvulas de la red estén en buen estado para medir pérdidas por sectores.

1-6.2 Estructura del Consumo en 1964.

Una de las últimas informaciones generalizadas de la estructura del consumo es la contenida en el Inventario de Obras Públicas del M.O.P. publicado en 1964, (*) con los resultados para las ciudades de la cuenca que se muestran en el Cuadro Nº 5 cuyas cifras merecen el siguiente comentario :

- Rancagua.

Tiene un muy elevado consumo doméstico - 81% - y un modesto consumo industrial - 5% - y la suma de los consumos público, gratuito y pérdidas es bajísimo - 14% - en lo cual se incluye un 2% para el último rubro poco creíble en una ciudad antigua, a menos que se hubiera renovado totalmente la red.

- San Fernando, Rengo y Santa Cruz.

Razonables consumos residenciales - 56 a 65% - y consumos público, gratuito y pérdidas, corriente para el trato complaciente de aquella época. San Fernando y Santa Cruz tienen un consumo industrial no tan modesto : 6%.

- Graneros, Machalí, Chimbarongo y San Vicente de Tagua Tagua.

Razonables consumos residenciales - 55 a 72% - y públicos, gratuitos y pérdidas - 28 a 44%. Casi no hay consumos industriales, normal en pueblos medianos.

- Los pueblos de menos de 5.000 habitantes casi no tienen datos. Los s/d del cuadro corresponden a servicios establecidos con posterioridad al inventario o en construcción en esa fecha.

(*) Tomo III-1 Agua Potable.

CUADRO Nº 5 ESTRUCTURA DEL CONSUMO

Información existente sobre **ESTRUCTURA DEL CONSUMO EN 1964**
Fuente : Inventario de Obras Públicas M.O.P. Dirección de Planeamiento
Tomo III-1 Obras Públicas I Parte Agua Potable

SERVICIO	PORCENTAJES DE CONSUMOS				% DE PERDIDAS
	RESIDENCIAL	INDUSTRIAL	PUBLICO	GRATUITO	
RANCAGUA	81	5	5	7	2
SAN FERNANDO	59	6	6	12	17
RENGO	56	-	13	9	22
SANTA CRUZ	65	6	-	20	9
GRANEROS	72	-	5	8	15
MACHALI	57	-	21	13	9
CHIMBARONGO	55	1	2	30	12
SAN VICENTE DE TAGUA TAGUA	64	-	2	18	16
PEUMO	74	-	-	16	10
LO MIRANDA	s/d	s/d	s/d	s/d	s/d
LAS CABRAS	66	-	3	30	1
NANCAGUA	s/d	s/d	s/d	s/d	s/d
REQUINOA	81	10	-	8	1
CHEPICA	s/d	s/d	s/d	s/d	s/d
PERALILLO	s/d	s/d	s/d	s/d	s/d
CODEGUA	75	-	6	13	6
DOÑIHUE	60	-	13	17	10
COYA	s/d	s/d	s/d	s/d	s/d
PICHIDEGUA	s/d	s/d	s/d	s/d	s/d
OLIVAR ALTO	89	-	3	3	5
QUINTA DE TILCOCO	s/d	s/d	s/d	s/d	s/d
ROSARIO	92	-	4	4	-
MALLOA	55	12	12	12	9
PLACILLA	s/d	s/d	s/d	s/d	s/d
POBLACION	s/d	s/d	s/d	s/d	s/d
PELEQUEN	s/d	s/d	s/d	s/d	s/d
PUENTE NEGRO	s/d	s/d	s/d	s/d	s/d

s/d: Corresponden a servicios en construcción en la fecha del inventario o a servicios establecidos posteriormente.-

1.6.3 Estructura Potencial del Consumo.

Para tener mayores antecedentes sobre la estructura del consumo se recogieron los datos (Diciembre 1975) de los arranques según diámetros y tipos de consumo con los resultados que se vacian en los Cuadros Nº 6 al 8.4 y en el cuadro final sobre la capacidad total de aprovechamiento, que se tituló "Estructura Potencial del Consumo", Cuadro Nº 9. Con este cuadro y en otros anteriores se ponderó el número de arranques de acuerdo a las posibilidades de extracción referidas al equivalente arranques de 13 mm considerado como el de uso doméstico corriente. La ponderación se efectuó según la expresión

$$N_p = N \left(\frac{D \text{ mm}}{13} \right)^{2,5} \quad (*)$$

Comentarios a estos números ponderados de arranques

- Rancagua se confirma como ciudad residencial : 91,4% de arranques de este tipo y sólo 2,3% de arranques industriales.
- San Fernando, Rengo y Santa Cruz tienen de 72,5 a 79,3% de arranques residenciales, una muy razonable cuantía de arranques comerciales, de 8,8 a 14,2% y no pocos arranques industriales : 4,1 a 5,5%.
- Graneros, Machalí y Chimbarongo, ciudades residenciales con 86,7 a 97,6% de arranques de ese tipo; muy pocos industriales 0,1 a 0,5%. Es notable en Machalí el número de arranques comerciales 6,9% y gratuitos 6%.

(*) La ponderancia de la capacidad de los arranques, usada en estudios de distribución de Arica y Valparaíso proviene de la relación entre carga absorbida en los arranques y diámetro : $J = FD^{5/2}$ (5 potencia del diámetro, 2 potencia del gasto).

CUADRO Nº 6

ESTRUCTURA POTENCIAL DEL CONSUMO

NUMERO DE ARRANQUES POR DIAMETROS
(BALANCE AL 31- DIC -1975.- ROL DE INSTALACION DOMICILIARIA
DE A. P. Y ALCANTARILLADO)

SERVICIOS DE LA D.O.S.	Nº DE ARRANQUES POR DIAMETRO (mm)												
	10	13	19	25	32	38	50	75	100	125	150	200	
RANCAGUA	405	17.174	3.022	305	133	56	34	10	2	-	-	1	-
RENGO	144	2244	135	41	4	16	8	-	-	-	-	-	-
GRANEROS	80	1654	146	23	3	3	2	2	-	-	-	-	-
SAN VICENTE	70	891	214	19	-	5	2	-	-	-	-	-	-
MACHALI	-	1.138	23	6	-	4	-	-	-	-	-	-	-
REQUINOA	-	578	41	18	4	2	1	-	-	-	-	-	-
PEUMO	-	442	145	43	1	1	2	-	-	-	-	-	-
DOÑIHUE	-	437	46	8	1	1	-	-	-	-	-	-	-
COYA	-	271	10	1	-	1	-	-	-	-	-	-	-
LAS CABRAS	-	277	48	8	2	1	-	-	-	-	-	-	-
ROSARIO	-	173	17	3	2	1	1	-	1	-	-	-	-
OLIVAR ALTO	-	147	15	5	1	2	2	-	-	-	-	-	-
QUINTA DE TILCOCO	-	123	25	7	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PICHIDEGUA	-	186	66	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-
MALLOA	33	109	15	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PELEQUEN	-	76	16	1	1	1	-	-	-	-	-	-	-
LO MIRANDA	-	205	5	9	-	-	-	1	-	-	-	-	-
SAN FERNANDO	146	4257	851	108	5	21	8	3	1	-	-	1	-
SANTA CRUZ	54	1503	273	44	1	6	4	-	-	-	-	-	-
CHIMBARONGO	-	833	70	23	1	-	1	-	-	-	-	-	-
CHEPICA	59	273	23	7	-	1	-	-	-	-	-	-	-
PERALILLO	-	309	24	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-
NANCAGUA	-	248	47	10	-	-	1	-	-	-	-	-	-
POBLACION	-	175	3	2	-	2	-	-	-	-	-	-	-
PUENTE NEGRO	-	166	3	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PLACILLA	-	7	11	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CODEGUA	-	301	30	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-
TOTALES	991	34.197	5.324	713	159	124	66	16	4	-	-	2	-

CUADRO Nº 7

DISTRIBUCION DE ARRANQUES POR TIPOS
DE CONSUMO

SERVICIO	DISTRIBUCION ARRANQUES SEGUN TIPO DE CONSUMO				
	RESIDENCIAL O PARTICULAR	COMERCIAL	INDUSTRIAL	GRATUITOS	TOTAL
RANCAGUA	20.477	445	35	185	21.142
RENGO	2.280	230	35	47	2.592
GRANEROS	1.858	27	5	23	1.913
SAN VICENTE DE TAGUA TAGUA	1.017	149	8	27	1.201
MACHALI	1.069	84	3	15	1.171
REQUINOA	607	16	9	12	644
PEUMO	575	26	10	23	634
DOÑIHUE	413	69	-	11	493
COYA	254	24	1	4	283
LAS CABRAS	290	32	2	12	336
ROSARIO	160	24	6	8	198
OLIVAR ALTO	143	11	12	6	172
QUINTA DE TILCOCO	124	19	5	7	155
PICHIDEGUA	215	30	1	9	255
MALLOA	130	24	2	6	162
PELEQUEN	59	31	1	4	95
LO MIRANDA	207	8	1	4	220
SAN FERNANDO	4.851	429	33	88	5.401
SANTA CRUZ	1.567	208	71	39	1.885
CHIMBARONGO	800	112	5	11	928
CHEPICA	328	26	2	7	363
PERALILLO	270	53	-	14	337
NANCAGUA	240	54	4	8	306
POBLACION	131	37	10	4	182
PUENTE NEGRO	148	14	3	6	171
PLACILLA	11	7	2	-	20
CODEGUA	324	5	1	7	337
TOTALES	38.548	2.194	267	587	41.596
%	92,67	5,28	0,64	1,41	100

CUADRO Nº 8

DISTRIBUCION PONDERADA* DE ARRANQUES SEGUN TIPOS DE CONSUMOS EN LA HOYA

* REDUCIDA A Nº DE ARRANQUES DE 13 mm

$$N_p = \left[\frac{D(\text{mm})}{13} \right]^{2,5}$$

TIPO DE CONSUMO	DIAMETROS(mm)											TOTALES	%
	10	13	19	25	32	38	50	75	100	125	150		
RESIDENCIAL	936	32.281	12.264	2.086	1.222	464	856	880	334	-	452	51.775	85,21
COMERCIAL	50	1.680	928	423	47	232	89	-	-	-	-	3.449	5,68
INDUSTRIAL	4	104	218	260	38	131	177	160	334	-	452	1.878	3,09
GRATUITO	1	132	432	867	188	972	826	240	-	-	-	3.658	6,02
TOTALES	991	34.197	13.842	3.636	1.495	1.799	1.948	1.280	668	-	904	60.760	100,00

-169-

CUADRO Nº 8.1

ARRANQUES PARA CONSUMO RESIDENCIAL

SERVICIO	DIAMETROS (mm)										
	10	13	19	25	32	38	50	75	100	125	150
RANCAGUA	404	16.755	2.923	223	121	19	22	8	2	-	-
RENGO	136	2.038	83	19	1	1	2	-	-	-	-
GRANEROS	74	1.633	131	15	2	-	1	2	-	-	-
SAN VICENTE DE TAGUA TAGUA	63	777	173	3	-	-	1	-	-	-	-
MACHALI	-	1.050	16	2	-	1	-	-	-	-	-
REQUINOA	-	562	33	12	-	-	-	-	-	-	-
PEUMO	-	423	123	26	1	1	1	-	-	-	-
DOÑIHUE	-	380	31	2	-	-	-	-	-	-	-
COYA	-	247	5	1	-	1	-	-	-	-	-
LAS CABRAS	-	256	30	2	2	-	-	-	-	-	-
ROSARIO	-	150	7	1	1	-	1	-	-	-	-
OLIVAR ALTO	-	131	9	2	-	1	-	-	-	-	-
QUINTA DE TILCOCO	-	108	13	3	-	-	-	-	-	-	-
PICHIDEGUA	-	166	48	1	-	-	-	-	-	-	-
MALLOA	26	91	11	2	-	-	-	-	-	-	-
PELEQUEN	-	50	7	1	-	1	-	-	-	-	-
LO MIRANDA	-	198	2	7	-	-	-	-	-	-	-
SAN FERNANDO	133	3.935	733	38	2	7	1	1	-	-	1
SANTA CRUZ	45	1.303	196	23	-	-	-	-	-	-	-
CHIMBARONGO	-	737	48	15	-	-	-	-	-	-	-
CHEPICA	55	254	14	5	-	-	-	-	-	-	-
PERALILLO	-	250	19	1	-	-	-	-	-	-	-
NANCAGUA	-	213	25	2	-	-	-	-	-	-	-
POBLACION	-	130	1	-	-	-	-	-	-	-	-
PUENTE NEGRO	-	145	3	-	-	-	-	-	-	-	-
PLACILLA	-	4	7	-	-	-	-	-	-	-	-
CODEGUA	-	295	26	3	-	-	-	-	-	-	-
TOTALES	936	32281	4.717	409	130	32	29	11	2	-	1
PONDERACION	1	1	2,6	5,1	9,4	14,5	29,5	80,0	167,0	287,0	452
TOTALES PONDERADOS	936	32281	12.264	2.086	1.222	464	856	880	334	-	452

CUADRO Nº 8.2

ARRANQUES PARA CONSUMO COMERCIAL

SERVICIO	DIAMETROS (mm)								
	10	13	19	25	32	38	50	75	100
RANCAGUA	-	367	49	20	3	5	1	-	-
RENGO	7	185	29	7	1	1	-	-	-
GRANEROS	6	16	4	1	-	-	-	-	-
SAN VICENTE DE TAGUA TAGUA	7	103	31	6	-	2	-	-	-
MACHALI	-	81	3	-	-	-	-	-	-
REQUINOA	-	12	1	1	1	1	-	-	-
PEUMO	-	16	4	6	-	-	-	-	-
DOÑIHUE	-	52	12	4	-	1	-	-	-
COYA	-	20	4	-	-	-	-	-	-
LAS CABRAS	-	21	8	2	-	1	-	-	-
ROSARIO	-	22	2	-	-	-	-	-	-
OLIVAR ALTO	-	11	-	-	-	-	-	-	-
QUINTA DE TILCOCO	-	12	7	-	-	-	-	-	-
PICHIDEGUA	-	19	11	-	-	-	-	-	-
MALLOA	7	16	1	-	-	-	-	-	-
PELEQUEN	-	25	6	-	-	-	-	-	-
LO MIRANDA	-	6	-	2	-	-	-	-	-
SAN FERNANDO	13	301	86	25	-	3	1	-	-
SANTA CRUZ	7	139	54	5	-	2	1	-	-
CHIMBARONGO	-	96	15	1	-	-	-	-	-
CHEPICA	3	18	5	-	-	-	-	-	-
PERALILLO	-	51	2	-	-	-	-	-	-
NANCAGUA	-	34	17	3	-	-	-	-	-
POBLACION	-	36	1	-	-	-	-	-	-
PUENTE NEGRO	-	14	-	-	-	-	-	-	-
PLACILLA	-	3	4	-	-	-	-	-	-
CODEGUA	-	4	1	-	-	-	-	-	-
TOTALES	50	1.680	357	83	5	16	3	-	-
PONDERACION	1	1	2,6	5,1	9,4	14,5	29,5	-	-
TOTALES PONDERADOS	50	1 680	928	423	47	232	89	-	-

CUADRO Nº 8.3

ARRANQUES PARA CONSUMOS INDUSTRIALES

SERVICIO	DIAMETROS (mm)										
	10	13	19	25	32	38	50	75	100	125	150
RANCAGUA	1	13	12	7	-	-	1	-	-	-	1
RENGO	1	10	11	7	-	4	2	-	-	-	-
GRANEROS	-	1	3	1	-	-	-	-	-	-	-
SAN VICENTE DE TAGUA TAGUA	-	5	1	2	-	-	-	-	-	-	-
MACHALI	-	2	1	-	-	-	-	-	-	-	-
REQUINOA	-	2	3	1	2	-	1	-	-	-	-
PEUMO	-	-	9	1	-	-	-	-	-	-	-
DOÑIHUE	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
COYA	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
LAS CABRAS	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-
ROSARIO	-	-	3	1	-	1	-	-	1	-	-
OLIVAR ALTO	-	2	5	3	-	-	2	-	-	-	-
QUINTA DE TILCOCO	-	3	1	1	-	-	-	-	-	-	-
PICHIDEGUA	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-
MALLOA	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-
PELEQUEN	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-
LO MIRANDA	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-
SAN FERNANDO	-	5	10	12	2	2	-	1	1	-	-
SANTA CRUZ	2	51	14	4	-	-	-	-	-	-	-
CHIMBARONGO	-	-	2	3	-	-	-	-	-	-	-
CHEPICA	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-
PERALILLO	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
NANCAGUA	-	-	2	2	-	-	-	-	-	-	-
POBLACION	-	7	-	1	-	2	-	-	-	-	-
PUENTE NEGRO	-	2	-	1	-	-	-	-	-	-	-
PLACILLA	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-
CODEGUA	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-
TOTALES	4	104	84	51	4	9	6	2	2	-	1
PONDERACION	1	1	26	5,1	9,4	14,5	29,5	80	167	287	452
TOTALES PONDERADOS	4	104	218	260	38	131	177	160	334	-	452

CUADRO Nº 8.4

ARRANQUES PARA CONSUMOS GRATUITOS

SERVICIO	DIAMETROS (mm)								
	10	13	19	25	32	38	50	75	100
RANCAGUA	-	39	38	55	9	32	10	2	-
RENGO	-	11	12	8	2	10	4	-	-
GRANEROS	-	4	8	6	1	3	1	-	-
SAN VICENTE DE TAGUA TAGUA	-	6	9	8	-	3	1	-	-
MACHALI	-	5	3	4	-	3	-	-	-
REQUINOA	-	2	4	4	1	1	-	-	-
PEUMO	-	3	9	10	-	-	1	-	-
DOÑIHUE	-	5	3	2	1	-	-	-	-
COYA	-	3	1	-	-	-	-	-	-
LAS CABRAS	-	-	8	4	-	-	-	-	-
ROSARIO	-	1	5	1	1	-	-	-	-
OLIVAR ALTO	-	3	1	-	1	1	-	-	-
QUINTA DE TILCOCO	-	-	4	3	-	-	-	-	-
PICHIDEGUA	-	1	6	2	-	-	-	-	-
MALLOA	-	2	2	2	-	-	-	-	-
PELEQUEN	-	1	2	-	1	-	-	-	-
LO MIRANDA	-	1	3	-	-	-	-	-	-
SAN FERNANDO	-	16	22	33	1	9	6	1	-
SANTA CRUZ	-	10	9	12	1	4	3	-	-
CHIMBARONGO	-	-	5	4	1	-	1	-	-
CHEPICA	1	1	2	2	-	1	-	-	-
PERALILLO	-	8	3	3	-	-	-	-	-
NANCAGUA	-	1	3	3	-	-	1	-	-
POBLACION	-	2	1	1	-	-	-	-	-
PUENTE NEGRO	-	5	-	1	-	-	-	-	-
PLACILLA	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CODEGUA	-	2	3	2	-	-	-	-	-
TOTALES	1	132	166	170	20	67	28	3	-
PONDERACION	1	1	2,6	5,1	9,4	14,5	29,5	80	167
TOTALES PONDERADOS	1	132	432	867	188	972	826	240	-

CUADRO N° 9

**ESTRUCTURA POTENCIAL DEL CONSUMO EN LAS
CIUDADES PRINCIPALES Y EN EL RESTO DE LAS CIUDADES
DE MENOS DE 5.000 Hab. EN CONJUNTO.**

CIUDADES	TANTO POR CIENTO DE CONSUMOS			
	RESIDENCIALES	COMERCIALES	INDUSTRIALES	GRATUITOS
RANCAGUA	91,4	4,5	2,3	1,8
SAN FERNANDO	79,3	8,8	4,5	7,4
RENGO	74,5	9,4	5,5	10,6
SANTA CRUZ	72,5	14,2	4,1	9,2
GRANEROS	94,4	1,5	0,5	3,6
MACHALI	86,7	6,9	0,4	6,0
CHIMBARONGO	97,6	1,5	0,1	0,8
SAN VICENTE	76,5	14,3	1,0	8,2
CIUDADES DE MENOS DE 5.000 HABITANTES	74,4	10,4	7,7	7,5
PROMEDIO EN EL TOTAL DE LA HOYA	85,2	5,7	3,1	6,0

- San Vicente de Tagua Tagua un poco excepcional con solo 76,5% de arranques residenciales, 14,3% comerciales, 8,2% gratuitos y 1% industriales.
- Ciudades de menos de 5.000 habitantes en conjunto tienen una distribución notable : solo 74,4% residenciales; 10,4% comerciales, 7,7% industriales, los más altos de la zona; y 7,5% de gratuidades.

1.7 VARIACIONES CON EL TIEMPO.

1.7.1 Variaciones Diarias.

En el Inventario de Obras Públicas, Tomo III-1 ya citado se registran los siguientes factores relacionadores del caudal del día máximo consumo en relación con el día medio:

Rancagua	1,32
San Fernando	1,07
Rengo	1,42
Santa Cruz	Sin datos
Graneros	1,52
Machalí	1,30
Chimbarongo	1,39
San Vicente Tagua Tagua	1,47
Pueblos menores	Variable de 1,40 - 1,64

De estos datos es discutible o puede considerarse como caso especial el de San Fernando. Para las demás ciudades, suavizando o armonizando tendencia pueden considerarse

como válidos para la cuenca los Factores :

Ciudades de más de 100.000 habitantes	1,32
Ciudades entre 5.000 y 33.000 habitantes	1,42
Pueblos de 1.000 a 5.000 habitantes	1,50

1.7.2 Variaciones Horarias.

En el mismo Inventario citado se anotan los valores de factores relacionadores entre la hora de máximo consumo en relación con la hora media

Rancagua	1,40
San Fernando	1,50
Rengo	1,30
Santa Cruz	Sin datos
Graneros	1,48
Machalí	1,62
Chimbarongo	1,67
San Vicente de Tagua Tagua	1,48
Pueblos Menores	Variable de 1,39 a 1,58

Pueden estimarse como variaciones horarias en la actualidad

Ciudades de más de 10.000 habitantes	1,40
Ciudades entre 1 y 10.000 habitantes	1,50

1.7.3 Regulación del Consumo.

Se hizo un cálculo estimativo del porcentaje de regulación disponible en los estanques de las ciudades de

CUADRO Nº 10

REGULACION DEL CONSUMO

CIUDAD	CONSUMO DIA MEDIO m ³	FACTOR DE DIA MAXIMO		CONSUMO DIA. MAX. m ³	CAPACIDAD ESTANQUE m ³	RESERVA DE INCENDIO			VOLUMEN NETO DE REGUL. m ³	% REG. DIA MAXIMO
		INV.	ADOP.			Nº	Gasto lts/seg	VOL. m ³		
RANCAGUA	39.967	1,32	1,32	52.756	9.000	4	24	691	8.309	15,7
SAN FERNANDO	9.453	1,07	1,30	12.289	2.000	3	24	518	1.482	12,0
RENGO	4.405	1,42	1,42	6.255	1.500	2	16	230	1.270	20,3
SANTA CRUZ	3.514	-	1,40	4.360	1.000	2	16	230	770	17,6
GRANEROS	2.376	1,52	1,52	3.612	1.000	2	16	230	770	20,2
MACHALI	1.233	1,30	1,30	1.603	700	1	16	115	585	35,8
CHIMBARONGO	619	1,39	1,39	860	750	1	16	115	635	73,8
SAN VICENTE	2.236	1,47	1,47	3.287	500	1	16	115	385	11,7
PEUMO	979	1,47	1,47	1.439	700	1	16	115	585	40,7
LO MIRANDA	436	-	1,50	654	300	1	16	115	185	28,3
LAS CABRAS	535	1,64	1,64	877	200	1	16	115	85	9,7
NANCAGUA	680	-	1,50	1.020	250	1	16	115	135	13,3
REQUINOA	709	-	1,50	1.064	200	1	16	115	85	8,0
CHEPICA	371	-	1,50	557	300	1	16	115	185	33,2
PERALILLO	562	-	1,50	843	300	1	16	115	185	21,9
CODEGUA	461	1,50	1,50	692	200	1	16	115	85	12,3
DOÑIHUE	380	1,40	1,40	532	400	1	16	115	285	53,5
COYA	406	-	1,50	609	300	1	16	115	185	30,4
PICHIDEGUA	230	-	1,50	345	200	1	16	115	85	24,7
OLIVAR ALTO	238	1,04	1,50	357	300	1	16	115	185	51,9
QTA. DE TILCOCO	338	-	1,50	507	300	1	16	115	185	36,4
ROSARIO	292	1,49	1,49	435	300	1	16	115	185	42,5
MALLOA	274	1,47	1,47	403	200	1	16	115	85	21,1
PLACILLA	129	-	1,50	194	200	1	16	115	85	43,8
POBLACION	147	-	1,50	220	200	1	16	115	85	38,6
PELEQUEN	113	-	1,50	170	100	1	16	115	85	50,0
PUENTE NEGRO	179	-	1,50	269	200	1	16	115	85	31,6

CONSUMO DIA MEDIO : m³ : DEDUCIDO DE LA PRODUCCION ANUAL.- CUADRO Nº 1
 FACTOR DE DIA MAX. :

INV.: FUENTE DE INFORMACION DE OBRAS PUBLICAS
 MOP DIRECCION DE PLANEAMIENTO Tomo III-1-1964
 ADOP: FACTOR ADOPTADO

RESERVA DE INCENDIO : Nº : SINIESTROS AL DIA CALCULADOS COMO $N = 0,4 \sqrt{P}$
 POBLACION EN MILES

Gasto: lts/seg DE GASTO DE INCENDIO

Vol : m³ VOLUMEN DE INCENDIO CON 2 HORAS DE DURACION

la cuenca en el Cuadro Nº 10, disminuyendo de la capacidad total de esos estanques una adecuada reserva de incendio, se llega así, a los porcentajes que se indican :

- Rancagua, San Fernando, Rengo, Santa Cruz y Graneros :
de 12 a 20% aceptable
- Pueblos menores (exceptuando Las Cabras y Requinoa)
de 10 a 75% aceptable
- Las Cabras, 9,7% y Requinoa 8%. Se estiman insuficientes.

1.8 CONSUMOS FUTUROS.

Con base en las poblaciones proyectadas al año 2005, según CELADE-DOS; las dotaciones indicadas en el Nº 6.1.3, multiplicadas por un factor de aumento con el tiempo, 8% anual, valor bastante aceptado; y considerando como factor de variación en el año - factor de máximo consumo diario - 1,4 para las cuatro ciudades mayores y 1,5 para todas las demás; se elaboró el Cuadro Nº 11 sobre consumos futuros de agua potable.

En resumen, los consumos se descomponen en esta forma, en términos de caudal máximo diario exigible :

- Rancagua	1.594,90 lts/seg
- San Fernando, Rengo, Sta. Cruz, Graneros y Machalí	896,70 "
- Pueblos Menores con Servicio DOS	622,10 "
- Servicios Rurales	55,38 "
Total :	3.169,08 lts/seg

CUADRO Nº 11

CONSUMOS FUTUROS

CIUDADES Y PUEBLOS	PROYECCIONES AL AÑO 2005				SERVICIOS RURALES	PROYECCIONES AL AÑO 2005		
	POBLACION	DOTACION	CONSUMO	GASTO		POBLACION	CONSUMO	GASTO
	miles de hab	L H D	MEDIO DIARIO miles de m ³	MAXIMO DIARIO lts/seg		miles de hab	MEDIO DIARIO m ³ Dot.120 LHD	MAXIMO DIARIO lts/seg Factor 1,5
RANCAGUA	232,70	423	98,43	1.594,9	PALMILLA	1,0	0,120	2,08
SAN FERNANDO	56,10	370	20,76	336,4	CERRILLOS DE RENGO	1,0	0,120	2,08
RENGO	19,20	370	7,10	115,0	PANIAHUE	0,9	0,108	1,87
SANTA CRUZ	20,80	370	7,70	124,8	CUESTA LO GONZALEZ	0,8	0,096	1,67
GRANEROS	23,30	320	7,46	129,5	PENCAHUE	0,8	0,096	1,67
MACHALI	18,20	380	5,80	191,0	LLALLAUQUEN	0,8	0,096	1,67
CHIMBARONGO	12,36	320	3,96	68,8	ROMA	0,6	0,072	1,25
Sn. VICENTE	6,81	470	3,20	55,6	TINGUIRIRICA	0,6	0,072	1,25
PEUMO	6,85	320	2,19	38,0	EL MANZANO	0,6	0,072	1,25
LO MIRANDA	6,86	430	2,95	51,2	SAUZAL	0,4	0,048	0,83
LAS CABRAS	6,71	280	1,88	38,6	EL CARMEN	0,4	0,048	0,83
NANCAGUA	5,60	390	2,18	37,8	LA ESTRELLA	0,4	0,048	0,83
REQUINOA	5,03	280	1,41	24,5	ZUÑIGA	0,8	0,096	1,67
CHEPICA	2,18	280	0,61	10,6	LA COMPAÑIA	0,9	0,108	1,87
PERALILLO	2,62	280	0,14	12,8	ORILLA DE PENCAHUE	0,9	0,108	1,87
CODEGUA	3,51	290	1,02	17,7	RASTROJOS	0,8	0,096	1,67
DOÑIHUE	2,42	280	0,68	11,8	LO CARTAGENA	0,5	0,060	1,04
COYA	4,12	460	1,90	33,0	LO DE LOBOS	0,2	0,024	0,42
PICHIDEGUA	3,87	280	1,08	18,8	RINCONADA de MALAMBO	0,3	0,036	0,62
OLIVAR ALTO	3,01	280	0,84	14,6	CHANQUEAHUE	0,3	0,036	0,62
QUINTA DE TILCOCO	4,39	320	1,40	24,3	POPETA	0,6	0,072	1,25
ROSARIO	1,96	280	0,55	9,5	EL ABRA	0,7	0,084	1,46
MALLOA	4,00	280	1,12	19,4	CORCOLEN	0,6	0,072	1,25
PLACILLA	1,00	280	0,28	4,9	SAL SI PUEDES	0,5	0,060	1,04
POBLACION	1,00	280	0,28	4,9	PANQUEHUE	1,0	0,120	2,08
PELEQUEN	1,00	280	0,28	4,9	COPEQUEN	0,5	0,060	1,04
PUENTE NEGRO	1,00	280	0,28	4,9	EL RULO	0,7	0,084	1,46
SANTA TERESITA	5,56	200	1,11	19,3	GUACARHUE	0,7	0,084	1,46
BELLAVISTA	2,82	200	0,56	9,7	CONVENTO VIEJO	-	-	-
AGUA BUENA	2,44	200	0,49	8,5	TRES PUENTES	0,3	0,036	0,62
LOS LIRIOS	2,49	200	0,50	8,7	CUNACO	0,5	0,060	1,04
MARCHIGUE	1,65	200	0,33	5,7	QUINAHUE	0,7	0,084	1,46
OLIVAR BAJO	1,31	200	0,26	4,5	ANGOSTURA	0,8	0,096	1,67
LARMAHUE	1,38	200	0,28	4,9	SAN ENRIQUE	0,5	0,060	1,04
REQUEHUA	1,24	200	0,25	4,3	PEOR ES NADA	0,5	0,060	1,04
POBL. ERRAZURIZ	1,22	200	0,24	4,2	CODEGUA (R)	0,7	0,084	1,46
ROSARIO DE SOLIS	2,20	200	0,44	7,6	PUQUILLAY	0,5	0,060	1,04
TOQUIHUA	1,03	200	0,21	3,6	RINCONADA JAUREGUI	0,5	0,060	1,04
EL TAMBO	1,76	200	0,35	6,1	PATAGUAS ORILLA	1,0	0,120	2,08
PUEBLO DE INDIOS	1,51	200	0,30	5,2	MONTE GRANDE	1,0	0,120	2,08
LA FINCA - LA VILLA	1,56	200	0,31	5,4	CARACOLES	0,7	0,084	1,46
AUQUINCO	1,02	200	0,20	3,5	CALIFORNIA	0,6	0,072	1,25
EL MANZANO	1,10	200	0,22	3,8				
COINCO	1,00	200	0,20	3,5				
NAVIDAD	1,00	200	0,20	3,5				
COLTAUCO	1,00	200	0,20	3,5				
SUMA DE GASTOS (lts/seg)				3.113,7	SUMA DE GASTOS (lts/seg)			55,38

TOTAL DE GASTOS = 3.169,08 lts/seg

AIESA

De estos caudales, los de vertientes y drenes ya son despreciables y cuentan, en importancia, los siguientes:

- Rancagua, con alternativas por considerar de tomas directas con filtración y captaciones subterráneas	1.594,90 lts/seg
- Resto de las captaciones, fundamentalmente subterráneas	<u>1.574,18</u> "
	3.169,08 "

Frente a estos consumos, los de la población dispersa más o menos estable de 183 lts/seg, tiene poca significación.

En el mapa siguiente se muestra en representación gráfica, la importancia de los gastos máximos esperados para el año 2005 en todas las ciudades y pueblos de la cuenca.

**2.- CONSUMO DE AGUA INDUSTRIAL
EN LA HOYA RAPEL**

- 2.1 Generalidades
- 2.2 Estimación del Consumo
- 2.3 Demanda Futura de Agua
en la Industria

2.- CONSUMO DE AGUA INDUSTRIAL EN LA HOYA RAPEL.

2.1 GENERALIDADES.

Si se considera que en materia de uso urbano recién se está reinstalando una estadística de consumos, se comprenderá que no se puede esperar una información del consumo de agua industrial, dado el hecho que la gran masa de agua utilizada se debe a unas pocas industrias grandes que tienen fuentes propias, en general pozos profundos, que no se controlan.

En todo caso, las estimaciones hechas a través de los datos de capacidad de las captaciones para la industria, y a través de cifras de la producción, permiten asegurar que el total del consumo industrial de agua es una pequeña proporción del total del agua usada en la cuenca.

Por otra parte, se puede decir también que otra característica de este uso es su carácter contaminante. Se devuelve a los cursos la mayor parte del caudal con deterioro de la calidad del recurso.

Los principales rubros de consumo industrial los constituyen las agroindustrias, de alimentos y bebidas; la industria química y siderúrgica y algunos establecimientos de la ENAP (Empresa Nacional del Petróleo).

La valuación indirecta de los consumos se hará siguiendo los métodos usados por Wollman en su estudio publicado por CEPAL en 1969, (*) actualizado con los datos

(*) Recursos de Agua de Chile. Nathaniel Wollman.

más recientes publicados por la Dirección de Estadísticas y Censos en su publicación "Industrias Manufactureras de la VI Región", año 1974.

2.2 ESTIMACION DEL CONSUMO.

Las estimaciones de Wollman se basan en la relación entre el valor agregado a los diferentes productos industriales y el consumo de agua que ha debido utilizarse en el proceso, relaciones adaptadas de la experiencia internacional según el cuadro que se presenta a continuación. Las cifras están referidas a Diciembre de 1966.

C U A D R O N.º 1

=====
Cantidad de Agua, en m³, por cada
Escudo (Moneda de Diciembre de 1966)
de Valor Agregado

Industria	Cantidad de Agua en m ³ por cada Esc de valor agregado (moneda de 1966)
Alimentos	0,03
Bebidas	0,03
Pulpa y Papel	0,36
Químicos	0,18
Acero	0,35
Otros	0,02

Fuente : Adaptado de "Recursos de Agua de Chile; un Modelo Económico", Nathaniel Wollman.

De las cifras anteriores la fracción más importante corresponde al agua que se devuelve a los cursos, degradada en su calidad, como se dijo anteriormente. Wollman estimó también la proporción de la pérdida, esto es, el agua incorporada al producto más la suma de fugas y desperdicios, evaporación y otros. El cuadro de pérdidas es el siguiente :

C U A D R O N^o 2
=====

**Porcentajes de Pérdidas de Agua en Relación
con el Agua Usada en los Procesos**

Industria	Valores Estimados para U.S.A %	Coefficiente Correlativo	Valores Estimados para Chile %
Alimentos y Bebidas	11	0,55	6
Pulpa y Papel	11	0,83	9
Químicos inorgánicos	12	0,55	7
Químicos orgánicos	4	0,55	2
Refinación del Petróleo	9	0,41	4
Acero	4	0,77	3
Otros	13	0,55	7

Fuente : "Recursos de Agua de Chile"; un Modelo Económico,
Nathaniel Wollman.

La actualización de los datos se realiza en los pasos siguientes. Primero, actualización al año 1974 de los coeficientes de Wollman presentados en el Cuadro Nº 1, para los tipos de industrias existentes en la Hoya Rapel.

C U A D R O Nº 3

Cantidad de Agua, en m³, por cada Mil Escudos
(Moneda de Diciembre 1974) de valor agregado

Industria	Cantidad de Agua en m ³ por cada Mil Escudos de valor agregado (Moneda de 1974)
Alimentos	0,041
Bebidas	0,041
Químicos	0,240
Acero	0,480
Otros	0,027

Como un segundo paso; la aplicación de los valores de Wollman actualizados a 1974 a los valores agregados de ese año, para los tipos de industrias existentes en la cuenca.

C U A D R O N º 4
=====

Estimación de Agua Industrial Usada en la Cuenca en 1974.

Industria	Valor agregado Miles E Ω (1974)	Cantidad de agua por ca da mil E Ω (1974)	Cantidad Total de agua (miles m 3 /año)	Pérdidas de agua	
				%	miles m 3 /año
Alimentos	18.619.958,0	0,041	763,4	6	45,80
Bebidas	1.341.505,0	0,041	55,0	6	3,30
Tabaco	1.835.925,0	0,027	49,6	7	3,47
Calzado y Vestuario	81.481,5	0,027	2,2	7	0,15
Muebles y Accesorios	1.318.465,5	0,027	35,6	7	2,49
Imprentas	37.037,0	0,027	1,0	7	0,07
Cuero (excepto Calzado)	29.629,6	0,027	0,8	7	0,06
Productos Químicos	1.592.916,6	0,240	382,3	2	7,65
Derivados del Petróleo	8.774.074,1	0,027	236,9	4	9,48
Aceros	881.057,3	0,480	422,9	3	12,69
Maquinarias, Art. Electr., Vehículos y Prod. metáli cos	32.651.851,9	0,027	881,6	7	61,71
T o t a l			2.831,3		146,87
			100,0 %		5,1 %

Una comprobación del grado de aproximación de las estimaciones anteriores se puede obtener a través de los datos de capacidad de extracción de agua en los pozos industriales de la cuenca, identificados en el catastro N^o 309 de la D.G.A, año 1977. Suponiendo un tiempo de bombeo dado (6 horas diarias) en promedio y un factor de utilización (consideración de la seguridad y reservas) de 60%, se puede llegar a un valor total actual de consumo de agua, cifra que debe ser comparable con el total anterior (Cuadro N^o 4). Los valores se insertan en el Cuadro N^o 5 que se presenta a continuación.

C U A D R O N o 5

Cálculo aproximado del Consumo de Agua en las principales Industrias con Pozos, a través de la capacidad instalada, Hoya Rapel.

Industria	Caudal Pozos (l/seg)	Consumo de Agua Estimado (miles m ³ /año)
Conservera		
Tomates (Malloa)	70	331
Cooperativa Marchigüe	15	71
Chiprodal (Graneros)	32	151,3
Centro Frutícola (Olivar)	10	47,3
Viña Sta. Blanca (Rancagua)	15,3	20,0 *
Planta Vinex S.A. (Olivar)	30,0	20,0 *
Indura (Graneros)	25,8	203,4 *
Planta Limos Soc. T.T.E		
(Olivar)	30,0	141,9
ENAP (San Fernando)	26,6	125,8
INDAC (Rengo)	40,0	315,4 *
Industria Ticino (Rengo)	10,0	47,3
Barrio Industrial (Rancagua)	60,0	283,8
FIAT Chilena (Rancagua)	48,0	227,1
T o t a l		1.985,3

Nota: Los consumos de agua de la industrias mercadas se estimaron sobre la base de los consumos de industrias santiaguinas de igual naturaleza, las cuales se autoabastecen de pozos, en las que se han investigado sus consumos de agua ("Principales fuentes de residuos industriales líquidos en la Hoya Hidrográfica del Río Maipo", S.N.S. año 1973). Esta estimación se consideró más realista.

Los totales de ambas estimaciones son :

(Miles m³/año)

- A través de valor agregado	= 2.831,3
- A través de la capacidad de los pozos	= 1.985,3
Diferencia	= <u>846,0</u>

La diferencia acusada tiene las siguientes explicaciones :

- 1º No todas las industrias tienen pozos, pues hay un consumo industrial tomado de las redes de agua potable que ya fue considerado en el capítulo "Uso urbano del agua".
- 2º Ambas estimaciones tienen diferente fecha.

Considerando despreciable esta última diferencia frente a la primera, podríamos aceptar como consumo industrial no extraído de la red pública la última totalización : 1.985.300 m³ por año.

2.3 DEMANDA FUTURA DE AGUA EN LA INDUSTRIA DE LA HOYA RAPEL.

Según los resultados de estudios de proyecciones de la población de la Hoya Rapel, se prevé un mayor crecimiento de la población urbana que de la rural, tal como lo muestran la publicación Nº 19.76 del mes de Diciembre de 1976 de la D.O.S., estudios de CELADE y los capítulos anteriores de este estudio. El mayor o menor crecimiento de la población de las localidades urbanas, nos

indica indirectamente la existencia o no de industrias. Esto último se debe a que las industrias son fuentes de trabajo y generalmente la mayoría se instalan en las localidades urbanas.

En las publicaciones anteriormente mencionadas, se hace una proyección de la población urbana basados en los censos poblacionales, desde el año 1975 con una población urbana estimada en la cuenca en 264.525 habitantes, hasta el año 2.005 con una población estimada en 498.035 habitantes. Esto último indica un promedio de aumento de un 3,33% por año. Suponiendo, para fines de esta investigación, que no ocurrirá un cambio muy grande en el porcentaje de los varios tipos de industrias que forman el sector industrial de la Hoya Rapel, se supone que los requisitos de agua crecerán a un promedio anual de 3,4%.

Basados en un porcentaje anual de un 3,4% de crecimiento en la demanda de agua para la industria, a continuación se presenta la proyección futura de los requisitos de la toma de agua industrial.

Proyecciones de Agua para la Industria de la
Hoya Rapel

A ñ o	Toma de Agua (miles m ³ /año)	Toma de Agua con recursos propios de las industrias (miles de m ³ /año)
1975	2.825,3	1.985,3
1980	3.305,6	2.322,8
1990	4.266,2	2.997,8
2000	5.226,8	3.672,8
2005	5.707,1	4.010,3

Se observa que la demanda de agua para uso industrial en esta cuenca, abastecida con recursos propios, no resulta de gran magnitud estimándose que para el año 2005 de previsión ella sería de solamente unos 0,12 m³/seg.

3.- USO MINERO

- 3.1 Consumo de Agua en el Sector
Minero de la Hoya Rapel
- 3.2 Consumo Futuro de Agua en la
Minería del Cobre, Hoya Rapel

3.- USO MINERO.

3.1 CONSUMOS DE AGUA EN EL SECTOR MINERO DE LA HOYA RAPEL.

Una de las características más importantes del uso del agua en la minería se relaciona con su ubicación. La actividad minera se desarrolla alejada de los centros urbanos y muchas veces elaborando el recurso minero en el lugar donde se encuentra el yacimiento, ya que no resulta económico el transporte de toneladas demasiado grandes de mineral.

Las cantidades necesarias de agua por tonelada de mineral extraído, son muy variables, según sea el tipo de mineral y el proceso que se utilice para su extracción y elaboración.

Para determinar el consumo de agua en el sector minero de la Hoya Rapel, sólo se consideró la minería del cobre la cual está representada por la mina El Teniente. Los otros consumos mineros son despreciables.

La mina El Teniente está a unos 2.250 m.s.n.m. y aproximadamente a unos 70 Kms de la ciudad de Rancagua. Los minerales más importantes que contiene son la calcopirita, la calcosina y la bornita. Esta mina es la que representa a la Gran Minería del Cobre de la región. Los centros mineros de la Mediana Minería existentes son de bastante menor importancia que El Teniente.

El consumo de agua en la minería del cobre depende fundamentalmente del sistema de beneficio que se aplique, variando según la forma de concentrar el mineral (flotación o lixiviación) y según se apliquen o no procesos para recuperación y recirculación del agua. La concentración por flotación es la que se aplica a aquellos minerales de cobre que se presentan en estado de sulfuros, tales como los existentes en la mina El Teniente.

Según Hansen, Baeza y Parker, en su publicación "Proyecciones de la Demanda de Agua en Chile y su Repartición Geográfica para los Próximos 20 Años", del año 1963, se puede considerar una dotación de 83 m³ de agua por tonelada de cobre fino producida en El Teniente.

Estimaciones más recientes contenidas en una reseña de la disposición de relaves hecha por un grupo de ingenieros de la Sociedad Minera de El Teniente en el Instituto de Ingenieros de Chile y publicadas en la revista chilena de Ingeniería da dotaciones un poco más altas.

Según Agustín Martínez L., relator de la "Problemática Futura" (★) las actuales condiciones medias de producción se expresan en las cifras :

Producción	Diaria	Anual
Mineral	50.000 T.M.	18.000.000
Cobre	625 T.M.	226.000
Estériles	49.375 T.M.	17.774.000

(★) "Sistema de disposición de relaves del Mineral El Teniente" - Revista Chilena de Ingeniería, Abril-Junio, 1976, Nº 365.

Los concentradores exigen un caudal de 95.040 m³/día (1.100 l/s) para procesar 50.000 T.M/día según el autor.

La relación sería, en consecuencia 152,5 m³ de agua por tonelada de producción y la concentración natural de salida de los estériles, 34,6% (esta última cifra del autor).

Sin embargo, como el mismo autor lo indica esta no es la única alternativa posible, y a modo de ejemplo indica una alternativa de concentración alta, de 55% lo que implica recuperación de agua entre otras muchas consecuencias de esta elección. Pues bien, con esta concentración el suministro de agua sería de 95,5 m³ de agua por tonelada de producción, valor que está en el orden de magnitud de la dotación según Hansen, Baeza y Parker.

Por otra parte hay otros consumos como agua potable y varios más además del de la planta misma. Agustín Martínez señala que éstos son el 83% del total.

Tomando por seguridad la alternativa primera y considerando los otros consumos, se llega a 185 m³ de agua por tonelada, cifra que no pecará de exigua.

Con esta cifra y con los últimos datos de producción del año pasado (x) se llega al consumo de agua, como se indica :

(x) Dato tomado del Anuario de Minería del Instituto Nacional de Estadísticas.

Consumo de agua actual :

Producción de cobre	268.847 T.M.
Consumo de agua por T.M.	185 m ³ /T.M.
Consumo en el año	49.737 miles de m ³ /año
Consumo medio diario	136 miles de m ³ /día
Caudal medio	1,574 m ³ /seg.

El consumo de El Teniente es el de verdadera importancia en la minería de la zona. Con la holgura que se ha calculado no cabe afinar agregando los consumos de la pequeña minería.

3.2 CONSUMO FUTURO DE AGUA EN LA MINERÍA DEL
COBRE, HOYA RAPEL.

Según la publicación "Estrategia Nacional de Desarrollo Regional 1975-1990", de ODEPLAN, se proyecta la construcción de embalses y canoas en la mina El Teniente, así como la construcción de una planta de chancado, e instalaciones anexas en la misma mina. También se pretende hacer un estudio de factibilidad de una nueva mina en la zona. Las necesidades futuras de agua pueden estimarse considerando que ellas variarán directamente con la producción respectiva. Esto equivale a suponer que los procesos mineros que se aplicarán en los próximos 20 a 25 años serán fundamentalmente del mismo tipo que los que se utilizan en la actualidad. En períodos críticos de abastecimiento de agua es lógico pensar que en la empresa minera se investigarán procesos y métodos de elaboración y tratarán de aplicar técnicas de recirculación

que les permitan reducir el volumen de agua utilizado por tonelada de mineral tratado. Esto es si consideraran las alternativas de menores consumos de agua por tonelada de producción a que aludía Agustín Martínez.

Ahora bien, según el mismo autor, en todo caso se está considerando un mayor suministro de agua a futuro de muy alto costo como es el de una impulsión desde el río Cachapoal. La capacidad de esta obra es de 300 lts/seg, caudal que, a máxima producción significarán 25.920 m³ más al día y 9.460 miles de m³ al año.

En resumen, a falta de datos sobre perspectivas concretas de aumento de producción anual se puede considerar como consumo futuro, al año 2005;

Consumo de agua actual :	49.737 x 10 ³ m ³ /año
Aumento previsible :	<u>9.460</u> x 10 ³ m ³ /año
Total	59.197 x 10 ³ m ³ /año
	=====

4.- USO HIDROELECTRICO

- 4.1 Resumen Descriptivo de las Centrales de la Cuenca
- 4.2 Producción de Energía y Cantidad de Agua Utilizada
- 4.3 Interferencia con otros usos
- 4.4 Desarrollo Hidroeléctrico futuro en la Hoya Rapel
- 4.5 Interferencias con el Regadío

4. USO HIDROELECTRICO

4.1 RESUMEN DESCRIPTIVO DE LAS CENTRALES DE LA CUENCA.

Las centrales hidroeléctricas que existen en la Hoya del Rapel están ubicadas en su mayoría en el río Cachapoal y sus afluentes, menos la más grande ellas, la Central Rapel que está ubicada en el curso inferior de ese río, que como se sabe, se forma principalmente de la confluencia de los ríos Cachapoal y Tinguiririca.

Se detallan a continuación las características principales de las centrales en operación.

PANGAL :

Pertenece a la Compañía Minera El Teniente y su producción está destinada al uso interno de la compañía. Capta sus aguas del río Pangal a una cota aproximada de 1.500 m.s.n.m y las devuelve a una cota de 1.052 m.s.n.m. Tiene una potencia instalada de 24.000 kw, una caída de 448 metros y un gasto máximo de 6,8 m³/seg. Es una central de pasada.

COYA :

Pertenece también a la Compañía Minera El Teniente y se usa para el consumo interno de la compañía. Capta sus aguas parte del río Pangal y parte del río Cachapoal. Está ubicada en la confluencia de ambos ríos a una cota aproximada de 920 metros y devuelve sus aguas a cota aproximada de 760 m.s.n.m. Tiene una potencia instalada de 29.000 kw, una caída de 134 metros y un gasto máximo de 27,8 m³/seg. Es una central de pasada.

Sauzal :

Pertenece a ENDESA y está destinada al Servicio Público entregando su producción al sistema interconectado. Capta sus aguas del río Cachapoal a cota 750 m.s.n.m. aproximadamente y las devuelve a cota 633 m.s.n.m. Tiene una potencia instalada de 76.800 kw, una caída de 115,3 metros y un gasto máximo de 76,2 m³/seg. Tiene una pequeña regulación horaria por medio de un estanque que recibe una aducción del río Cachapoal de 58 m³/seg y del río Claro otra de 7 m³/seg. La regulación horaria permite operar la central al gasto máximo de 76,2 m³/seg en algunas horas del día, cuando el consumo es mayor.

SAUZALITO :

El funcionamiento fluctuante de la Central Sauzal, que a las horas de los máximos consumos entrega su máximo caudal, provocó interferencias con el uso del agua en el regadío debido a los golpes de agua. Por esta razón ENDESA para eliminar este efecto, concibió el proyecto de un embalse de compensación, aguas abajo de la descarga de Sauzal. Este embalse constituyó un nuevo sistema hidroeléctrico complementario de Sauzal, llamado Sauzalito, que se puso en servicio en 1959.

Sauzalito tiene una potencia instalada de 9.500 kw, una caída de 25 metros y un gasto de 45 m³/seg y su operación permite regularizar la entrega de agua al regadío. La descarga de Sauzalito está a cota 607 m.s.n.m.

RAPEL :

La Central Rapel pertenece a ENDESA y es la primera central de gran magnitud realizada dentro del desarrollo eléctrico de la zona central en su tercera etapa. El crecimiento de la demanda de energía eléctrica que hasta 1973 era

de alrededor de un 8% anual acumulativo, exige que las centrales del plan en esta etapa tengan gran magnitud y además tengan importantes reservas de agua para contar con respaldo para satisfacer los períodos críticos del abastecimiento.

La Central Rapel cuenta con un embalse de 700 millones de m³ de agua cuando la cota de agua está en su nivel máximo normal de 105 m. El mínimo nivel normal está a la cota 97. El volumen de regulación entre el nivel máximo normal y el mínimo normal es 433 millones de metros cúbicos.

La operación de la central está orientada a proporcionar potencia de "punta" al sistema interconectado del país. La potencia instalada es de 350.000 kw, repartida en cinco unidades de 70.000 kw cada una. Cada unidad tiene un caudal de 107 m³/seg y una altura neta de 75,5 m.

4.2 PRODUCCION DE ENERGIA Y CANTIDAD DE AGUA UTILIZADA.

La cantidad de agua que pasa por las centrales hidroeléctricas en un año se mide por la producción anual de kw horas. Para cada central se puede calcular el número de m³ de agua que deben pasar para producir un kw hora y conociendo la producción tenemos los m³ de agua usados.

En general, las centrales hidroeléctricas pueden interferir con otros usos del agua por la degradación de la cota del agua o bien por la irregularidad o inoportunidad con que entregan el agua a los cauces naturales. Por esta razón se darán los datos de generación mes por mes en el año 1973 de las centrales Sauzal y Rapel y el equivalente en m³ de agua. Para las demás centrales se dará su producción media

anual. La fuente de información es la publicación "Producción y Consumo de ENERGIA en Chile", editada por ENDESA en 1973.

C U A D R O N° 1
 =====

Producción Media Anual en Millones de Kw Hora y su
 equivalente en Millones de m3 de Agua

	Millones Kw Hora	Millones m3
Pangal	152	155,04
Coya	221	762,68
Sauzal	405	1446,61
Sauzalito	60	1023,16
Rapel	839	4616,90

C U A D R O N° 2
 =====

Producción Anual en Millones de Kw Hora y su equivalente
 en Millones de m3 de Agua en las Centrales :
 Rapel, Sauzal y Sauzalito

Año	R a p e l		S a u z a l		S a u z a l i t o	
	GWH	Millones m3	GWH	Millones m3	GWH	Millones m3
1970	502,7	2766,3	384,1	1372,0	62,7	1069,2
1971	556,7	3063,4	410,8	1467,3	63,7	1086,3
1972	1203,3	6621,6	467,9	1671,3	75,1	1280,7
1973	904,9	4979,5	419,4	1498,0	63,8	1088,0

C U A D R O N^o 3
 =====

Producción Anual en Millones de Kw Hora y su equivalente en Millones de m³ de Agua en las Centrales Coya y Pangal

A ñ o	C o y a		P a n g a l	
	GWH	Millones m ³	GWH	Millones m ³
1972	230,2	794,4	140,1	142,9
1973	204,5	705,7	115,6	117,9

C U A D R O N^o 4
 =====

Producción mes por mes de Energía en Millones de Kw horas y su equivalente en Agua en el año 1973 en las Centrales, Rapel, Sauzal y Sauzalito

Mes	R a p e l		S a u z a l		Sauzalito	
	GWH	Millones m ³	GWH	Millones m ³	GWH	Millones m ³
Ene	104,5	575,0	40,9	146,1	4,1	69,9
Feb	93,5	514,5	35,0	125,0	3,9	66,5
Mar	57,8	318,1	45,8	163,6	7,2	122,8
Abr	50,1	275,7	33,7	120,4	4,8	81,9
May	86,6	476,5	21,1	75,4	3,8	64,8
Jun	102,1	561,8	27,2	97,2	5,1	87,0
Jul	157,1	864,5	32,4	115,7	5,7	97,2
Ago	89,3	491,4	29,8	106,4	5,5	93,8
Set	40,9	225,1	28,3	101,1	5,0	85,3
Oct	39,0	214,6	33,4	119,3	6,2	105,7
Nov	31,5	173,3	45,0	160,7	6,6	112,5
Dic	52,5	288,9	46,8	167,2	6,6	112,5

4.3 INTERFERENCIA CON OTROS USOS.

La interferencia del uso hidroeléctrico del agua con regadío y otros usos como agua potable, está relacionada primero con la cota en que se devuelve el agua a los cursos naturales después de utilizarse en la generación de energía y en segundo lugar la forma y oportunidad con que se devuelve.

En el caso de las centrales de Coya y Pangal no interfieren con el uso del agua en el regadío, ya que son centrales de pasada y la degradación de cota que provoca la central no afecta al regadío ni a los consumos de agua potable.

En cuanto a las centrales de Sauzal y Sauzalito, hubo interferencia por la modalidad de la descarga que se corrigió con la operación del estanque de compensación y la Central Sauzalito.

Sin embargo queda un problema pendiente en relación con el agua potable para Rancagua. Las alternativas para ambas obras son : captaciones subterráneas y tomas directas en el Cachapoal y el Claro; esta última está expuesta a contaminaciones tóxicas con residuos de El Teniente que, de no remediarse la inhabilitan. Queda como alternativa útil el Claro de donde extrae ENDESA hasta 7 m³/seg. Si se recurre a su aducción hay que coordinar las extracciones para ambos usos en forma de no perjudicar el uso prioritario del agua potable.

En lo que a cota se refiere, como la descarga de Sauzalito está a cota 608 m.s.n.m. no hay por ahora tomas de agua a una cota superior, por lo tanto no hay interferencia.

En cuanto a la Central Rapel, en ésta se ha presentado un problema inverso. Una obra para el regadío, el embalse "Convento Viejo", derivó aguas fuera de la hoya restando recursos al embalse Rapel. Esto se subsanó trasvando aguas de la cuenca del río Mataquito a la cuenca del Rapel por medio del canal Teno-Chimbarongo, en cumplimiento de un convenio entre ENDESA y el Ministerio de Obras Públicas.

4.4 DESARROLLO HIDROELECTRICO FUTURO EN LA HOYA DEL RAPEL.

ENDESA en su publicación "Catastro de Recursos Hidroeléctricos de Chile" de Diciembre de 1973, indica los siguientes emplazamientos de futuras centrales hidroeléctricas en hoya del Rapel.

H-1 CORTADERAL. - Ubicada en el río Cortaderal aguas arriba de su confluencia con el río Cachapoal y con las siguientes características principales : Cota de captación 1.700 m.s.n.m; caída bruta 450 metros; caudal de diseño 25 m³/seg; embalse de 60 millones de m³; generación año promedio 610 GWH; potencia 84.000 Kw. Estado del estudio: EVALUACION con antecedentes fidedignos = (Central de Embalse).

H-2 COLLICURA.- Ubicada en río Cachapoal aguas arriba de la Central Coya y con las siguientes características principales : Cota de captación 1.100 m.s.n.m; caída bruta 330 metros; caudal de diseño 75 m³/seg; embalse de 167 millones de m³; generación año promedio 1.060 GWH; potencia 200.000 Kw. Estado del estudio : EVALUACION con antecedentes fidedignos = Esta Central interfiere con el

funcionamiento de Coya, la que vería suprimida su captación en el río Cachapoal disminuyendo, por lo tanto, su potencia (Central de Embalse).

- H-3 **CENTRAL LA CRUZ.**- Ubicada en el río Las Damas afluente del Tinguiririca y con las siguientes características principales : Cota de captación 1.740 m.s.n.m; caída bruta 330 metros; generación año promedio 91 GWh; caudal de diseño 6 m³/seg; potencia 15.000 Kw. Estado del estudio : Estimación = (Central de paso).
- H-4 **CENTRAL AZUFRE.**- Ubicada en el río Azufre, captando aguas del río Azufre y del río Las Damas con las siguientes características principales : Cota de captación 1.410 m.s.n.m; caída bruta 390 metros; generación año promedio 660 GWh; caudal de diseño 27 m³/seg; potencia 78.000 Kw. Estado del estudio : Estimación (Central de paso).
- H-5 **CENTRAL TINGUIRIRICA.**- Ubicada en la confluencia del Tinguiririca con el río Clarillo y de las siguientes características principales : Cota de captación 1.020 m.s.n.m.; caída bruta 350 metros; generación año promedio 678 GWh; caudal de diseño 42 m³/seg; potencia 110.000 Kw. Estado del estudio : Estimación (Central de paso).
- H-6 **CENTRAL TUMUÑAN.**- Ubicada en el río Tinguiririca aguas abajo de la Central Tinguiririca y de las siguientes características principales : Cota de captación 650 m.s.n.m; caída bruta 110 metros; caudal de diseño 40 m³/seg. Central de Embalse generación año promedio 227 GWh; potencia 33.000 Kw. Estado del estudio : Estimación.

H-7 **CENTRAL NUEVA PANGAL.**- Ubicada en el río Pangal y de las siguientes características principales : Cota de captación 1.500 m.s.n.m; caída bruta 617 metros; caudal de diseño 8,5 m³/seg; generación año promedio 312 GWh. Central de Embalse. Volumen del embalse : 70 millones de m³; potencia 40.000 Kw. Estado del estudio : Evaluación con antecedentes fidedignos.

C U A D R O N^o 5
=====

HOYA DE RAPEL

Centrales en Estudio ordenadas en cada río en orden descendente de cotas - Generación año promedio en GWh y su equivalente en millones de m³ de agua al año

		C o t a	GWH	Millones de m ³
Nueva Pangal	(E)	1.500	312	239
Cortaderal	(E)	1.700	610	635,5
Collicura	(E)	1.100	1.060	1.431,-
La Cruz		1.740	91	131
Azufre		1.410	660	822,5
Tinguiririca		1.020	678	931,9
Tumuñan	(E)	650	227	990,5

Nota: (E) = Central de Embalse.

4.5 INTERFERENCIAS CON EL REGADÍO.

La interferencia de las nuevas alternativas de centrales con el regadío, puede presentarse en las centrales de embalse, por lo que éstas deben pensarse como obras de uso múltiple.

En cuanto a las centrales de pasada, sólo interferirán si la degradación de la cota de agua afectara a alguna toma de canales de regadío.

**5.- EL AGUA Y LA RECREACION EN LA
HOYA RAPEL**

5.1 Generalidades

**5.2 Desarrollo de la Recreación
en la Hoya Rapel**

5. EL AGUA Y LA RECREACION EN LA HOYA RAPEL.

5.1 GENERALIDADES.

En los últimos tiempos la recreación ha sido reconocida como una actividad necesaria para el hombre, y la propia sociedad es la que ha debido buscar entre sus recursos naturales los medios para desarrollarla y utilizar parte de sus recursos económicos para hacerla posible.

Los recursos naturales han pasado a constituirse en la fuente recreativa más importante y entre éstos el agua es uno de los elementos fundamentales. En efecto, deportes de invierno sobre la nieve, pesca, caza submarina, ski acuático, navegación, boga, baño, natación, etc. son actividades recreativas y en todas ellas está presente el agua.

Además de los centros recreacionales urbanos tradicionales, en la actualidad se tiende a desarrollar otros que se ubican en lugares que presentan características naturales favorables para este fin y donde se construyen obras para acondicionarlos o se aprovechan obras de otros usuarios. La existencia de un curso superficial de aguas de buena calidad, de una cascada, de un embalse o lago y de vegetación abundante pueden ser la base para la ubicación de un centro de recreación.

En nuestro país, la recreación de la población tiene claras expectativas de desarrollo futuro y al respecto se pueden considerar que existen dos posibilidades en la utilización de las aguas para fines recreacionales de la población urbana. Una de ellas es construir obras especiales destinadas

a este fin y situadas en las cercanías de las ciudades, constituidas por pequeños embalses que sirvan como centro de recreación, y la otra posibilidad es la de aprovechar embalses construidos con otros fines (agua potable, riego, hidroelectricidad), que por sus características permitan implantar en torno a ellos un centro de recreación.

5.2 DESARROLLO DE LA RECREACION EN LA HOYA RAPEL.

Los embalses son las obras hidráulicas que permiten más fácilmente el desarrollo de centros recreativos. El embalse Rapel presenta muy buenas perspectivas en este aspecto. Para ello, ya se está incentivando la recreación en el embalse, para lo cual se deberá contar con accesos expeditos y/o sistemas de locomoción apropiados, servicios de agua potable y sanitarios, lugares acondicionados para efectuar meriendas o desarrollar camping, embarcaderos, botes, etc. También se está forestando los terrenos de secano que rodean el embalse, con el objeto de proporcionar sombra mediante una abundante vegetación, ya que ésta constituye uno de los principales atractivos para desarrollar actividades recreacionales al aire libre. Es conveniente y ventajoso implementar estas obras hidráulicas de gran envergadura como el embalse Rapel, con inversiones de pequeña magnitud, para que puedan ser utilizadas con fines recreativos.

La interferencia principal que se produce en el uso de los embalses entre la recreación y las necesidades de los otros usuarios, es la exigencia o conveniencia de mantener niveles relativamente estables, lo cual generalmente, es incompatible con las necesidades de regulación que imponen los otros usos. Esto último no afecta al embalse Rapel, ya que sus

finos son sólo hidroeléctricos y en los períodos de mayor actividad recreativa, es decir, en verano, es cuando se utiliza menos agua para generar energía eléctrica, manteniéndose estable el nivel de las aguas en ese período. Por último, hay que destacar en el Embalse Rapel su situación con respecto a la capital y a diversos sectores urbanos que tienen la posibilidad de llegar a él, mediante una importante red de caminos que lo une con el camino longitudinal sur y con la carretera que va desde Santiago a San Antonio. La existencia de esta red de caminos, que se extiende incluso a lo largo de las extensas márgenes de su zona de inundación, ha determinado la conveniencia de iniciar en su contorno el aprovechamiento con fines recreativos todo el borde del extenso lago creado por la presa. Para este efecto, el propietario de esta obra (ENDESA) ha comenzado a proceder a la venta de diversos lugares ribereños y a fomentar la instalación de centros de recreación y a la forestación del sector.

El futuro embalse Convento Viejo proyectado principalmente para riego, tendrá los problemas de interferencia entre la recreación y el regadío de que se ha hablado. En todo caso, es posible obtener una utilización para los fines de recreación a través de un aprovechamiento de sus zonas ribereñas. Es factible desarrollar en sus márgenes centros de recreación en torno a parques o bosques, estableciendo lugares para excursiones, meriendas, camping, etc.

En cuanto a ubicación y acceso, el embalse Convento Viejo presentará características muy similares y probablemente mejores que las de Rapel al quedar adyacente a la Carretera Panamericana Sur y próximo a importantes

centros urbanos como Talca, Curicó, San Fernando, Rancagua e incluso Santiago. Así también, el acceso a su zona de inundación será muy fácil a través de los diversos caminos que existen en esa zona rural.

Otros recursos naturales aprovechables con fines de recreación son las termas. Inicialmente se utilizaban fundamentalmente con fines terapéuticos, aprovechando las características especiales de estas aguas por su contenido de sales minerales. Gradualmente se fueron transformando además en lugares de recreación, aprovechando los paisajes y lugares pintorescos en que están situadas. En la zona precordillerana de la hoya Rapel existen fuentes de aguas termales o minerales en las cuales se han establecido organizaciones hoteleras para explotarlas, siendo centros selectos para el descanso y la recreación. Estas están representadas principalmente por las Termas de Cauquenes ubicadas al oriente de Rancagua y las Termas Vegas del Flaco ubicadas en la parte alta de la provincia de Colchagua. Las Termas Vegas del Flaco junto al embalse Rapel, son las principales metas del desarrollo turístico futuro de la región trazadas por ODEPLAN.

**6.- DEMANDA TOTAL DE LOS USOS URBANO, INDUSTRIAL
MINERO, HIDROELECTRICO Y OTROS**

- 6.1 Generalidades
- 6.2 Demandas Actuales en los Usos
Urbano, Industrial y Minero
- 6.3 Pérdidas en los Usos Urbanos e
Industrial
- 6.4 Deterioro de la Calidad y Plantas
de Tratamiento
- 6.5 Demanda Futura en los Usos Urbano,
Industrial y Minero
- 6.6 Uso Hidroeléctrico del Agua
- 6.7 Sumas y Comentario Final

6. DEMANDA TOTAL DE LOS USOS URBANO, INDUSTRIAL, MINERO, HIDROELECTRICO Y OTROS

6.1 GENERALIDADES.

En los párrafos anteriores se han establecido las cantidades de agua que demandan estos usos, con las salvedades que en esos párrafos se indica respecto al grado de certeza de las cifras dadas de acuerdo con los datos disponibles.

El examen del conjunto de las estimaciones hechas, nos permitirá hacer comparaciones entre las demandas para formarse un juicio acerca de la importancia de unas respecto de otras.

Por otra parte, como ya se ha dicho, el uso hidroeléctrico del agua, así como el uso en la recreación, devuelve el agua a los cauces naturales casi sin merma en su cantidad y sin deterioro en la calidad. En el caso del uso hidroeléctrico, puede devolverse degradada en cota, y en algunos casos esta circunstancia puede interferir con otros usos. También, en el caso del uso hidroeléctrico puede haber falta de oportunidad en la devolución de las aguas, cuando, por motivo de obras de regulación del caudal para el uso hidroeléctrico el régimen de devolución de las aguas no sea el adecuado para otros usos.

Las demandas para uso urbano, industrial y minero tienen la característica de que devuelven el agua degradada en calidad, en cota y además disminuída en su cantidad. Por esta razón en estos usos la autoridad debe velar para que

la devolución se haga en las mejores condiciones de calidad para lo cual debe, en los casos que se requiera, considerarse plantas de tratamiento. También en estos usos deben controlarse las pérdidas de agua. Algunas pérdidas como evaporación, consumos varios, son inevitables, pero otras pérdidas como las pérdidas en las redes de distribución de agua potable y las pérdidas en las redes de alcantarillado, pueden controlarse y disminuirse.

6.2 DEMANDAS ACTUALES EN LOS USOS URBANO, INDUSTRIAL Y MINERO.

En los párrafos anteriores se han determinado las demandas actuales anuales en estos tres rubros, según el siguiente detalle :

Uso urbano	30.814.000	m3
Uso industrial	2.831.300	m3
Uso minero	49.337.000	m3

El uso urbano se puede descomponer en :

Consumo de los servicios D.O.S.	26.008.000	m3
Aldeas y consumos rurales	<u>4.806.000</u>	m3
T o t a l	30.814.000	m3

Se observa que, como es natural, la mayor cifra corresponde a los servicios D.O.S. además en esta cifra está incluido parte del consumo industrial de las industrias que no tienen abastecimiento propio y sacan el agua de las redes públicas.

El uso industrial se puede descomponer de la siguiente manera :

Consumo total calculado	2.831.300	m3
Consumos de industrias con abastecimiento propio	<u>1.985.300</u>	m3
Diferencia	846.000	m3

Se puede interpretar esta diferencia como el consumo industrial extraído de las redes públicas. Esta cifra representa un 3,25% de los consumos totales de las redes públicas de la D.O.S., redes desde las cuales se debe extraer este consumo.

El uso minero calculado corresponde al consumo del mineral El Teniente porque los otros usuarios, frente a este consumidor no tienen ninguna relevancia.

Se observa que actualmente el consumo minero es el consumo mayoritario, mayor en un 60% que el actual consumo urbano de toda la cuenca.

6.3 PERDIDAS EN LOS USOS URBANOS E INDUSTRIAL.

Se acostumbra estimar los caudales de los servicios de alcantarillado en un 80 a 85% de los consumos de agua potable. Se parte de la base entonces que entre un 15 y un 20% del agua potable no llega a desaguar por los efluentes de alcantarillado. Estas cifras a nuestro juicio, son bajas con respecto a la realidad.

Podemos estimar que las redes de agua potable de esta cuenca, muy antiguas, como es el caso de Rancagua, San Fernando y Rengo pierden del orden de un 30%.

Las redes más nuevas estimamos que deben perder menos, del orden de un 20%. Esta agua perdida en las redes se incorpora al agua subterránea, de modo que en el hecho no es del todo pérdida, sino que hay un cambio en el curso natural que la recibe. Cifras exactas sobre esta materia no hay porque desde hace mucho tiempo en los servicios de agua potable no se hacen determinaciones de pérdidas.

Respecto de los consumos industriales en Cuadro Nº 4 del Capítulo Nº 2, se han calculado las pérdidas en los distintos rubros industriales. Se anota una pérdida total de 5,1%. Esta cifra es teórica y sólo se tendrán valores fidedignos, cuando se hagan determinaciones directas de pérdidas. Las cifras reales, estimamos que son mayores que las calculadas.

En cuanto a un cálculo exacto de pérdidas, debe esperarse una determinación directa. Conocida la magnitud de éstas, deben propiciarse las medidas necesarias para disminuirlas tanto en las redes de agua potable como en los consumos industriales con abastecimiento propio.

Las pérdidas en las redes de alcantarillado también podemos estimarlas en un 30%.

6.4 DETERIORO DE LA CALIDAD Y PLANTAS DE TRATAMIENTO.

En esta cuenca solo hay en Rengo dos pozos Imohoff que trabajan en precarias condiciones, el resto de las aguas servidas se entregan a los cauces naturales sin ningún tratamiento.

En esta materia de la calidad, como se dijo en el capítulo correspondiente, sólo son dignos de mención, los esfuerzos que hace y se supone que seguirá haciendo, el mineral El Teniente para devolver las aguas tratándolas en plantas ad-hoc para bajar las cifras de toxicidad que adquieren las aguas en el procesamiento de los minerales.

6.5 DEMANDA FUTURA EN LOS USOS URBANO, INDUSTRIAL y MINERO.

Se han determinado en Cuadro Nº 11 del Capítulo Nº 1 los consumos futuros, en litros por segundo, de todas las demandas de agua para uso urbano. El cálculo del consumo medio anual que se desprende es : 69.887.200 m³ para el año 2005.

Los consumos futuros de agua industrial fueron calculados en la sección correspondiente, indicándose las demandas por año desde 1975 hasta 2005, tanto para el total del consumo como el consumo de las industrias que se autoabastecen.

Para el año 2005 las cifras son :

Total demanda	5.707.100	m ³
Industrias que se autoabastecen	4.010.300	m ³

La relación que guarda el consumo industrial que se extrae de la red pública con el total del consumo urbano es ahora de 2,4%; considerando en este caso el consumo de todas las ciudades y agregando las aldeas que se espera que a esa fecha tendrán su red pública en forma más generalizada que actualmente.

Para los consumos de agua en el año 2005 del mineral El Teniente se espera un total de 59.196.000 m³, cifra que a esta fecha es menor que el total del consumo urbano medio, sin dejar por cierto de ser un consumo muy importante, ya que será el segundo consumidor después de los consumos urbanos.

6.6 USO HIDROELECTRICO DEL AGUA.

La cantidad de agua usada en generación hidroeléctrica está en relación a la producción anual de energía y las cifras medias actuales se dan en el Cuadro Nº 1 del Capítulo Nº 4. La mayor cifra corresponde a la Central Rapel con 4.616.900.000 m³ y las cantidades usadas por Sauzal y Sauzalito son también del orden de los miles de millones de metros cúbicos.

Las cantidades de agua necesarias para el futuro se resumen en el Cuadro Nº 5. Se han agrupado las

futuras centrales siguiendo el curso de los ríos que las alimentarán, pues la misma agua que generen en la cota más alta, vuelve a generar en las centrales de cota más baja.

Reiteramos de nuevo la característica de este uso, que no pierde agua ni la desmejora en calidad. Sólo la degrada en cota y es principalmente en este aspecto donde puede encontrarse limitaciones para destinar el recurso a otros usos.

6.7 SUMAS Y COMENTARIO FINAL.

En el Cuadro Nº 1 se suman las demandas de los consumidores de los sectores : urbano, industrial y minero. No hemos considerado en este cuadro los requerimientos para generar energía eléctrica porque este uso no tiene propiamente el carácter de consumo y por eso se anotan en cuadro separado.

C U A D R O N º 1
=====

	Consumo Actual en Millones de m ³ al año	Consumo en año 2005 en Millones de m ³ al año
Consumos Urbanos	30,814 (*)	69.887 (**)
Consumos Industriales con abastecimiento propio	1,985	4.010
Consumo Minero	49.337	59.196
T o t a l	82.136	133.093

(*) El 3,25% de esta cifra es consumo industrial.

(**) El 2,40% de esta cifra es consumo industrial.

En el Cuadro Nº 2 se dan las cantidades de agua necesarias, actualmente y en el año 2005, para generar energía eléctrica.

En cada río se ha considerado la cifra más alta y es la que corresponde a la central ubicada a la menor cota.

C U A D R O Nº 2

	Actual Millones de m3 al año	Año 2005 Millones de m3 al año
Sauzal	1.446,61	1.446,61
Tumuñán	-	990,50
Rapel	4.616,90	4.616,90

Respecto a pérdidas de agua por falta de datos, lo más que podemos decir es remitirnos a los porcentajes estimados en páginas anteriores. Recordamos además, que las pérdidas generalmente se incorporan al agua subterránea.

Como comentario final, debemos señalar que, en el uso urbano del agua, debe propiciarse una política de control de pérdidas por un lado y entregar con algún tratamiento las aguas servidas que van a los cauces naturales.

Valen estas mismas observaciones para los usuarios de agua en la industria y la minería, agregando en este caso, que muchas veces los residuos que van en el agua servida, son altamente tóxicos y por lo tanto se requiere un tratamiento adecuado para evitar graves daños ecológicos.

Plantas de tratamiento y control de pérdidas aumentarán las disponibilidades de agua en el futuro.

III.- USO ACTUAL DE AGUA EN RIEGO.

1.- INTRODUCCION

1.- INTRODUCCION.-

En la hoya del río Rapel existen cerca de 175 canales de regadío con derechos establecidos que captan sus aguas en los principales cauces naturales de la hoya. Ellos son los ríos Cachapoal, Claro de Rengo, estero Zamorano, río Tinguiririca y los esteros Chimbarongo y Las Toscas. Ver figuras N°1 y N°2.

En este estudio se analizan las relaciones entre las superficies regadas por los canales y sus respectivos derechos de aguas.

También se calculan las disponibilidades de agua por hectárea a nivel de bocatoma, que tienen actualmente los canales de regadío.

Estos últimos cálculos se realizan en las primeras secciones de los ríos Cachapoal y Claro de Rengo, tercera sección del río Cachapoal, río Tinguiririca y estero Chimbarongo. En el resto de los cauces naturales no se tenían antecedentes disponibles. Este análisis se realiza para dos años históricos, cercanos al 50% y 85% de probabilidad hidrológica.

Los resultados obtenidos permiten proponer mejoramientos en la distribución de los derechos de aguas y definir áreas bien o mal dotadas.

2. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

2.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.-

- En la hoya del río Rapel existen 175 canales que captan sus aguas en los cauces naturales principales de esta cuenca: 40 en el río Cachapoal, 37 en el río Claro de Rengo, 11 en el estero Zamorano, 58 en el río Tinguiririca, 18 en el estero Chimbarongo y 11 en el estero Las Toscas.

- Los valores de las superficies regadas por cada canal varían entre 12,5 Hás que corresponde al canal Las Parcelas de la ribera sur del río Tinguiririca y 10.000,0 Hás, regadas por el canal Cocalán de la ribera norte de la tercera sección del río Cachapoal.

- Las superficies bajo canal servidas por los diferentes cauces principales de la hoya son las siguientes:

Río Cachapoal. Primera Sección	= 56.870 Hás
Río Cachapoal. Segunda Sección	= 13.428 "
Río Cachapoal. Tercera Sección	= 34.118 "
Río Claro de Rengo. Primera Sección	= 7.075 "
Río Claro de Rengo. Segunda sección	= 5.398 "
Estero Zamorano. Primera Sección	= 2.698 "
Estero Zamorano. Segunda Sección	= 9.050 "
Río Tinguiririca. Primera Sección	= 40.253 "
Estero Chimbarongo	= 33.625 "
	<hr/>
	202.515 Hás

- Para obtener la superficie total bajo canal de la hoya del río Rapel, hay que agregar la superficie regada con recuperaciones del sistema de riego, un total de 50.853 Hás.

Además habría que sumar las áreas regadas por el estero Antivero, río Claro de Tinguiririca, segunda sección del río Tinguiririca, las zonas regadas por algunos tranques pequeños existentes en la hoya y por último las áreas regadas por canales menores que no tienen derechos establecidos. Todas estas superficies totalizan un valor de aproximadamente 20.000 Hás.

- La mayor parte de las secciones de los cauces principales de la hoya del río Rapel tienen Juntas de Vigilancia. Ellas no existen generalmente donde no se presenta el problema de escasez del agua de riego.
- Son muy pocas las organizaciones de regantes que llevan un control periódico de los caudales captados por los canales de regadío.
- En la primera sección del río Cachapoal no habrían problemas de agua, según los valores obtenidos para las disponibilidades de agua en los canales, con un promedio de aproximadamente 25.000 m³/Há . año. Sin embargo habría que corregir los derechos de los canales Compañía y Mal Paso que tienen valores de 12.000 y 13.000 m³/Hás . año respectivamente, que son muy bajas en relación al resto de los canales de esta sección.

- Habría que hacer una redistribución de los derechos, porque el agua es abundante en esta sección del río Cachapoal y algunos canales se encuentran sobredotados.
- En la ribera sur de la segunda sección del río Cachapoal no se analizaron las disponibilidades de agua, pero si se puede concluir que existen grandes diferencias en la relación superficie/derecho por lo que también habría que hacer una redistribución de los derechos, en esta zona.
- En la tercera sección del río Cachapoal el agua es abundante, porque se tienen disponibilidades del orden de 25.000 m³/Há . año en varios canales. Sólo habría que corregir la de los canales Cocalán y Villedano de 13.000 m³/Há . año.
- Según los resultados obtenidos, los recursos hidráulicos de la primera sección del río Claro de Rengo son bajos. Cabe señalar que esta información es válida para antes de la construcción del embalse Los Cristales y el proyecto de riego de la Dirección de Riego.
- En el estero Zamorano, la repartición de las aguas es bastante uniforme, de acuerdo a las relaciones superficie/derecho de sus canales.

En el estero Chimbarongo se obtuvo un gran rango de valores de disponibilidades de agua, desde 3.000 m³/Há . año hasta 32.000 m³/Hás . año. Por lo tanto, se ve clara la necesidad de una redistribución de los derechos.

Una situación análoga se presenta en el río Tinguiririca, por lo que también sería necesario uniformar la repartición de las aguas.

3.- ORGANIZACION Y DISTRIBUCION DE LOS DERECHOS

3.1.- Organización de los regantes

3.2.- Distribución de derechos y superficies servidas por canales

3.3.- Análisis de relación superficie/derecho

3.- ORGANIZACION Y DISTRIBUCION DE DERECHOS.-

Prácticamente todos los cauces importantes de la hoya del río Rapel tienen una repartición de derechos establecida, aunque en algunos casos no se usa.

En general, en aquellas secciones en que los recursos hidráulicos son abundantes y no tienen problemas de aguas ni siquiera en los años críticos, no existe mucho interés de parte de los canalistas por organizarse.

A continuación, en el punto N° 3.1 se indican las organizaciones de los regantes existentes en todos los cauces principales de la hoya del río Rapel y en el punto N° 3.2 las nóminas de los derechos, en cada uno de ellos.

3.1.- Organización de los regantes.-

Río Cachapoal. Primera Sección.-

Esta sección está controlada por la Junta de Vigilancia del río, quien administra y distribuye las aguas a que tienen derecho sus miembros, explota y conser

va las obras de aprovechamiento común y realiza los demás fines que le encomiende la ley.

Esta junta ejerce su acción en el río Cachapoal, desde su nacimiento en la Cordillera de Los Andes hasta el sitio denominado Punta de Cortés, ubicado a 15 km aproximadamente, al poniente del ferrocarril longitudinal.

Son miembros de la Junta de Vigilancia, las Asociaciones de Canalistas, las Comunidades de Agua y las personas naturales o jurídicas dueñas únicas y exclusivas de algún canal, que extraigan sus aguas de la primera sección del río Cachapoal.

Las aguas de esta sección del río se reparten por mitades entre los canalistas de la ribera norte y ribera sur.

En la ribera norte existen once canales y en la ribera sur doce, que tienen derechos permanentes en el río. El detalle de estos derechos se presenta en el Cuadro N°1.

El río se somete a turno cuando el caudal es inferior a $80 \text{ m}^3/\text{s}$.

Río Cachapoal. Segunda Sección.-

Esta sección también tiene Junta de Vigilancia, que controla el río entre Punta de Cortés y la confluencia del estero Purén o Idahue con el río Cachapoal.

Los canales de la ribera norte junto a los de la ribera sur tienen derecho a usar el total del caudal del río en esta sección.

En la ribera norte existen seis canales que tienen derecho a captar 8.400 acciones en el río y en la ribera sur cuatro que pueden captar 4.450 acciones.

Los derechos de cada canal se indican en Cuadro N°1.

Río Cachapoal. Tercera Sección.-

Esta sección tiene una Junta de Vigilancia que controla el río entre la confluencia del estero Idahue con el río Cachapoal y la desembocadura de este último en el embalse Rapel.

En la ribera norte existen tres Asociacion

nes de Canalistas y otros canales menores, que tienen derechos en el río. Las Asociaciones de Canalistas tienen derecho a captar un total de 1.928 acciones permanentes y 472 eventuales. En la ribera sur hay cuatro canales principales que captan los derechos restantes de la tercera sección del río Cachapoal, 1.904 derechos permanentes y 166 derechos eventuales.

En esta sección el río entra a turno cuando el caudal es inferior a $34 \text{ m}^3/\text{seg}$.

Los derechos de los canales se presentan en Cuadro N°1.

Río Claro de Rengo. Primera Sección.-

La Junta de Vigilancia de esta sección controla el río desde su nacimiento hasta el puente Mendoza.

El total del caudal de esta sección se capta mediante veintitres canales. Catorce de ellos, ocho en la ribera norte y seis de la ribera sur, se encuentran unificados en tres bocatomas desde 1960-62. A los nueve restantes se les construyó compuerta de toma con sus correspondientes aforadores en la misma época.

Todas estas obras fueron realizadas por la

Dirección de Riego y entregadas a las respectivas asociaciones en 1966.

Las agrupaciones de los canales y los derechos se indican en Cuadro N°2.

El río se somete a turno cuando su gasto es inferior a 7 m³/seg.

Río Claro de Rengo. Segunda Sección.-

Esta sección que abarca desde el Puente Mendoza hasta la confluencia del río Claro con el río Cachapoal no está organizada todavía, debido a los caudales abundantes de esta zona. Las Asociaciones o comunidades de canalistas se preocupan por las bocatomas, sólo a comienzos de la temporada de riego.

El caudal de esta sección se capta mediante 14 canales. Sin embargo, el dato de los derechos correspondientes a cada canal, se conoce sólo en 6 de ellas, debido justamente a la falta de organización indicada. Ver Cuadro N°2.

Estero Zamorano.-

El estero Zamorano se forma por la confluencia de los esteros Antivero y Charquicán.

En la primera sección del estero Zamorano, que se desarrolla entre su nacimiento y la confluencia con el estero Las Truchas, existen 3 canales que captan sus aguas. Esta sección no está organizada, razón por la cual no se dispone de los derechos correspondientes a estos canales.

La segunda sección del estero Zamorano tiene su junta de vigilancia que controla entre sus confluencias con el estero Las Truchas y el río Cachapoal.

El total del caudal del estero en esta sección se capta mediante ocho canales. Los derechos de los canales se indican en el Cuadro N°3.

El estero se somete a turno cuando su caudal es inferior a $7 \text{ m}^3/\text{seg}$.

Estero Antivero.-

El estero Antivero también tiene organizada

su primera sección con los quince canales que captan en él. La segunda sección del estero Antivero no está organizada, se usa como cauce para conducir 400 acciones del río Tinguiririca que son captadas y conducidas por el canal el Tambo hacia el estero Charquicán, el cual se junta con el Antivero.

Los derechos de los canales del estero Antivero se presentan en Cuadro N°4.

Río Tinguiririca.-

En la primera sección de este río existe desde años Junta de Vigilancia, que controla entre, Bajo Los Briones y su confluencia con el estero Chimbarongo.

En la ribera norte captan 28 canales que tienen derecho a un total de 8.420 acciones en el río y en la ribera sur existen 30 canales con un total de 16.810 acciones.

En la segunda sección del río Tinguiririca, que cubre aproximadamente 40 km, desde el canal El Huique al río Rapel, hay doce saques registrados. La casi totalidad de la extracción de agua se hace mediante elevación mecánica, aprovechando las recuperaciones y bombeando en

forma intermitente desde pozas en el lecho del río. Debido a esto, no resulta factible establecer turno. La Junta de Vigilancia de la segunda sección está en formación.

Los derechos de los canales de la primera sección del río se indican en Cuadro N°5.

Estero Chimbarongo.-

Este estero tiene Junta de Vigilancia, que controla a lo largo de todo su desarrollo.

El caudal se capta mediante 18 canales, 2 en la ribera norte y 16 en la ribera sur. Los canales de la ribera norte tienen derecho a un total de 3.570 acciones en el río y los de la ribera sur a 18.980 acciones. Se somete a turno cuando el caudal es inferior a 15 m³/seg. El gasto por acción se calcula en base a la suma del gasto de los canales, el cual se obtiene de la altura de agua en el limnómetro de cada canal.

El caudal captado por el canal Las Trancas en la ribera norte del estero Chimbarongo, equivale a 3.000 acciones que se entregan al río Tinguiririca.

El rol de canales, con sus derechos se presenta en el Cuadro N°6.

Estero Las Toscas.-

El estero Las Toscas forma su caudal con los derrames de riego de las zonas servidas por el estero Chimbarongo.

En este estero no existe Junta de Vigilancia. Cada canal aprovecha las recuperaciones de su zona y seca el estero.

Aunque existe una distribución de derechos de los canales, que es la que se indica en el Cuadro N°7; pero que no se aplica en la práctica, por lo indicado anteriormente.

El caudal del estero se capta mediante 11 canales.

3.2.- Distribución de derechos y superficies servidas por canales.

La distribución de los derechos de los canales de los ríos y esteros de la hoya del río Rapel, fueron obtenidos en su mayor parte de la sección Derechos de Aguas de la Dirección General de Aguas del MOP y de las

Juntas de Vigilancia. También se utilizaron algunos antecedentes de la publicación de IREN "Estudio Integrado de los Recursos Naturales Renovables. O'Higgins y Colchagua", para completar la información.

Las superficies regadas por los canales se delimitaron y midieron en los mosaicos de red de canales escala 1:50.000.

En los cuadros siguientes se presentan para cada sección de los ríos o esteros, la nómina de los canales con sus derechos correspondientes y la superficie que riega cada canal.

También se indica en una tercera columna la relación superficie/derecho, que se ha calculado para analizar la distribución de los derechos en cada caso.

En los casos en que no aparece el valor de la superficie regada por algún canal, estos no se ubicaron en los mosaicos de red de canales, o bien, no existía esta información cartográfica en esas zonas. Por esta última razón, faltan varios valores del estero Antivero.

En la primera sección del estero Zamorano y la segunda sección del río Claro de Rengo, faltan algu

nos derechos de los canales. No se encontró información a este respecto. Se trata justamente de zonas que no tienen problemas de aguas.

Cabe señalar que además de los canales analizados existen otros que captan fundamentalmente recuperaciones del regadío. Las superficies regadas por estos canales se han agrupado por zonas, atendiendo al recurso donde captan sus aguas. En el cuadro N°8 se presenta este listado de valores y en la figura N°2 se indica su ubicación.

C U A D R O N°1

CANALES DEL RIO CACHAPOAL

RIO CACHAPOAL 1a. SECCION RIBERA NORTE			
Canales	Superficie (Hás)	Derechos (Acciones)	Relación Sup/der. (Hás/Acc)
1.- Nuevo Cachapoal	2.982,5	36,8	81,0
2.- San Joaquín	1.875,0	68,8	27,3
3.- Lucano	3.057,5	48,6	62,9
4.- Rafaelino	4.005,0	81,9	48,9
5.- Compañía	7.325,0	55,6	131,9
6.- Población y San Pedro	3.357,5	100,7	33,3
7.- Canales Unidos: Petterson	5.235,0	107,6	48,7
8.- Pta. de Cortés			
9.- Vicuñaño			
10.- Hijuelas			
11.- Nañano			
Total R.Cachapoal 1a. Sección			
R. Norte	27.837,5	500,0	55,7

RIO CACHAPOAL 1a. SECCION RIBERA SUR			
1.- Mal Paso	1.112,5	9,5	117,4
2.- Coligüe	275,0	14,2	19,3
3.- Cerro	2.947,5	62,6	47,1
4.- Crianza	752,5	30,2	24,9
5.- Comunidad	4.847,5	77,3	62,8
6.- Perales	490,0	18,9	25,8
7.- Jordán y Valdés	1.205,0	38,5	31,3
8.- Apaltos	7.760,0	85,3	91,0
9.- Río Seco	5.425,0	94,8	57,2
10.- Gultro	715,0	11,8	60,5

(Continuación Cuadro N°1)

Canales	Superficie (Hás)	Derechos (Acciones)	Relación Sup/Der. (Hás/Acc.)
11.- Isla y Zumaeta	797,5	14,2	56,1
12.- Olivar	2.705,0	42,7	63,4
Total R.Cachapoal 1a.Sección R.Sur	29.032,5	500,0	58,1
TOTAL R.CACHAPOAL 1a.SECCION	56.870,0	1.000,0	56,9

RIO CACHAPOAL 2a. SECCION RIBERA NORTE

1.- Lo Miranda	1.190,0	1.300	0,9
2.- Isla Grande	575,0	600	1,0
3.- Rinconada de Doñihue	400,0	700	0,6
4.- Doñihue y Parral	2.940,0	1.800	1,6
5.- Los de Cuevas y Parral	2.005,0	1.800	1,1
6.- Coltauco, Montegrande, Almendro, Chepicano	2.147,5	2.200	1,0
Total Ribera Norte	9.257,5	8.400	1,1

RIO CACHAPOAL 2a. SECCION RIBERA SUR

1.- Copequén	1.520,5	500	3,0
2.- Zúñiga	2.162,5	1.800	1,2
3.- Taquihue	317,5	1.800	0,2
4.- Monte Lorenzo	170,0	350	0,5
Tottal Ribera Sur	4.170,5	4.450	0,9
TOTAL 2a. SECCION	13.428,0	12.850	1,0

(Continuación Cuadro N°1)

RIO CACHAPOAL 3a. SECCION RIBERA NORTE					
Canales	Superf. (Hás)	Derechos (Acc)		Total Dere- chos	Relación Sup/Der (Hás/Acc)
		Perma nentes	Eventua les		
1.- Asoc.Canál El Pueblo de Peumo	457,5	240	30	270	1,7
2.- Asoc.Canales Unidos Cadaos, Las Cabras y Aguas Claras	5.177,5	888	42	930	5,6
3.- Asoc.Canál Cocalán	10.000,0	800	400	1.200	8,3
Total Ribera Norte	15.635,0	1.928	472	2.400	6,5
RIO CACHAPOAL 3a. SECCION RIBERA SUR					
1.- Almahue	9.037,5	1.188	112	1.300	7,0
2.- Pichidegua	1.622,5	332	18	350	4,6
3.- Molino	780,0	136	4	140	5,6
4.- Villelano	3.100,0	248	32	280	11,1
Total Ribera Sur	14.540,0	1.904	166	2.070	7,0
TOTAL R.CACHAPOAL 3a. SECCION	34.117,5	3.832	638	4.470	7,6

C U A D R O N°2

CANALES DEL RIO CLARO DE RENGO

RIO CLARO DE RENGO 1a. SECCION						
Canales	Superficie (Hás)	Derechos (Acciones)	Relación Sup/Der (Hás/Acc.)			
<u>CHANQUIAHUE UNIDO</u>						
1.- Chanquiahue y Urquiza	2.005,0	1.585,9	1,3			
2.- Ramirano						
3.- Molino						
4.- Córdova						
<u>PRETIL UNIDO</u>						
5.- Pretil	502,5	570,0	0,9			
6.- San Judas Grande						
7.- Lo de Lobo						
8.- Mendoza						
<u>POBLACION UNIDO</u>						
9.- Población	2.047,5	1.673,0	1,2			
10.- Agua Potable Rengo						
11.- Lorenzoni						
12.- Santa Margarita						
13.- Saavedra						
14.- Urbina						
15.- Popeta				722,5	784,0	0,9
16.- Molinano				297,5	81,0	3,7
17.- Talhuén				40,0	4,0	10,0
18.- Bisquert				302,5	150,0	2,0
19.- El Rincón				190,0	153,1	1,2
20.- La Isla				-	26,0	-
21.- Mirano				55,0	30,0	1,8
22.- El Peñón				725,0	763,0	1,0
23.- Pedregal	187,5	150,0	1,3			
Total R. Claro de Rengo 1a. Sección	7.075,0	5.970,0	1,2			

(Continuación Cuadro N°2)

RIO CLARO DE RENGO 2a. SECCION			
Canales	Superficie (Hás)	Derechos (Acciones)	Relación Sup/Der (Hás/Acc)
1.- San Luis	527,5	-	-
2.- Bisquent	150,0	-	-
3.- San Alberto	222,5	-	-
4.- Manchenes	790,0	-	-
5.- Panquehue arriba	160,0	-	-
6.- Panquehue	562,5*	300,0	1,9
7.- San Pedro	575,0*	200,0	2,9
8.- Corcolén	275,0*	220,0	1,3
9.- Cantarrana	472,5	-	-
10.- Ferias	132,5	-	-
11.- El Molino	125,0	-	-
12.- Puntos de Tunca	935,0*	518,0	1,8
13.- Peña de Tunca	270,0*	40,0	6,8
14.- González Araneda o Dina marca	200,0*	105,0	1,9
Total R. Claro de Rengo 2a. Sección	2.817,5	1.383,0	2,0

=====
(*): Valores considerados en total.

C U A D R O N°3

CANALES DEL ESTERO ZAMORANO

=====

ESTERO ZAMORANO 1a. SECCION

Canales	Superficie (Hás)	Derechos (Acciones)	Relación Sup/Der. (Hás/Acc)
1.- Espinal	250,0		
2.- San Rafael	1.742,5		
3.- Ensenada	705,0		
Total Estero Zamorano 1a. Sección	2.697,5		

=====

ESTERO ZAMORANO 2a. SECCION

1.- Requehua arriba	470,0	5.310,0	0,1
2.- Requehua abajo	192,5	1.300,0	0,2
3.- Naranjal o Rastrojino	1.005,0	13.730,0	0,1
4.- Viña Vieja	350,0	5.210,0	0,1
5.- Elso	4.120,0	45.360,0	0,1
6.- San Vicente	1.557,5	12.750,0	0,1
7.- Peña y González	445,0	7.560,0	0,1
8.- Toro y Zamorano	910,0	8.780,0	0,1
Total Estero Zamorano 2a. Sección	9.050,0	100.000,0	0,1

=====

C U A D R O N°4

CANALES DEL ESTERO ANTIVERO

Canales	Superficie (Hás)	Derechos (Acciones)	Relación Sup/Der. (Hás/Acc)
1 .- Las Trancas	-	166,0	-
2 .- Los Alpes	-	22,3	-
3 .- El Justiano	-	25,5	-
4 .- Espenalillo	-	49,0	-
5 .- Vicentano	87,5	53,6*	1,6
6 .- Mateano	-	42,5	-
7.- Ramirano	-	12,5	-
8.- El Rincón	185,0	60,5*	3,1
9.- Los Valenzuela	157,5	60,8*	2,6
10.- Los Canelos	-	42,0	-
11.- La Isla	60,0	29,4*	2,0
12.- El Huape	212,5	26,5*	8,0
13.- El Olivar	105,0	20,0*	5,3
14.- Javiera arriba	-	128,0	-
15.- Javiera abajo	-	103,0	-
Total Estero Antivero	807,5	250,8	3,2

(*): Valores considerados en total.

C U A D R O N°5

CANALES DEL RIO TINGUIRIRICA

RIO TINGUIRIRICA RIBERA NORTE			
Canales	Superficie (Hás)	Derechos (Acciones)	Relación Sup/Der (Hás/Acc)
1.- Cordillerano o Cardillas	527,5	180,0	2,9
2.- Lumbreras	1.612,5	250,0	6,5
3.- Los Lingues	1.757,5	2.470,0	1,3
4.- Vicentano	142,5		
5.- Pedrino	340,0		
6.- Marín	547,5		
7.- Maturana	322,5		
8.- Tambo	835,0	1.400,0*	0,8
9.- Miraflores	280,0	200,0	1,4
10.- Pedehua	300,0	250,0	1,2
11.- Trapiche o Cañadilla	652,5	500,0	1,3
12.- Comunero San Fernando	1.132,5	970,0	1,2
13.- La Ramada	490,0	250,0	2,0
14.- La Palma	400,0	350,0	1,1
15.- Los Palacios	-		
16.- Maturana	-		
17.- Calabozo N°1	127,5	40,0	3,2
18.- Cáceres	182,5	40,0	4,6
19.- Los Robles	380,0	60,0	8,3
20.- Pedro Donoso	115,0		
21.- Molino de Yáquil	320,0	200,0	1,6
22.- Yáquil	195,0	70,0	2,8
23.- Apalta 1°	517,5	150,0	3,5
24.- Apalta 2°	305,0	80,0	3,8
25.- Millahue	275,0	350,0	2,1
26.- Demasías o Cóndor	465,0		
27.- Manzano	787,5		
28.- Huicano	1.392,5	600,0	3,6
Total Ribera Norte	14.402,5	8.420,0	1,7

(*): 400 acciones son conducidas hacia el estero Charquicán, afluente del Estero Zamorano.

(Continuación Cuadro N°5)

RIO TINGUIRIRICA RIBERA SUR			
Canales	Superficie (Hás)	Derechos (Acciones) (**)	Relación Sup/der (Hás/Acc)
1.- Río Claro	615,0	-	-
2.- Sta.Rita Montenegro	245,0	-	-
3.- San Juan	4.242,5	-	-
4.- Quecharco	1.000,0*	500,0	2,0
5.- La Punta o Hijuela Seca	177,5*	1.800,0	0,1
6.- El Sauce	1.675,0*	300,0	5,6
7.- Quinta	60,0*	200,0	0,3
8.- S/N	40,0	-	-
9.- Común	6.120,0*	4.200,0	1,5
10.- Perejil	922,5*	300,0	3,1
11.- El Gancho	45,0*	20,0	2,3
12.- Llantén	1.250,0*	300,0	4,2
13.- Chimbarongo-Almarza	2.482,5*	1.600,0	1,6
14.- Sta. Catalina	375,0*	300,0	1,3
15.- Población La Cuesta	2.165,0*	1.000,0	2,2
16.- La Orilla	302,5*	80,0	3,8
17.- Las Parcelas	12,5	-	-
18.- Rinconada San José de Peñuelas	1.717,5*	1.200,0	1,4
19.- Comunero (Placillano, Taulemino y El Llano)	2.312,5*	1.100,0	2,1
20.- Turbina y Diana	120,0*	40,0	3,0
21.- Los Pérez	200,0*	100,0	2,0
22.- Polloni	312,5*	80,0	3,9
23.- Ceruantina	22,5*	40,0	0,6
24.- Jaramillo o Zamorano	225,0*	150,0	1,5
25.- Sto.Domingo o Las Vegas	405,0	-	-
26.- Nancagua	850,0*	1.000,0	0,9
27.- San Gregorio	1.117,5*	500,0	2,2
28.- Cunaco	1.900,0*	1.600,0	1,2
29.- Palmillano	407,5*	300,0	1,4
30.- Los Maquis	90,5*	100,0	0,9
<hr/>			
Total Río Tinguiririca Ribera Sur	25.850,0	16.810,0	1,5
<hr/>			
TOTAL RIO TINGUIRIRICA R.NORTE Y SUR	40.252,5	25.230,0	1,6
<hr/>			

(*) : Valores considerados en total.

(**) : Según dato MOPT.

NOTA: No se incluyen los derechos del río Tinguiririca en la 2a. Sección, ya que no es posible determinar las áreas servidas por cada una de estas elevaciones mecánicas.

C U A D R O N°6CANALES DEL ESTERO CHIMBARONGO

ESTERO CHIMBARONGO RIBERA NORTE			
Canales	Superficie (Hás)	Derechos (Acciones)	Relación Sup/Der (Hás/Acc)
1.- San José de Toro	755,0	570,0	1,3
2.- Las Trancas (2)	4.387,0	3.000,0	1,5
Total Ribera Norte	5.142,0	3.570,0	1,4

ESTERO CHIMBARONGO RIBERA SUR			
1.- Santa Adela	105,0 (1)	-	-
2.- Molino San Luis	72,5	185,0	0,4
3.- El Cuadro	2.160,0	1.020,0	2,1
4.- Lo Salinas	50,0	575,0	0,1
5.- San Antonio	910,0	1.020,0	0,9
6.- Toma Nueva	35,0	40,0	0,9
7.- Auquincano	137,5	330,0	0,4
8.- Quimahuino	1.650,0	1.140,0	1,5
9.- Comunidad	3.502,5	4.120,0	0,9
10.- Orillano	2.305,0	300,0	7,7
11.- Huape			
12.- Islano Uvas Blancas	902,5	750,0	1,2
13.- Población	8.180,0	3.000,0	2,7
14.- Santa Cruz	2.890,0	2.000,0	1,5
15.- Colchagua	4.330,0	3.000,0	1,4
16.- Cardino	1.357,5	1.500,0	0,9
Total Ribera Sur	28.482,5	18.980,0	1,5
TOTAL ESTERO CHIMBARONGO	33.624,5	22.550,0	1,5

OBSERVACIONES CUADRO N°6

- (1): No considerado en total. Canal de derrames.
- (2): El total del caudal captado por el canal Las Trancas en el Chimbarongo equivale a 3.000 acciones que se entregan al río Tinguiririca, desde el cual se captan mediante el canal Los Maquis 750 acciones y 2.250 a través del canal Huicano.

Estos dos canales también tienen derechos en el mismo río Tinguiririca, por lo tanto, es necesario separar las áreas servidas por ellos en la parte regada con recursos del estero Chimbarongo y la parte correspondiente al río Tinguiririca.

Según el informe de IREN, para el caudal del mes de Diciembre del año 85%, una acción del río Tinguiririca equivale a $2,5 \frac{\text{lbs}}{\text{seg}} \frac{1}{\text{acc}}$ y una acción del estero Chimbarongo, en el mismo mes, equivale a $1,2 \frac{\text{lbs}}{\text{seg}} \frac{1}{\text{acc}}$.

Los canales Huicano y Manzano tienen una superficie total regada de 6.230 Háas, y tienen 600 acciones del río Tinguiririca y 2.250 del estero Chimbarongo. Esto equivale a $1,5 \text{ m}^3/\text{seg}$ del Tinguiririca y $2,8 \text{ m}^3/\text{seg}$ del Chimbarongo. Luego, un 35% de la superficie es regada por el río Tinguiririca y un 65% por el estero Chimbarongo.

Por lo tanto, 2.180 Háas corresponden a la superficie regada

con recursos del río Tinguiririca y 4.050 Hás a la superficie regada con recursos del estero Chimbarongo.

El canal Los Maquis tiene 100 acciones del Tinguiririca que equivalen a 0,25 m³/seg y 750 acciones del Chimbarongo que equivalen a 0,93 m³/seg. Esto representa un 21,2% para el río Tinguiririca y un 78,8% para el estero Chimbarongo. Como la superficie regada por este canal es de 427,5 Hás, corresponden 90,5 Hás al río y 337 Hás al estero.

Por lo tanto, con los recursos del canal Las Trancas se riega una superficie total de 4.387 Hás.

C U A D R O N°7

CANALES DEL ESTERO LAS TOSCAS

<u>Canales</u>	<u>Derechos (Acciones)</u>
1.- La Fuente	288,40
2.- Común	267,4
3.- Cancha del Alto	38,0
4.- Trebol	22,0
5.- La Quisca	1.557,8
6.- La Mujica	246,0
7.- Lo Mujica	302,8
8.- Yáquil	980,0
9.- Peralillo	621,0
10.- Calleuque	753,0
11.- Pequenes	231,0
<hr/>	
Total Estero Las Toscas	7.307,4
<hr/>	

C U A D R O N°8AREAS REGADAS CON RECUPERACIONES
DE RIEGO

Recurso	Zonas de Recuperaciones	Superficie (Hás)
R.Cachapoal 1a.Sec.R.Norte	E. La Cadena	1.407
R.Cachapoal 1a.Sec.R.Sur	E.Tipaume y E. Pichiguao	2.292
	Derrames Comuna de Rengo	1.423
	E.y Vertientes Comuna de Tilcoco	4.745
	Vertientes Comuna San Vicente	187
R.Cachapoal 2a.Sec.R.Norte	E.Idahue	3.215
R.Cachapoal 2a.Sec.R.Sur	Vertientes Comuna Coinco	2.725
R.Cachapoal 3a.Sec.R.Norte	E.Las Palmas y Quilicura	1.888
	E.Taguilla	2.148
R.Claro de Rengo 1a.Sec.	E.Tipaume	893
R.Claro de Rengo 2a.Sec.	E.Huinico	755
	E.Las Truchas	228
	E.Cucharón	347
E.Zamorano 2a.Sec.	Zanjón de la Puerta Pesada	1.600
R.Tinguiririca	E.Charquicán	2.230
	E.Los Maquis	462
	Zona de Esteros y Derrames	13.613
E.Chimbarongo	E.La Araña	408
	E.Las Toscas	6.728
	Canal Sta.Adela	932
	E.Peralillo	1.525
	E.Las Cadenas	1.102
	TOTAL	50.853

3.3.- Análisis de Relación Superficie/Derecho.-

Río Cachapoal. Primera Sección.-

De los resultados obtenidos se observa lo siguiente:

- El canal San Joaquín es el mejor dotado de la ribera norte, aproximadamente al doble del valor promedio del río, que es de 57 Há/acc. También se encuentran con una gran dotación los canales Coligüe, Crianza y Perales de la ribera sur.
- Los canales Nuevo Cachapoal y Compañía tienen las menores dotaciones de la ribera norte. En esta misma situación se encuentran los canales Mal Paso y Apaltas de la ribera sur, todos con dotaciones cercanas a la mitad de la correspondiente al río.
- En general, los demás canales se presentan con valores de la relación superficie/derecho más cercanos al del total del río.

Río Cachapoal. Segunda Sección.-

- Los derechos de los canales de la ribera norte, se encuentran en general bien distribuidos, con valores cercanos a 1 Há/acc. Sólo en los canales Rinconada de Doñihue y "Doñi

hue y Parral" existe una descompensación de los derechos.

- En la ribera sur existen grandes diferencias en las dotaciones, encontrándose el canal Copequén con 3 Hás/acc. y el Taquiue con 0,2 Hás/acc., lo que indica una mala distribución de los derechos.

Río Cachapoal. Tercera Sección.-

- La distribución de los derechos en la ribera norte es muy desuniforme, las asociaciones del canal El Pueblo de Peumo y canales unidos Codao, Las Cabras y Aguas Claras están sobredotados con valores de 1,7 Hás/acc. y 5,6 Hás/acc. respectivamente, en cambio el canal Cocalán tiene una dotación de 8,3 Hás/acc menor que la del total del río, que es de 6,5 Hás/acc.
- En la ribera sur, la distribución de los derechos es algo más uniforme, pero siempre sobredotado el canal Pichidegua con 4,6 Hás/acc., y bajo el valor total del río el Villelano, con 11,1 Hás/acc.

Río Claro de Rengo. Primera Sección.-

- El canal Talhuén tiene una dotación de 10 Hás/acc, bastante menor que el valor total del río que es 1,2 Hás/acc. Un poco mejor, pero también bajo este valor, son las dotaciones de los canales Molinano y Bisquert.

- Los otros canales tienen valores de la relación superficie/de recho cercanos al correspondiente al total del río.

Río Claro de Rengo. Segunda Sección.-

- La distribución es más o menos uniforme, excepto el canal Peña de Tunca que tiene una dotación menor. No es posible decir cuales canales están bien o mal dotados, sino que sólo se puede hacer una comparación relativa entre ellos, debido a la falta de antecedentes.

Estero Zamorano.- Segunda Sección.-

- La distribución de los derechos es bastante uniforme, con 0,1 Hás/acc. Sólo el canal Requehua abajo tiene dotación de 0,2 Hás/acc.

Estero Antivero.-

- Las dotaciones son bastantes disparejas con respecto a la relación superficie/derecho del sub-total del estero que se dispone, ya que faltan algunos datos. En todo caso, sólo es una comparación relativa.

Río Tinguiririca.-

- Existe una gran dispersión en los valores de la relación superficie/derecho, de los canales del río Tinguiririca.
- Las más bajas dotaciones las tienen los siguientes canal

les: Lumbreras, Cáceres, Los Robles, Apalta 1, Apalta 2, Manzano y Huicano, El Sauce, Llantén, La Orilla y Polloni, con valores de 6,5 Hás/acc., 4,6 Hás/acc., 8,3 Hás/acc., 3,5 Hás/acc., 3,8 Hás/acc., 3,6 Hás/acc., 5,6 Hás/acc., 4,2 Hás/acc., 3,8 Hás/acc., y 3,9 Hás/acc. respectivamente.

- Los canales mejor dotados son: La Punta e Hijuela Seca, Quinta y Cervantina, con 0,1 Hás/acc., 0,3 Hás/acc. y 0,6 Hás/acc., respectivamente.
- El resto de los canales tienen valores de la relación superficie/derecho más cercanos al que corresponde al total del río, que es de 1,6 Hás/acc.

Estero Chimbarongo.-

- La ribera norte está más o menos uniformemente dotada con valores cercanos a 1,4 Hás/acc., en cambio en la ribera sur existen grandes diferencias en la relación analizada.
- Los canales Orillano y Población, el primero especialmente, se encuentran con bajas dotaciones de 7,7 Hás/acc. y 2,7 Hás/acc., respectivamente, por el contrario, los canales Lo Salinas, Molino San Luis y Auquincano están sobredotados, con 0,1 Hás/acc., 0,4 Hás/acc y 0,4 Hás/acc. respectivamente.
- Los demás canales no se alejan mucho del valor correspondiente al total del estero, de 1,5 Hás/acc.

4. ANTECEDENTES DE CAUDALES DISPONIBLES

4.- ANTECEDENTES DE CAUDALES DISPONIBLES.-

Desgraciadamente no se cuenta para todas las secciones, con datos de caudales captados en las bocatomas de los canales. En estos casos, se utilizarán otros antecedentes disponibles.

Para el río Cachapoal se cuenta con la estadística de caudales medios mensuales de Cachapoal en Puente Termas que incluye el canal Sauzal, más Claro en Campamento, desde el año 44-45 al año 70-71. Esta estadística representa el caudal total de la cuenca del río Cachapoal. Dicha información fue obtenida del informe Cachapoal-Maipo de IPLA-DGA.

En la tercera sección del río Cachapoal se tiene una estadística de caudales medios mensuales, captados por los canales unidos Codao, Las Cabras y Aguas Claras, desde el año 42-43 al año 70-71. Estos datos se obtuvieron de la publicación de IREN "Estudio integrado de los recursos naturales renovables O'Higgins y Colchagua".

En el río Claro de Rengo se dispone de la estadística de caudales medios mensuales de la estación Las Nieves, controlada por la Dirección General de Aguas. Esta información abarca desde el año 60 al año 70, ambos inclusivos.

En el río Tinguiririca se tienen caudales medios mensuales en la estación Bajo Los Briones entre los años 40 y 75.

Para el estero Chimbarongo se dispone de la estadística de Chimbarongo en Quinta, que abarca el período comprendido entre los años 62 y 70. También de caudales medios mensuales.

Además, en el río Tinguiririca y estero Chimbarongo se dispone de corridas de aforos realizadas en los meses de Diciembre 69, Febrero 70 y Marzo 70, más o menos a mediados de mes. En estas corridas de aforos se midieron los caudales de todos los canales del río Tinguiririca y estero Chimbarongo. Estos datos fueron obtenidos del informe de la Dirección de Riego "Recuperaciones río Tinguiririca, esteros Chimbarongo y Las Toscas". de Torres y Martínez.

El resto de los cauces naturales y canales de la hoya no tienen ningún tipo de control periódico utilizable.

5.- DISPONIBILIDAD DE AGUA POR HECTAREA

- 5.1.- Estimación de caudales medios mensuales en canales
- 5.2.- Cálculos y resultados
- 5.3.- Análisis de los resultados

5.- DISPONIBILIDAD DE AGUA POR HECTAREA.-

Las disponibilidades de agua por hectárea, a nivel de bocatoma de los canales, se calcularán basándose en una estimación de los caudales disponibles en ellos y las superficies servidas por cada canal que se indican en el punto 3.2. Bajo la hipótesis de que toda la superficie indicada se riega, lo que puede no ser cierto en algunos casos.

Este análisis se realizará para un año seco, cercano al 85% de probabilidad hidrológica y un año medio, cercano al 50% de probabilidad.

Con la estadística Cachapoal en Puente Termas más Claro en Campamento, se calculó un año histórico cercano al 85% y uno cercano al 50% de probabilidad. Se obtuvieron los años 54-55 y 60-61 para las probabilidades 50% y 85% respectivamente.

Se trató en lo posible de hacer todo el análisis para estos años históricos. Sin embargo, en algunos casos no se disponía de información en estos años, considerándose dentro de la información disponible, los años que más se acercaran a las probabilidades 50% y 85%.

El cálculo de las disponibilidades de agua por

hectárea se realizó en la primera y tercera sección del río Cachapoal, primera sección del río Claro de Rengo, río Tinguiririca y estero Chimbarongo. En el resto de los cauces naturales de la hoya del río Rapel no fue posible realizar este análisis por falta de antecedentes.

Los caudales de los canales se limitaron a sus respectivas capacidades máximas, las que en general no son bien conocidas, adoptándose en todo caso para los fines del presente análisis una capacidad máxima de canal limitada a 1,5 lts/seg, por hectárea regada por el respectivo canal.

Se consideraron los meses de Septiembre a Abril, que corresponden al período de riego. Excepto en la tercera sección del río Cachapoal, que se tomó sólo de Septiembre a Marzo, ya que la estadística disponible en este caso consideraba este período. De todas formas, el error que se comete en la tasa de riego anual al no considerar el mes de Abril, es pequeño.

5.1.- Estimación de Caudales Medios Mensuales en Canales.-

En las primeras secciones de los ríos Cachapoal y Claro de Rengo se procedió en forma similar.

Se distribuyeron conforme a los derechos de los

canales correspondientes, los caudales medios mensuales de las estadísticas Cachapoal en Termas más Claro en Campamento y Claro en Las Nieves respectivamente.

En el río Cachapoal se trabajó con los años 54-55 y 60-61 y en el río Claro de Rengo con los años 69-70 y 60-61.

En la tercera sección del río Cachapoal se consideró la misma relación caudal-derecho de los canales unidos Codao, Las Cabras y Aguas Claras, para estimar los caudales de los otros canales que no cuentan con estadísticas. Se trabajó con los años 54-55 y 60-61.

En el río Tinguiririca y el estero Chimbarongo no es razonable considerar los caudales medidos en las cabeceras de los cauces y distribuirlos según derechos, debido a que en estos casos se trata de secciones muy largas y con recuperaciones en su curso. Por la misma razón, es que el caudal re-partible es mucho mayor que el caudal medido en la cabecera de los cauces.

Por lo tanto, en estos casos se utilizaron las corridas de aforos disponibles, para calcular los porcentajes de los caudales medidos en cada canal con respecto al caudal medido en la estación en que se dispone de estadística de caudales medios mensuales.

En el río Tinguiririca se consideró Tinguiriri

ca en Bajo Los Briones y en el estero Chimbarongo, Chimbarongo en Quinta.

Los porcentajes que se calcularon para cada corrida de aforos se promediaron y estos coeficientes se aplicaron a los caudales de las estadísticas citadas anteriormente, para obtener el caudal de cada canal.

En el río Tinguiririca se analizaron los años 71-72 y 60-61 y en el estero Chimbarongo los años 64-65 y 69-70.

5.2.- Cálculos y Resultados.-

Se transformaron los caudales medios mensuales de cada canal a volúmenes mensuales, multiplicando los primeros por los segundos de cada mes. Luego se dividieron estos volúmenes por las superficies regadas por cada canal, para obtener las disponibilidades de agua por hectárea mensuales. Sumando estos valores, se obtuvieron las disponibilidades de agua por hectárea anuales, por canal.

En estos cálculos de las primeras secciones de los ríos Cachapoal y Claro de Rengo, se utilizaron los valores de la relación superficie/derecho, que se indican en punto 3.2. En estos casos, se calculó la relación

caudal/derecho y se dividió por los valores anteriores, pa
ra obtener las disponibilidades de agua por hectárea.

A continuación se presentan los cuadros de
cálculos y resultados obtenidos.

ESTADISTICA CACHAPOAL EN PUENTE TERMAS MAS CLARO EN CAMPAMENTO

Año	(m ³ /seg)												Total	m	$\frac{m}{n+1}$
	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr			
44-45	26,3	34,8	41,5	70,2	83,6	97,4	149,7	240,5	203,2	139,4	104,5	69,2	1.260,3	4	14,29
45-46	54,7	36,1	29,9	42,9	57,2	71,0	85,8	114,8	132,2	130,2	101,4	57,5	913,7	13	46,43
46-47	38,2	31,0	47,8	25,6	30,9	46,9	100,7	118,9	130,1	115,9	97,4	35,2	818,6	20	71,43
47-48	22,0	37,1	27,2	20,4	28,6	57,9	106,0	113,8	93,1	91,3	51,0	31,0	879,4	25	89,29
48-49	30,9	24,8	66,8	45,3	66,8	90,1	122,0	204,5	178,6	148,6	98,4	74,5	1.151,3	8	28,57
49-50	109,0	74,1	40,5	45,3	41,7	72,3	99,0	101,4	104,2	84,1	72,1	51,4	895,1	16	57,14
50-51	84,1	63,3	42,1	57,1	76,7	88,1	111,7	188,9	165,6	107,3	83,1	54,4	1.122,4	10	35,71
51-52	40,2	57,0	115,4	70,2	75,3	85,9	121,7	170,5	155,9	108,2	82,1	48,0	1.130,4	9	32,14
52-53	48,0	59,5	66,8	43,4	61,2	83,8	104,0	165,4	136,3	112,8	82,2	55,4	1.018,8	11	39,29
53-54	59,2	56,0	62,1	110,9	180,5	96,5	158,8	241,7	205,0	154,4	115,5	61,2	1.501,8	1	3,57
54-55	38,6	73,9	54,7	55,8	48,9	65,2	114,9	134,3	138,9	84,1	65,0	33,0	907,3	14	50,00
55-56	26,0	58,5	34,0	27,9	46,0	60,5	110,0	120,4	94,7	84,1	56,8	33,8	752,7	22	78,57
56-57	31,0	21,0	45,5	54,0	55,5	78,0	123,8	140,4	116,1	96,0	75,0	34,0	870,3	17	60,71
57-58	37,0	37,1	46,5	52,8	46,9	71,0	112,1	146,0	121,1	87,0	69,0	32,0	858,5	19	67,86
58-59	42,2	76,5	39,7	48,5	46,4	90,8	121,0	157,1	117,8	101,5	59,0	59,7	960,2	12	42,86
59-60	58,2	55,6	105,4	58,0	76,3	86,3	140,2	211,7	161,1	115,1	75,0	36,2	1.179,1	7	25,00
60-61	30,1	39,9	34,1	33,6	36,2	64,5	104,4	109,0	87,8	80,6	76,2	24,0	720,4	24	85,71
61-62	16,0	38,1	32,2	37,8	80,7	139,7	201,5	228,2	164,1	121,4	86,2	42,2	1.188,1	6	21,43
62-63	28,3	33,8	30,8	35,3	33,2	73,6	123,9	135,3	97,4	93,0	59,0	33,0	776,6	21	75,00
63-64	28,4	24,2	57,7	53,2	78,2	105,9	129,9	260,0	257,4	155,8	91,4	47,0	1.289,1	3	10,71
64-65	24,0	24,1	32,3	29,9	45,7	58,3	88,1	98,5	116,9	88,4	69,1	57,3	732,6	23	82,14
65-66	49,3	58,6	64,5	114,3	74,9	111,4	183,5	170,9	240,7	147,6	115,7	63,3	1.394,7	2	7,14
66-67	40,1	48,3	64,0	52,5	73,6	146,2	134,2	157,4	194,8	145,2	87,4	56,0	1.199,7	5	17,86
67-68	33,5	28,0	28,7	35,7	45,6	70,9	109,6	157,3	132,7	113,3	68,2	41,2	864,7	18	64,29
68-69	28,1	22,2	19,1	17,2	18,3	21,1	53,1	59,1	88,1	72,1	53,1	26,5	478,0	27	96,43
69-70	29,8	76,4	51,3	52,9	45,4	46,9	99,8	208,1	115,8	82,2	58,2	30,6	897,4	15	53,57
70-71	27,2	22,8	40,3	42,8	41,9	58,5	93,9	115,0	83,0	76,0	49,0	28,0	678,4	26	92,86

DISPONIBILIDAD DE AGUA POR HECTAREA AÑO 54-55
(Cercano a 50% de Probabilidad)

RIO CACHAPOAL - PRIMERA SECCION

	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	Total
Río Cachapoal $\frac{m^3/Seg}{acción}$	0.049	0.065	0.115	0.134	0.139	0.084	0.065	0.033	
1a. Sección $10^3 \times \frac{m^3.mes}{acción}$	127,0	174,1	298,1	358,9	372,3	203,2	174,1	85,5	

Canales	$m^3/Hás$								
Nuevo Cachapoal	1.568	2.149	3.680	4.018	4.018	2.509	2.149	1.056	21.147
San Joaquín	3.888	4.018	3.888	4.018	4.018	3.629	4.018	3.132	30.609
Lucano	2.019	2.768	3.888	4.018	4.018	3.231	2.768	1.359	24.069
Rafaelino	2.597	3.560	3.888	4.018	4.018	3.629	3.560	1.748	27.018
Compañía	963	1.320	2.260	2.721	2.823	1.541	1.320	648	13.596
Población y San Pedro	3.814	4.018	3.888	4.018	4.018	3.629	4.018	2.568	29.971
Canales Unidos Petterson									
Pta.de Cortés									
Vicuiñano	2.613	3.582	3.888	4.018	4.018	3.629	3.582	1.759	27.089
Hijuelas									
Nuñano									
Mal Paso	1.082	1.483	2.539	3.057	3.171	1.731	1.483	728	15.274
Coligue	3.888	4.018	3.888	4.018	4.018	3.629	4.018	3.888	31.365
Cerro	2.696	3.696	3.888	4.018	4.018	3.629	3.696	1.815	27.456
Crianza	3.888	4.018	3.888	4.018	4.018	3.629	4.018	3.434	30.911
Comunidad	2.022	2.772	3.888	4.018	4.018	3.236	2.772	1.361	24.087
Perales	3.088	4.018	3.888	4.018	4.018	3.629	4.018	3.314	30.791
Jordán y Valdés	3.088	4.018	3.888	4.018	4.018	3.629	4.018	2.732	30.209
Apaltas	1.396	1.913	3.276	3.944	4.018	2.233	1.913	940	19.633

Canales	M ³ /Hás								
Río Seco	2.220	3.044	3.888	4.018	4.018	3.552	3.044	1.495	25.279
Gultro	2.099	2.878	3.888	4.018	4.018	3.359	2.878	1.413	24.551
Isla y Zumaeta	2.264	3.103	3.888	4.018	4.018	3.622	3.103	1.524	25.540
Olivar	2.003	2.746	3.888	4.018	4.018	3.205	2.746	1.349	23.973

DISPONIBILIDAD DE AGUA POR HECTAREA AÑO 60-61
(Cercanora 85% de Probabilidad)

RIO CACHAPOAL - PRIMERA SECCION

	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	Total
Rfo Cachapoal $\frac{m^3}{seg}$ Acción	0,036	0,065	0,104	0,109	0,088	0,081	0,076	0,024	
1a. Sección $10^3 \times \frac{m^3.mes}{acción}$	93,3	174,1	269,6	292,0	235,7	196,0	203,6	62,2	

Canales	$m^3/Hás$								
Nuevo Cachapoal	1.152	2.149	3.328	3.605	2.910	2.420	2.514	768	18.846
San Joaquín	3.418	4.018	3.888	4.018	4.018	3.629	4.018	2.278	29.285
Lucano	1.483	2.768	3.888	4.018	3.747	3.116	3.237	989	23.246
Rafaelino	1.908	3.560	3.888	4.018	4.018	3.629	4.018	1.272	26.311
Compañía	707	1.320	2.044	2.214	1.787	1.486	1.544	472	11.574
Población y San Pedro	2.802	4.018	3.888	4.018	4.018	3.629	4.018	1.868	28.259
Canales Unidos Petterson									
Pta. de Cortés									
Vicufiano	1.920	3.582	3.888	4.018	4.018	3.629	4.018	1.280	26.353
Hijuelas									
Nuñano									
Mal Paso	795	1.483	2.296	2.487	2.008	1.670	1.734	530	13.003
Coligue	3.888	4.018	3.888	4.018	4.018	3.629	4.018	3.223	30.700
Cerro	1.981	3.696	3.888	4.018	4.018	3.629	4.018	1.321	26.569
Crianza	3.747	4.018	3.888	4.018	4.018	3.629	4.018	2.498	29.834
Comunidad	1.486	2.772	3.888	4.018	3.753	3.121	3.242	990	23.270

Canales	m ³ /Hás								
Perales	3.616	4.018	3.888	4.018	4.018	3.629	4.018	2.411	29.616
Jordán y Valdés	2.981	4.018	3.888	4.018	4.018	3.629	4.018	1.987	28.557
Apaltas	1.025	1.913	2.963	3.209	2.590	2.154	2.237	684	16.775
Río Seco	1.631	3.044	3.888	4.018	4.018	3.427	3.559	1.087	24.672
Gultro	1.542	2.878	3.888	4.018	3.896	3.240	3.365	1.028	23.855
Isla y Zumaeta	1.663	3.103	3.888	4.018	4.018	3.494	3.629	1.109	24.922
Olivar	1.472	2.746	3.888	4.018	3.718	3.091	3.211	981	23.125

CAUDALES MEDIOS MENSUALES CAPTADOS POR LOS
 CANALES UNIDOS DE CODAO, LAS CABRAS Y AGUAS CLARAS
 (m³/seg)

MES/AÑO	1942	1943	1944	1945	1946	1947	1948	1949	1950	1951	1952	1953	1954	1955	
Sep	9,82	9,07	4,97	8,89	8,89	8,27	6,71	5,41	5,10	4,41	7,71	-	9,07	8,58	
Oct	10,44	6,65	11,31	8,20	7,27	9,20	9,26	5,14	6,03	8,51	8,89	5,41	8,76	9,20	
Nov	11,62	9,76	11,06	9,14	7,46	9,20	9,26	9,26	9,26	9,26	9,20	9,20	9,26	9,20	
Dic	11,56	10,63	11,37	9,26	7,64	9,20	8,58	5,26	9,26	9,26	9,26	9,20	9,26	8,58	
Ene	11,25	9,82	8,45	8,89	9,20	9,14	8,95	5,26	8,51	9,26	9,26	9,20	9,26	9,20	
Feb	12,06	9,76	8,14	8,89	9,20	9,20	7,52	5,14	9,20	9,26	9,14	8,95	9,14	8,33	
Mar	9,82	10,38	8,51	7,64	9,20	9,20	8,33	7,27	6,84	9,26	8,08	8,20	9,14	8,89	
MES/AÑO	1956	1957	1958	1959	1960	1961	1962	1963	1964	1965	1966	1967	1968	1969	1970
Sep	8,02	7,21	2,42	5,47	6,59	2,86	7,52	-	3,23	-	-	5,47	5,28	4,97	3,11
Oct	9,20	9,14	6,59	9,32	6,71	8,39	8,39	4,54	6,77	8,51	6,22	8,58	3,85	4,85	6,71
Nov	9,20	9,01	8,27	9,32	9,45	9,14	8,76	8,58	8,27	8,51	9,26	9,32	3,05	6,46	8,14
Dic	9,20	8,45	9,26	10,13	9,01	9,14	8,70	5,32	7,71	8,20	8,23	9,32	2,67	8,08	8,51
Ene	9,01	8,20	7,71	10,13	9,63	9,14	7,52	5,32	7,71	8,33	9,26	9,32	4,66	7,77	9,14
Feb	9,20	7,71	7,96	10,13	8,89	9,14	8,20	5,32	5,34	8,08	8,20	9,32	5,59	7,46	9,26
Mar	8,70	7,83	9,26	9,20	7,40	9,14	8,33	8,51	7,09	6,77	8,70	7,02	4,85	7,46	6,84

RIO CACHAPOAL-TERCERA SECCION

CAUDALES ESTIMADOS EN CANALES (m³/seg)
AÑO 1954-55 (Cercano a 50% de Probabili-
dad)

Canales/meses	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar
El Pueblo de Peumo	2,26	2,19	2,31	2,31	2,31	2,28	2,28
Codao, Las Cabras y Aguas Claras	9,07	8,76	9,26	9,26	9,26	9,14	9,14
Cocalán	7,52	7,27	7,68	7,68	7,68	7,58	7,58
Almahue	11,24	10,86	11,48	11,48	11,48	11,33	11,33
Pichidegua	3,17	3,06	3,24	3,24	3,24	3,19	3,19
Molino	1,26	1,22	1,29	1,29	1,29	1,27	1,27
Villelano	2,35	2,27	2,40	2,40	2,40	2,37	2,37

CAUDALES ESTIMADOS EN CANALES (m³/Seg)
AÑO 1960-61 (Cercano a 85% de Probabilidad)

El Pueblo de Peumo	1,64	1,67	2,36	2,25	2,40	2,22	1,85
Codao, Las Cabras y Aguas Claras	6,59	6,71	9,45	9,01	9,63	8,89	7,40
Cocalán	5,46	5,56	7,84	7,47	7,99	7,37	6,14
Almahue	8,17	8,32	11,71	11,17	11,94	11,02	9,17
Pichidegua	2,30	2,34	3,30	3,15	(3,37)	3,11	2,59
Molino	0,92	0,93	1,32	1,26	(1,34)	1,24	1,03
Villelano	1,71	1,74	2,45	2,34	2,50	2,31	1,92

DISPONIBILIDAD DE AGUA POR HECTAREA
(m³/Hás) AÑO 1954-55

CANALES/MESES	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	TOTAL
El Pueblo de Peumo	3.888	4.018	3.888	4.018	4.018	3.629	4.018	27.477
Codao, Las Cabras y Aguas Claras	3.888	4.018	3.888	4.018	4.018	3.629	4.018	27.477
Cocalán	1.949	1.947	1.991	2.057	2.057	1.834	2.030	13.865
Almahue	3.223	3.218	3.292	3.402	3.402	3.032	3.357	22.926
Pichidegua	3.888	4.018	3.888	4.018	4.018	3.629	4.018	27.477
Molino	3.888	4.018	3.888	4.018	4.018	3.629	4.018	27.477
Villelano	1.964	1.961	2.006	2.073	2.073	1.849	2.047	13.973

DISPONIBILIDAD DE AGUA POR HECTAREA
(m³/Hás) AÑO 1960-61

El Pueblo de Peumo	3.888	4.018	3.888	4.018	4.018	3.629	4.018	27.477
Codao, Las Cabras y Aguas Claras	3.299	3.471	3.888	4.018	4.018	3.629	3.828	26.151
Cocalán	1.415	1.489	2.032	2.001	2.140	1.783	1.644	12.504
Almahue	2.343	2.465	3.358	3.310	3.538	2.949	2.717	20.680
Pichidegua	3.674	3.862	3.888	4.018	4.018	3.629	4.018	27.107
Molino	3.057	3.193	3.888	4.018	4.018	3.629	3.536	25.339
Villelano	1.429	1.503	2.048	2.021	2.160	1.802	1.658	12.621

DISPONIBILIDAD DE AGUA POR HECTAREA AÑO 1969-70
(Año más Seco)

RIO CLARO DE RENGO - PRIMERA SECCION

	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	Total
Río Claro $\frac{m^3/seg}{acción}$	0,0007	0,0007	0,0009	0,0023	0,0010	0,0005	0,0003	0,0001	
1a. Sección $10^3 \times \frac{m^3.mes}{acción}$	1,81	1,87	2,33	6,16	2,67	1,20	0,80	0,25	

Canales	$m^3/hás$									
<u>Chanquiahue Unido</u>										
1.- Chanquiahue y Urquiza	}	1.392	1.438	1.792	4.018	2.053	923	615	192	12.423
2.- Ramirano										
3.- Molino										
4.- Córdova										
<u>Pretil Unido</u>										
5.- Pretil	}	2.011	2.077	2.588	4.018	2.966	1.333	888	277	16.158
6.- San Judas Grande										
7.- Lo de Lobo										
8.- Mendoza										

Canales	m3/hás									
<u>Población Unido</u>										
9.- Población	}									
10.- Agua Potable Rengo										
11.- Lorenzoni		1.508	1.558	1.941	4.018	2.225	1.000	666	208	13.124
12.- Santa Margarita										
13.- Saavedra										
14.- Urbina										
15.- Popeta		2.011	2.077	2.588	4.018	2.966	1.333	888	277	16.158
16.- Molinano		489	505	629	1.664	721	324	216	675	5.223
17.- Talhuén		181	187	233	616	267	120	80	25	1.709
18.- Bisquert		905	935	1.165	3.080	1.335	600	40	12	8.072
19.- El Rincón		1.508	1.558	1.941	4.018	2.225	1.000	666	208	13.124
20.- Mirano		1.005	1.038	1.294	3.422	1.483	666	444	138	9.490
21.- El Peñón		1.810	1.870	2.330	4.018	2.670	1.200	800	250	14.948
22.- Pedregal		1.392	1.438	1.792	4.018	2.053	923	615	192	12.423

DISPONIBILIDAD DE AGUA POR HECTAREA AÑO 1960-61

RIO CLARO DE RENGO - PRIMERA SECCION

	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	Total
Río Claro $\frac{m^3/seg}{Acción}$	0.0007	0,0012	0,0019	0,0014	0,0008	0,0005	0,0009	0,0003	
1a. Sección $10^3 \times \frac{m^3.mes}{acción}$	1,81	3,21	4,92	3,75	2.14	1.21	2.41	0.78	

Canales

$m^3/hás$

Chanquiahue Unido

1.- Chanquiahue y Urquiza	}	1.384	2.461	3.769	2.846	1.615	923	1.846	538	15.382
2.- Ramirano										
3.- Molino										
4.- Córdoba										

Pretil Unido

5.- Pretil	}	2.000	3.555	3.888	4.018	2.333	1.333	2.666	777	20.570
6.- San Judas Grande										
7.- Lo de Lobo										
8.- Mendoza										

Población Unido

9.- Población	}									
---------------	---	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Canales	m3/hás									
10.- Agua Potable Rengo	}	1.500	2.666	3.888	3.083	1.750	1.000	2.000	583	16.470
11.- Lorenzoni										
12.- Santa Margarita										
13.- Saavedra										
14.- Urbina										
15.- Popeta	2.000	3.555	3.888	4.018	2.333	1.333	2.666	777		20.570
16.- Molinano	486	864	1.324	1.000	567	324	648	189		5.402
17.- Talhuén	180	320	490	370	210	120	240	70		2.000
18.- Bisquert	900	1.600	2.450	1.850	1.050	600	1.200	350		10.000
19.- El Rincón	1.500	2.666	3.888	3.083	1.750	1.000	2.000	583		16.470
20.- Mirano	1.000	1.777	2.722	2.055	1.166	666	1.333	388		11.107
21.- El Peñón	1.800	3.200	4.900	3.700	2.100	1.200	2.400	700		20.000
22.- Pedregal	1.384	2.461	3.769	2.846	1.615	923	1.846	538		15.382

ESTADISTICA TINGUIRIRICA BAJO LOS BRIONES

(m³/seg)

Año	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	Total	m	$\frac{m}{n+1}$
40-41	51.2	59.2	88.0	36.5	25.5	58.0	69.0	107.0	125.0	78.0	49.0	32.0	772.4	3	8.1
41-42	68.0	66.0	71.0	74.0	44.5	82.0	87.6	122.0	146.0	124.0	80.0	36.0	1.001.1	1	2.7
42-43	23.0	19.8	17.0	57.0	29.0	47.0	80.0	89.0	102.0	88.0	46.5	20.5	618.8	10	27.0
43-44	13.8	15.8	16.2	18.6	49.7	50.5	66.0	79.0	81.0	65.0	32.0	19.0	506.6	21	56.8
44-45	13.4	18.8	22.5	38.0	46.0	55.0	87.0	122.0	104.0	72.0	50.0	32.0	660.7	7	18.9
45-46	26.5	19.8	16.6	23.5	32.0	40.0	50.5	59.0	68.0	67.0	48.5	27.0	478.4	23	62.2
46-47	19.8	17.0	25.5	14.8	18.2	27.0	59.0	61.0	67.0	60.0	46.5	16.6	432.4	29	78.4
47-48	11.3	20.4	15.3	12.0	16.7	32.8	62.5	58.1	48.2	47.3	24.4	15.0	364.0	35	94.6
48-49	15.4	14.2	35.3	25.1	37.1	52.9	71.3	104.0	91.5	76.2	46.9	34.4	604.3	12	32.4
49-50	50.4	38.5	22.2	25.1	23.9	42.3	59.3	52.4	54.0	43.9	34.6	23.8	470.4	25	67.6
50-51	39.5	35.1	23.7	33.3	43.5	50.0	64.3	95.5	85.1	55.7	39.8	25.5	591.0	14	37.8
51-52	19.5	29.7	58.0	37.8	44.7	49.6	71.3	87.5	80.6	56.0	39.5	23.1	597.3	13	35.3
52-53	19.3	30.9	36.5	25.1	34.9	48.5	61.0	84.6	69.9	58.2	39.2	25.9	534.0	16	43.2
53-54	28.2	29.5	33.1	53.7	72.5	50.9	87.0	119.0	104.0	78.8	55.2	29.0	740.9	4	10.8
54-55	18.2	36.8	29.1	26.3	26.9	36.5	67.2	68.5	72.2	43.9	31.3	16.1	473.0	24	64.9
55-56	12.9	31.5	17.5	15.4	25.3	34.0	63.0	60.9	48.6	43.6	26.7	16.0	395.4	33	89.2
56-57	15.0	12.0	16.2	30.0	31.0	45.0	73.0	72.0	60.0	50.0	36.0	16.2	456.4	27	73.0
57-58	18.6	20.0	25.0	29.0	27.2	40.5	66.0	75.0	63.0	45.0	33.0	15.6	457.9	26	70.3
58-59	21.0	38.5	21.0	28.0	26.5	51.0	71.0	80.0	61.0	52.3	28.3	27.9	506.5	20	54.1
59-60	27.7	29.0	55.0	31.5	42.0	48.5	82.0	108.0	83.0	60.0	36.0	17.6	620.3	9	24.3
60-61	12.0	17.8	17.4	18.0	20.5	37.0	67.0	62.0	61.0	53.0	36.5	11.4	413.6	30	81.1
61-62	8.10	20.5	17.6	21.0	40.0	63.0	97.0	128.0	85.0	63.0	41.5	20.0	504.7	11	29.7
62-63	11.8	18.6	16.8	20.0	19.4	39.0	65.0	69.0	51.0	48.5	28.5	16.0	403.6	32	86.5

-31-

Año	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	Total	m	$\frac{m}{n+1}$
63-64	14.4	14.0	27.5	24.5	40.5	56.0	76.0	130.0	131.0	80.0	43.5	22.4	659.8	8	21.6
64-65	13.2	12.6	14.6	13.6	26.5	39.0	53.0	53.0	63.0	46.5	33.5	38.3	406.8	31	83.8
65-66	25.0	31.1	41.0	64.6	40.0	60.6	97.8	91.9	113.0	67.0	40.1	33.6	705.7	5	13.5
66-67	24.5	44.2	45.7	31.4	42.2	58.3	85.7	87.6	99.9	74.5	42.7	25.6	662.3	6	16.2
67-68	19.2	16.7	16.5	17.4	25.2	44.4	57.5	82.1	66.1	54.0	31.8	17.2	448.1	28	75.7
68-69	12.2	10.3	9.0	8.70	9.50	10.2	26.1	31.3	45.7	38.9	26.2	12.4	240.5	36	97.3
69-70	16.7	30.7	27.5	32.8	27.4	27.7	51.9	97.8	64.4	50.6	31.9	19.7	479.1	22	59.5
70-71	15.7	14.3	22.4	24.3	27.9	37.7	56.1	61.6	45.1	40.6	25.9	15.4	387.0	34	91.9
71-72	13.5	15.1	35.7	31.9	31.9	58.2	95.1	82.6	73.0	45.6	27.8	16.5	526.9	18	48.6
72-73	41.4	81.7	41.8	72.2	61.0	51.0	75.5	148.0	145.0	92.4	61.4	30.0	901.4	2	5.4
73-74	29.8	20.8	34.4	25.9	24.6	33.2	68.3	76.8	77.4	61.0	36.6	22.6	511.4	19	51.4
74-75	30.2	34.5	30.1	27.8	29.5	46.8	72.9	83.0	91.3	56.3	32.4	20.9	555.7	15	40.5
75-76	15.0	15.2	32.7	28.3	33.2	47.0	71.6	107.0	85.6	49.9	26.7	16.3	528.5	17	45.9

RIO TINGUIRIRICA

PORCENTAJES DE CANALES CON RESPECTO A TINGUIRIRICA
EN BAJO LOS BRIONES

CANALES/MESES	Dic 69	Feb 70	Mar 70	Promedio
Las Lumbreras	0,62	2,09	2,27	1,66
La Punta	5,53	8,44	3,92	5,96
Quecharco y Sta.Elena	0,75	3,53	0,17	1,48
Hijuela Seca	0,09	1,31	0,28	0,56
El Sauce	0,39	2,03	1,47	1,29
La Quinta	0,34	1,04	0,34	0,57*
Común	9,56	18,26	12,21	13,34
Perejil	1,52	2,42	0,51	1,48
El Gancho	0,38	0,20	0,17	0,25
Llantenes	1,64	2,87	2,55	2,35
Chimbarongo Almarza	2,01	7,90	3,40	4,43
Catalina	0,96	3,65	1,93	2,18
Miraflores	0,23	0,59	0,45	0,42
El Tambo	1,0	2,96	4,31	2,75
San Juan de Pedehue	0,70	1,10	2,44	1,41
Trapiche	2,64	3,44	5,11	3,73
Chimbarongo-La Cuesta	2,46	4,34	3,46	3,42
La Orilla	0,57	1,31	0,68	0,85
Pob.San Fernando	1,11	3,62	3,57	2,76
La Ramada	1,12	2,69	3,86	2,55
La Palma-Monales	1,15	3,47	5,00	3,20
Rinconada y Peñuelas	2,46	4,94	4,60	4,00
Placilla	1,80	3,80	6,76	4,12
Calabozo	0,27	0,59	0,85	0,57
Robles y Pedro Donoso	0,55	1,40	1,53	1,16
Turbina	0,09	0,56	0,17	0,27
Los Pérez	0,29	0,71	0,62	0,54
Pelloni	0,03	0,74	0,96	0,57
Cervantino	0,47	0,41	0,62	0,50

(Continuación)

CANALES/MESES	Dic 69	Feb 70	Mar 70	Promedio
Zamorano y Jaramillo	0,4	1,22	1,59	1,07
Molino Yaquil	0,36	0,98	1,36	0,90
Hacienda Yaquil	0,12	0,38	0,56	0,35
Comunero Nancagua	1,41	3,20	5,11	3,24
Sn. Gregorio Cunaco	2,11	7,30	10,79	6,73
Apalta 1	0,28	0,74	0,62	0,54
Apalta 2	0,37	1,73	0,90	1,00
Millahue y Demasías	0,81	0,92	1,02	0,91
Palmilla	0,87	0,98	1,64	1,16
El Manzano	1,58	1,16	3,75	2,16
Los Maquis	0,5	0,65	1,02	0,72
El Huique	7,08	1,61	6,02	4,90

=====

RIO TINGUIRIRICA

CAUDALES ESTIMADOS EN CANALES (m3/seg)

AÑO 1971-72

CANALES/MESES	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr
Las Lumbreras	0.53	0.97	1.56	1.37	1.21	0.76	0.46	0.27
La Punta	2.08	3.80	6.20	5.38	4.84	2.98	1.82	1.07
Quecharco y Sta.								
Elena	0.47	0.86	1.41	1.22	1.08	0.68	0.41	0.24
El Sauce	0.41	0.75	1.23	1.07	0.94	0.59	0.36	0.21
La Quinta	0.18	0.33	0.54	0.47	0.42	0.26	0.16	0.09
Común	4.26	7.76	12.69	11.02	9.74	6.08	3.71	2.20
Perejil	0.47	0.86	1.41	1.22	1.08	0.68	0.41	0.24
El Gancho	0.08	0.15	0.24	0.21	0.18	0.11	0.07	0.04
Llantenes	0.75	1.37	2.24	1.94	1.72	1.07	0.65	0.39
Chimbarongo Almar								
za	1.41	2.58	4.21	3.66	3.23	2.02	1.23	0.73
Catalina	0.70	1.27	2.07	1.80	1.59	0.99	0.61	0.36
Miraflores	0.13	0.24	0.40	0.35	0.31	0.19	0.12	0.07
El Tambo	0.88	1.60	2.62	2.27	2.01	1.25	0.77	0.45
Sn. Juan de Pedehue	0.45	0.82	1.34	1.17	1.03	0.64	0.39	0.23
Trapiche	1.19	0.47	3.55	3.08	2.72	1.70	1.04	0.62
Chimbarongo-La Cues								
ta	1.09	1.99	3.25	2.83	2.50	1.56	0.95	0.56
La Orilla	0.27	0.50	0.81	0.70	0.62	0.39	0.24	0.14
Pob. Sn. Fernando	0.88	1.61	2.63	2.28	2.02	1.26	0.77	0.46
La Ramada	0.81	1.48	2.43	2.11	1.86	1.16	0.71	0.42
La Palma Morales	1.02	1.86	3.04	2.64	2.34	1.46	0.89	0.53
Rinconada y Peñue-								
las	1.28	2.33	3.80	3.30	2.92	1.82	1.11	0.66
Placilla	1.31	2.40	3.92	3.40	3.01	1.88	1.15	0.68
Calabozo	0.18	0.33	0.54	0.47	0.42	0.26	0.16	0.09
Robles y Pedro Do-								
noso	0.37	0.68	1.10	0.96	0.85	0.53	0.32	0.19
Turbina	0.09	0.16	0.26	0.22	0.20	0.12	0.07	0.05
Los Pérez	0.17	0.31	0.51	0.45	0.39	0.25	0.15	0.09
Pelloni	0.18	0.33	0.54	0.47	0.42	0.26	0.16	0.09
Cervantino	0.16	0.29	0.48	0.41	0.37	0.23	0.14	0.08

(Continuación)

CANALES/MESES	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr
Zamorano y Jarami llo	0.34	0.62	1.02	0.88	0.78	0.49	0.30	0.18
Molino Yaquil	0.29	0.52	0.86	0.74	0.66	0.41	0.25	0.15
Hacienda Yaquil	0.11	0.20	0.33	0.29	0.26	0.16	0.10	0.06
Comunero Nancagua	1.03	1.89	3.08	2.68	2.37	1.48	0.90	0.54
Sn.Gregorio Cunaco	2.15	3.92	6.40	5.56	4.91	3.07	1.87	1.11
Apalta 1	0.17	0.31	0.51	0.45	0.39	0.25	0.15	0.09
Apalta 2	0.32	0.58	0.95	0.83	0.73	0.46	0.29	0.17
Millahue y Demasías	0.29	0.53	0.87	0.75	0.66	0.42	0.25	0.15
Palmilla	0.37	0.68	1.10	0.96	0.85	0.53	0.32	0.19
El Manzano	0.69	1.26	2.05	1.78	1.58	0.99	0.60	0.36
Los Maquis	0.23	0.42	0.69	0.60	0.53	0.33	0.20	0.12
El Huique	1.56	2.85	4.66	4.05	3.58	2.23	1.36	0.81

RIO TINGUIRIRICA

DISPONIBILIDAD DE AGUA POR HECTAREA(m3/seg)
AÑO 1971-72 (Cercano a 50% de Probabilidad)

CANALES/MESES	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	Total
Las Lumbreras	851	1.611	2.508	2.275	2.010	1.140	764	434	11.593
La Punta e Hijuela Seca	3.888	4.018	3.888	4.018	4.018	3.629	4.018	3.888	31.365
Quecharco y Sta. Elena	1.218	2.303	3.655	3.268	2.893	1.645	1.098	622	16.702
El Sauce	634	1.199	1.903	1.711	1.503	852	576	325	8.703
La Quinta	3.888	4.018	3.888	4.018	4.018	3.629	4.018	3.883	31.360
Común	1.804	3.396	3.888	4.018	4.018	2.403	1.624	932	22.083
Perejil	1.320	2.496	3.888	3.543	3.136	1.783	1.190	674	18.030
El Gancho	3.888	4.018	3.888	4.018	4.018	3.629	4.018	2.311	29.788
Llantenes	1.555	2.935	3.888	4.018	3.686	2.071	1.393	809	20.355
Chimbarongo Almarza	1.472	2.783	3.888	3.949	3.485	1.969	1.327	762	19.635
Catalina	3.888	4.018	3.888	4.018	4.018	3.629	4.018	2.488	29.965
Miraflores	1.204	2.296	3.704	3.346	2.964	1.643	1.146	646	16.949
El Tambo	2.732	4.018	3.888	4.018	4.018	3.629	2.469	1.396	26.168
Sn.Juan de Pedehue	3.886	4.018	3.888	4.018	4.018	3.629	3.483	1.987	28.927
Trapiche	3.888	4.018	3.888	4.018	4.018	3.629	4.018	2.463	29.940
Chimbarongo-La Cues ta	1.305	2.462	3.888	3.501	3.093	1.743	1.175	671	17.838
La Orilla	2.314	4.018	3.888	4.018	4.018	3.117	2.126	1.200	24.699
Pob.Sn.Fernando	2.014	3.807	3.888	4.018	4.018	2.691	1.821	1.053	23.310
La Ramada	3.888	4.018	3.888	4.018	4.018	3.629	3.882	2.222	29.563
La Palma Morales	3.888	4.018	3.888	4.018	4.018	3.629	4.018	3.435	30.912
Rinconada y Peñue- las	1.932	3.634	3.888	4.018	4.018	2.564	1.731	996	22.781
Placilla	1.469	2.780	3.888	3.938	3.486	1967	1.332	762	19.622

-343-

(Continuación)

CANALES/MESES	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	Total
Calabozo	3.662	4.018	3.888	4.018	4.018	3.629	3.364	1.827	28.424
Robles y Pedro Do-									
noso	1.937	3.678	3.888	4.018	4.018	2.590	1.731	994	22.854
Turbina	1.942	3.575	3.888	4.018	4.018	2.417	1.558	1.083	22.499
Los Pérez	2.205	4.018	3.888	4.018	4.018	3.025	2.010	1.165	24.347
Pelloni	1.494	2.829	3.888	4.018	3.600	2.013	1.373	746	19.961
Cervantino	3.888	4.018	3.888	4.018	4.018	3.629	4.018	3.888	31.365
Zamorano y Jaramillo	3.888	4.018	3.888	4.018	4.018	3.629	3.573	2.076	29.108
Molino Yaquil	2.350	4.018	3.888	4.018	4.018	3.100	2.094	1.216	24.702
Hacienda Yaquil	1.462	2.749	3.888	3.948	3.569	1.985	1.374	800	19.775
Comunero Nancagua	3.141	4.018	3.888	4.018	4.018	3.629	2.836	1.647	27.195
Sn.Gregorio Cunaco	1.847	3.479	3.888	4.018	4.018	2.461	1.660	953	22.324
Apalta 1	851	1.553	2.555	2.329	2.019	1.169	777	450	11.703
Apalta 2	2.718	4.018	3.888	4.018	4.018	3.629	2.548	1.446	26.283
Millahue y Demasías	1.016	1.857	3.047	2.715	2.389	1.373	905	526	13.828
Palmilla	2.353	4.018	3.888	4.018	4.018	3.146	2.103	1.207	24.751
El Manzano	2.270	4.018	3.888	4.018	4.018	3.041	2.041	1.185	24,479
Los Maquis	3.888	4.018	3.888	4.018	4.018	3.629	4.018	3.436	30.913
El Huique	2.904	4.018	3.888	4.018	4.018	3.629	2.616	1.508	26.599

- 345 -

RIO TINGUIRIRICA

CAUDALES ESTIMADOS EN CANALES

AÑO 1960-61

CANALES/MESES	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr
Las Lumberas	0,34	0,61	1.11	1.03	1.01	0.88	0.61	0.19
La Bombilla	0.39	0.07	0.13	0.12	0.12	0.10	0.07	0.02
El Peñón	0.01	0.01	0.03	0.02	0.02	0.02	0.01	0.01
Comunero La Esperanza	0.36	0.65	1.17	1.09	1.07	0.93	0.64	0.20
La Punta	1.22	2.21	3.99	3.7	3.64	3.16	2.18	0.68
Quecharco y Sta. Elena	0.30	0.55	0.99	0.92	0.90	0.78	0.54	0.17
Hijuela Seca	0.11	0.21	0.38	0.35	0.34	0.30	0.20	0.06
El Sauce	0.26	0.48	0.86	0.80	0.79	0.68	0.47	0.15
La Quinta	0.12	0.21	0.38	0.35	0.35	0.30	0.21	0.06
Asoc. Canales Unidos	1.37	2.50	4.50	4.15	4.09	3.55	2.45	0.76
Común	2.73	4.94	8.94	8.27	8.14	7.07	4.87	1.52
Perejil	0.30	0.55	0.99	0.92	0.90	0.78	0.54	0.27
El Gancho	0.05	0.09	0.17	0.16	0.15	0.13	0.09	0.03
Llantenes	0.48	0.87	1.57	1.45	1.43	1.25	0.86	0.27
Chimbarongo Almarza	0.91	1.64	2.97	2.75	2.70	2.35	1.62	0.50
Catalina	0.45	0.81	1.46	1.35	1.33	1.16	0.80	0.25
Miraflores	0.09	0.16	0.28	0.26	0.26	0.22	0.15	0.05
El Tambo	0.56	1.02	1.84	1.70	1.68	1.46	1.00	0.31
Sn. Juan de Pedehue	0.29	0.52	0.94	0.87	0.86	0.75	0.51	0.16
El Trapiche	0.76	1.38	2.50	2.31	2.28	1.98	1.36	0.43
Chimbarongo-La Cues	0.70	1.27	2.29	2.12	2.09	1.81	1.25	0.39
ta								
Lo Galvez y Molino	0.34	0.62	1.13	1.04	1.02	0.89	0.61	0.19
La Orilla	0.17	0.31	0.57	0.53	0.52	0.46	0.31	0.10
Pob. Sn. Fernando	0.57	1.02	1.85	1.71	1.68	1.46	1.01	0.31
La Ramada	0.52	0.94	1.71	1.58	1.56	1.35	0.93	0.29
La Palma-Morales	0.66	1.18	2.14	1.98	1.95	1.70	1.17	0.36
Rinconada y Peñue								
las	0.82	1.48	2.68	2.48	2.44	2.12	1.46	0.46

(Continuación)

CANALES/MESES	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr
Placilla	0,84	1,52	2,76	2,55	2.51	2.18	1.50	0.47
Calabozo	0.12	0.21	0.38	0.35	0.35	0.30	0.21	0.06
Comunero Cáceres	0.08	0.14	0.25	0.24	0.23	0.20	0.14	0.04
Los Robles y Pedro								
Donoso	0.24	0.43	0.78	0.72	0.71	0.61	0.42	0.13
Turbina	0.06	0.01	0.18	0.17	0.16	0.14	0.01	0.03
Los Pérez	0.11	0.20	0.36	0.33	0.33	0.29	0.20	0.06
Pelloni	0.12	0.21	0.38	0.35	0.35	0.30	0.21	0.06
Cervantino	0.10	0.19	0.34	0.31	0.31	0.27	0.18	0.06
Zamorano y Jarami-								
llo	0.22	0.40	0.72	0.66	0.65	0.57	0.39	0.12
Molino Yaquil	0.18	0.33	0.60	0.56	0.55	0.48	0.33	0.10
Hacienda Yaquil	0.07	0.13	0.23	0.22	0.21	0.19	0.13	0.04
Las Viñas	0.16	0.30	0.54	0.50	0.49	0.42	0.29	0.09
Comunero Nancagua	0.66	1.20	2.17	2.01	1.98	1.72	1.18	0.37
Sn.Gregorio Cunaco	1.38	2.49	4.51	4.17	4.11	3.57	2.46	0.77
Apalta 1	0.11	0.20	0.36	0.33	0.33	0.29	0.20	0.06
Apalta 2	0.21	0.37	0.67	0.62	0.61	0.53	0.37	0.11
Millahue y Demasías	0.19	0.34	0.61	0.56	0.56	0.48	0.33	0.10
La Palmilla	0.24	0.43	0.78	0.72	0.71	0.61	0.42	0.13
El Manzano	0.44	0.80	1.45	1.34	1.32	1.14	0.79	0.25
Los Maquis	0.15	0.27	0.48	0.45	0.44	0.38	0.26	0.08
El Huique	1.00	1.81	3.28	3.04	2.99	2.60	1.79	0.56

RIO TINGUIRIRICA

DISPONIBILIDAD DE AGUA POR HECTAREA (m³/Hás)
AÑO 1960-61 - (Cercano a 85% de Probabilidad)

CANALES/MESES	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	Total
Las Lumbreras	546	1.013	1.784	1.711	1.678	1.320	1.013	305	9.370
(*) La Bombilla									
(*) El Peñón									
(*) Comunero la Esperanza									
La Punta e Hijuela									
Seca	3.888	4.018	3.888	4.018	4.018	3.629	4.018	3.888	31.365
Quecharco y Sta.									
Elena	777	1.473	2.566	2.411	2.411	1.887	1.446	441	13.412
El Sauce	402	768	1.331	1.279	1.263	982	752	232	7.009
La Quinta	3.888	4.018	3.888	4.018	4.018	3.629	4.018	2.600	30.077
Asoc. Canales Unidos									
Común	1.156	2.162	3.786	3.619	3.562	2.795	2.131	644	19.855
Perejil	843	1.597	2.782	2.671	2.614	2.046	1.567	478	14.598
El Gancho	2.889	4.018	3.888	4.018	4.018	3.629	4.018	1.733	28.211
Llantenes	995	1.864	3.255	3.107	3.064	2.419	1.842	560	17.106
Chimbarongo-Almarza	950	1.770	3.101	2.967	2.913	2.290	1.748	522	16.261
Catalina	3.109	4.018	3.888	4.018	4.018	3.629	4.018	1.728	28.426
Miraflores	722	1.330	2.251	2.158	2.158	1.650	1.247	403	11.919
El Tambo	1.739	3.272	3.888	4.018	4.018	3.629	3.207	963	24.734
Sn. Juan de Pedehua	2.507	4.018	3.888	4.018	4.018	3.629	4.018	1.383	27.479
El Trapiche	3.019	4.018	3.888	4.018	4.018	3.629	4.018	1.709	28.317
Chimbarongo-La Cuesta	838	1.571	2.742	2.623	2.586	2.023	2.023	467	14.873
(*) Lo Galvez y Molina									
La Orilla	1.455	2.744	3.888	4.018	4.018	3.629	2.744	856	23.352

- 351 -

(Continuación)

(*): No fue posible medir las áreas regadas por estos canales en forma individual, porque se mezclaban con otras áreas. En todo caso, en general, se trata de pequeñas superficies.

CANALES/MESES	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	Total
Pobl. San Fernando	1.304	2.412	3.888	4.044	3.974	3.119	2.389	710	21.840
La Ramada	2.751	4.018	3.888	4.018	4.018	3.629	4.018	1.535	27.875
La Palma-Morales	3.888	4.018	3.888	4.018	4.018	3.629	4.018	2.333	29.810
Rinconada y Peñue las	1.237	2.308	3.888	3.867	3.805	2.986	2.277	694	21.062
Placilla	941	1.760	3.094	2.954	2.907	2.281	1.738	527	16.202
Calabozo	2.439	4.018	3.888	4.018	4.018	3.629	4.018	1.224	27.252
(*) Comunero Cáceres									
Robles y Pedro Do noso	1.257	2.327	3.888	3.895	3.842	2.982	2.273	681	21.145
Turbina	1.300	225	3.888	3.792	3.575	2.825	225	650	16.480
Los Pérez	1.425	2.680	3.888	4.018	4.018	3.510	2.680	780	22.999
Pelloni	995	1.802	3.152	2.998	2.998	2.323	1.798	499	16.565
Cervantino	3.888	4.018	3.888	4.018	4.018	3.629	4.018	3.888	31.365
Zamorano Y Jarami llo	2.533	4.018	3.888	4.018	4.018	3.629	4.644	1.382	28.130
Molino Yaquil	1.459	2.763	3.888	4.018	4.018	3.628	2.763	809	23.346
Hacienda Yaquil	928	1.785	3.056	3.021	2.882	2.359	1.785	533	16.349
(*) Las Viñas									
Comunero Nancagua	2.013	3.781	3.888	4.018	4.018	3.629	3.719	1.128	26.194
Sn. Gregorio Cunaco	1.186	2.210	3.875	3.702	3.649	2.863	2.184	662	20.331
Apalta 1	551	1.036	1.803	1.708	1.708	1.357	1.036	301	9.500
Apalta 2	1.784	3.249	3.888	4.018	4.018	3.629	3.249	934	24.769
Millahue y Demasías	666	1.231	2.136	2.027	2.027	1.569	1.195	350	11.201
La Palmilla	1.526	2.827	3.888	3.681	3.681	2.850	2.169	636	21.258
El Manzano	1.449	2.721	3.888	4.018	4.018	3.502	2.687	823	23.106
Los Maquis	4.298	4.018	3.888	4.018	4.018	3.629	4.018	2.287	30.174
El Huique	1.861	3.482	3.888	4.018	4.018	3.629	3.443	1.043	25.382

-353-

ESTERO CHIMBARONGO

PORCENTAJES DE CANALES CON RESPECTO
A ESTERO CHIMBARONGO EN QUINTA

N°	Nombre del Canal	%			Promedio de cada Canal
		Dic 1969	Feb 1970	Mar 1970	
1.-	Acequia Santa Rita	10,0	28,1	21,1	19,7
2.-	Molino San Luis	8,6	14,3	10,5	11,1
3.-	El Cuadro	5,2	7,9	10,5	7,9
4.-	Salinas y Cerro	8,4	3,5	12,3	8,0
6.-	San José de Toro	17,6	18,7	19,3	18,5
6.-	San Antonio	23,2	41,4	31,6	32,1
7.-	Auquincamo	14,2	14,3	21,6	16,7
8.-	Quimahuino	25,3	59,6	60,2	48,4
9.-	Comunidad	54,2	113,3	94,2	87,2
10-	Orillano	3,6	14,8	8,2	8,8
11-	Huape Islano	11,6	29,1	24,0	21,6
12-	Cabello	2,6	0,5	0,0	1,0
13-	Población	50,5	64,0	119,9	78,1
14-	Santa Cruz	33,9	37,0	76,6	49,1
15-	Las Trancas	6,1	13,8	49,1	23,0
16-	Colchagua	59,8	51,7	97,7	69,7
17-	Los Cardos	6,9	16,3	35,1	19,4

=====

ESTERO CHIMBARONGOCAUDALES ESTIMADOS EN CANALES (m3/seg)AÑO 1969-1970

(Año más Seco)

CANALES/MESES	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr
Molino San Luis	0,35	0,39	0,64	0,75	0,56	0,37	0,32	0,25
El Cuadro	0,25	0,28	0,45	0,53	0,40	0,26	0,23	0,17
Salinas y Cerro	0,25	0,28	0,46	0,54	0,41	0,27	0,23	0,18
Sn. José de Toro	0,59	0,65	1,07	1,25	0,93	0,62	0,54	0,41
San Antonio	1,01	1,12	1,84	2,17	1,62	1,07	0,93	0,71
Auquincano	0,53	0,58	0,96	1,13	0,84	0,56	0,48	0,37
Quinahuino	1,53	1,69	2,78	3,27	2,44	1,62	1,40	1,07
Comunidad	2,76	3,05	5,01	5,90	4,40	2,91	2,52	1,94
Orillano	0,28	0,31	0,51	0,60	0,45	0,30	0,26	0,20
Huape Islano	0,68	0,75	1,24	1,46	1,09	0,72	0,62	0,48
Población	2,47	2,73	4,49	5,28	3,94	2,61	2,26	1,73
Santa Cruz	1,55	1,72	2,83	3,32	2,48	1,64	1,42	1,09
Las Trancas	0,73	0,81	1,32	1,56	1,16	0,77	0,66	0,51
Colchagua	2,20	2,44	4,01	4,71	3,51	2,33	2,02	1,55
Los Cardos	0,61	0,68	1,12	1,31	0,98	0,65	0,56	0,43

DISPONIBILIDAD DE AGUA POR HECTAREA (m³/Hás)
AÑO 1969-1970

CANALES/MESES	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	Total
Molino San Luis	3.888	4.018	3.888	4.018	4.018	3.629	4.018	3.888	31.365
El Cuadro	300	347	540	657	496	291	285	204	3.120
Salinas y Cerro	3.888	4.018	3.888	4.018	4.018	3.629	4.018	3.888	31.365
San José de Toro	2.025	2.305	3.673	4.018	3.292	1.986	1.916	1.408	20.623
San Antonio	2.877	3.296	3.888	4.018	4.018	2.844	2.737	2.022	25.700
Auiquincano	3.888	4.018	3.888	4.018	4.018	3.629	4.018	3.888	31.365
Quinahuino	2.403	2.743	3.888	4.018	3.960	2.375	2.272	1.681	23.340
Comunidad	2.042	2.332	3.708	4.018	3.365	2.010	1.927	1.436	20.838
Orillano	315	360	574	697	523	315	302	225	3.311
Huape Islano	1.953	2.226	3.561	4.018	3.235	1.930	1.840	1.379	20.142
Población	783	894	1.423	1.729	1.290	772	740	548	8.179
Santa Cruz	1.390	1.594	2.538	3.076	2.298	1.373	1.316	978	14.563
Las Trancas	431	495	780	952	708	425	403	301	4.495
Colchagua	1.317	1.509	2.400	2.913	2.171	1.302	1.250	928	13.790
Los Cardos	1.165	1.342	2.139	2.580	1.933	1.158	1.105	821	12.243

ESTERO CHIMBARONGO

CAUDALES ESTIMADOS EN CANALES (m3/seg)
AÑO 1964-65

<u>CANALES/MESES</u>	<u>Sep</u>	<u>Oct</u>	<u>Nov</u>	<u>Dic</u>	<u>Ene</u>	<u>Feb</u>	<u>Mar</u>	<u>Abral</u>
Molino San Luis	0,72	0,75	0,70	1,00	0,50	0,36	0,31	0,81
El Cuadro	0,51	0,53	0,50	0,71	0,35	0,25	0,22	0,57
Salinas y Cerro	0,52	0,54	0,51	0,72	0,36	0,26	0,23	0,59
San José de Toro	1,20	1,24	1,17	1,67	0,83	0,59	0,52	1,35
San Antonio	2,08	2,15	2,02	2,89	1,44	1,03	0,90	2,34
Auquincano	1,09	1,12	1,05	1,50	0,75	0,53	0,47	1,22
Quinahuino	3,15	3,24	3,05	4,36	2,18	1,55	1,35	3,53
Comunidad	5,67	5,84	5,49	7,85	3,92	2,79	2,44	6,37
Orillano	0,57	0,59	0,56	0,80	0,40	0,28	0,25	0,65
Huape Elano	1,40	1,44	1,36	1,94	0,97	0,69	0,60	1,57
Población	5,08	5,23	4,92	7,03	3,52	2,50	2,19	5,70
Santa Cruz	3,19	3,29	3,10	4,42	2,21	1,57	1,38	3,59
Las Trancas	1,50	1,54	1,45	2,07	1,04	0,74	0,64	1,68
Colchagua	4,53	4,67	4,39	6,28	3,14	2,23	1,95	5,09
Los Cardos	1,26	1,30	1,22	1,75	0,87	0,62	0,54	1,42

DISPONIBILIDAD DE AGUA POR HECTAREA (m³/H²s)
AÑO 1964-65

CANALES/MESES	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	Total
Molino San Luis	3.888	4.018	3.888	4.018	4.018	3.629	4.018	3.888	31.365
El Cuadro	611	657	600	880	434	280	273	684	4.419
Salinas y Cerro	3.888	4.018	3.888	4.018	4.018	3.629	4.018	3.888	31.365
San José de Toro	3.888	4.018	3.888	4.018	2.944	1.891	1.845	3.888	26.380
San Antonio	3.888	4.018	3.888	4.018	4.018	2.738	2°649	3.888	29.105
Auquincano	3.888	4.018	3.888	4.018	4.018	3.629	4.018	3.888	31.365
Quinahuino	3.888	4.018	3.888	4.018	3.539	2.272	2.191	3.888	27.702
Comunidad	3.888	4.018	3.888	4.018	2.998	1.927	1.866	3.888	26.491
Orillano	641	686	630	930	465	294	291	731	4.668
Haupe Islano	3.888	4.018	3.888	4.018	2.879	1.850	1.781	3.888	26.210
Población	1.610	1.712	1.559	2.302	1.153	739	717	1.806	11.598
Santa Cruz	2.861	3.049	2.780	4.018	2.048	1.314	1.279	3.220	20.569
Las Trancas	886	940	857	1.264	635	408	391	993	6.374
Colchagua	2.712	2.888	2.628	3.885	1.942	1.246	1.206	3.047	19.554
Los Cardos	2.406	2.565	2.329	3.453	1.717	1.105	1.065	2.711	17.351

5.3.- Análisis de los Resultados.-

Río Cachapoal. Primera Sección

De los resultados obtenidos se deduce lo siguiente:

- Los Canales San Joaquín, Coligue, Crianza, Perales y Jordán y Valdés tienen una disponibilidad de aguas por hectáreas en bocatoma sobre 30.000 m³/hás.año, en el año cercano al 50% de probabilidad.
- En el año cercano al 85% de probabilidad estos valores bajan, pero siempre se mantienen alrededor de 30.000 m³/hás.año.
- Los canales Compañía y Mal Paso tienen las menores disponibilidades de agua, aproximadamente 12.000 m³/hás.año y 13.000 m³/hás.año respectivamente, en el año 85%(En estos casos, como en otros que figuran más adelante con valores muy bajos, lo que ocurre con toda seguridad es que no se riega toda la superficie disponible). Algo mayores son las de los canales Nuevo Cachapoal y Apaltas, alrededor de 19.000 m³/hás.año y 17.000 m³/hás.año respectivamente.
- El resto de los canales tienen disponibilidades cercanas a 25.000 m³/hás.año, en el año 85%.

Río Cachapoal. Tercera Sección.-

- En el año cercano al 85%, las mayores disponibilidades de agua se presentan en los canales El Pueblo de Peumo; Unidos Codao, Las Cabras y Aguas Claras y Pichidegua aproximadamente de 27.000 m³/hás.año.
- Las más bajas dotaciones se producen en los canales Cocalán y Villedano más o menos 13.000 m³/hás.año en este mismo año.
- Los otros dos canales Almahue y Molino tienen valores de 21.000 m³/hás.año y 25.000 m³/hás.año, aproximadamente.

Río Claro de Rengo. Primera Sección.-

- El año 69-70 sólo tiene caudales mayores que el año 60-61 en los meses de Diciembre y Enero. En todos los otros meses sucede lo contrario. Por lo tanto, en el caso del río Claro de Rengo, el año 69-70 es más seco que el año 60-61, de acuerdo a los resultados obtenidos.
- En la primera sección del río Claro de Rengo y sin considerar el proyecto realizado por la Dirección de Riego para esta zona (Embalse Los Cristales y captación de aguas subterráneas), el canal Talhuén tiene una disponibilidad de agua bastante baja,

de 2.000 m³/hás.año. Los canales Molino, Bisquert y Mirano también tenían valores bajos; el primero alrededor de 5.000 m³/hás.año y los otros dos 10.000 m³/hás.año.

- Los otros canales tenían valores de 12.000 m³/hás.año a 16.000 m³/hás.año. Todo esto para el año más seco analizado.

Río Tinguiririca.-

- Los canales que tienen disponibilidades de agua más bajas son el canal El Sauce con aproximadamente 7.000 m³/hás.año y los canales Las Lumbreras y Apalta 1 con 10.000 m³/hás.año.
- Los mayores valores, alrededor de 30.000 m³/hás.año, se presentan en los canales siguientes: La Punta e Hijueta Seca, La Quinta, El Gancho, Catalina, San Juan de Pedehue, Trapiche, La Ramada, La Palma, Calabozo, Cervantino, Zamorano y Jaramillo y Los Maquis.
- El resto de los canales tienen valores entre 12.000 m³/hás.año y 26.000 m³/hás.año. Todo esto para el año más seco analizado.

Estero Chimbarongo.-

- El estero Chimbarongo tiene caudales en el año 69-70, levemente mayores que el año 64-65, sólo en los meses de Enero, Febrero y Marzo. En el resto de los meses de riego, se invierte la situa

ción. Por lo tanto, según los resultados obtenidos el año 69-70 es más seco que el año 64-65, para el estero Chimbarongo.

- Los canales con disponibilidad de agua más bajas son El Cuadro y Orillano con aproximadamente 3.000 m³/hás.año; Las Trancas con 4.000 m³/hás.año y Población con 8.000 m³/hás.año.
- Los valores más altos los tienen los canales Salinas, Molino San Luis y Auquincano alrededor de 32.000 m³/hás.año.
- Los demás canales tienen disponibilidades desde 12.000 m³/hás.año a 26.000 m³/hás.año. Todo esto para el año más seco analizado.

IV.- DEMANDAS DE RIEGO.

INTRODUCCION.

En el presente informe se calculan las demandas totales de agua para cada uno de los sectores en que se ha subdividido el área de riego de la hoya del río Rapel. Se evalúan, en primer lugar, las tasas de riego a nivel predial para posteriormente y dadas las superficies de riego de cada sector, determinar las demandas totales de agua en bocatoma de canales teniendo en consideración tanto las pérdidas en la conducción como el reuso de aguas que se produce en cada sector por efecto de las recuperaciones del riego.

El cálculo de tasas de riego se ha realizado para cada uno de los 10 sectores definidos por AGRO-IPLA. Esta tasa ha sido determinada a nivel predial.

No existen en el área antecedentes experimentales de uso consumo que permitan definir con exactitud los requerimientos hídricos de los cultivos que se riegan en la actualidad o que se regarán en el futuro. Por esto se recurrió a fórmulas empíricas, las cuales, conjuntamente con información experimental desarrollada en Santiago (Estación Experimental La Platina del Instituto de Investigaciones Agropecuarias), han permitido estimar los valores a utilizar en el presente trabajo.

Para los efectos de la estimación de eficiencias se han definido cuatro niveles, dada la necesaria variación en el tiempo de las condiciones de regulación y de tecnificación del regadío.

Por último, con respecto a la distribución de cultivos dentro de cada sector, se ha considerado la situación actual de uso de la tierra y una situación futura recomendada.

A las tasas de riego a nivel predial se han agregado pérdidas en la conducción estimadas en un 10%. Además, para cada sector se han tenido en cuenta las condiciones bajo las cuales se produce el reuso interno de las aguas provenientes de recuperaciones; es así como se han calculado las denominadas tasas brutas de riego en bocatoma de canales para cada sector las que no tienen en cuenta el reuso de las aguas dentro del propio sector; se han calculado además, las denominadas tasas equivalentes de riego en bocatoma de canales para cada sector las que sí tienen en cuenta el reuso de las aguas provenientes de recuperaciones dentro del propio sector. La determinación de las tasas equivalentes se ha efectuado de acuerdo con la metodología expuesta en el informe "Análisis de Recuperaciones. Hoya Río Rapel".

De acuerdo con las tasas equivalentes y las superficies de riego de cada sector, se presentan finalmente las demandas totales anuales de agua de cada sector para dos condiciones, una asimilable a lo que podría considerarse como las demandas actuales de la hoya y otra asimilable a las condiciones futuras de acuerdo con el uso recomendado para el suelo.

1. Evapotranspiración

En el presente trabajo se ha estimado los valores de evapotranspiración de acuerdo a metodologías propuestas por Pruitt y Tosso. Esta información se ha complementado con resultados experimentales obtenidos en Santiago. El análisis conjunto de los antecedentes citados permitió seleccionar los valores a utilizar en la determinación de tasas de riego.

1.1. Método de Pruitt

El método propuesto por Pruitt considera la estimación de la evapotranspiración potencial por aproximación sobre la base de cuatro sistemas de cálculo: la fórmula de Blaney y Criddle modificada, la de Penman modificada, la de radiación y bandeja de evaporación (Clase A) corregida. Este método fue aplicado para la estación meteorológica de San Fernando, y los valores de evapotranspiración potencial calculados se presentan en el Cuadro N° 1.

CUADRO N° 1

Evapotranspiración potencial según el método de Pruitt para la estación de San Fernando (mm/mes)

<u>S</u>	<u>O</u>	<u>N</u>	<u>D</u>	<u>E</u>	<u>F</u>	<u>M</u>	<u>A</u>	<u>TOTAL</u>
45.0	68.2	123.0	161.2	167.4	145.6	117.8	48.0	836.2

Para la obtención de la evapotranspiración real, el método de Pruitt considera un ajuste de los valores de e - vapotranspiración potencial para cada cultivo sobre la base de antecedentes fenológicos y de acuerdo a tablas entregadas por el autor. Los coeficientes Kc de ajuste se muestran en el Cuadro N^o 2.

Los valores de evapotranspiración real de 12 cultivos se presentan en el Cuadro N^o 3.

C U A D R O N º 2

Valores de Kc de ajuste según el método de Pruitt

CULTIVOS	M E S E S							
	S	O	N	D	E	F	M	A
Trigo	0.54	0.90	1.10	1.0	-	-	-	-
Maíz	-	0.35	0.60	1.05	1.2	1.10	0.80	-
Maravilla	-	0.30	0.57	1.00	1.20	1.05	0.60	-
Frejol	-	-	0.32	0.74	1.12	0.70	-	-
Papas	-	-	0.27	0.72	1.10	1.07	0.86	-
Remolacha	0.30	0.35	0.55	0.90	1.10	1.18	1.10	-
Arroz	-	1.10	1.13	1.19	1.23	1.25	1.22	-
Hortalizas	-	0.26	0.44	0.85	1.15	1.00	0.80	-
Prad. Artif.	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.80	0.80
Frut. Hoja Caduca	0.4	0.45	0.60	0.85	1.0	1.0	0.7	0.60
Frut. Hoja Perenne	0.4	0.45	0.60	0.75	0.95	0.90	0.70	0.60
Viñas	0.4	0.45	0.65	0.70	0.95	0.85	0.70	-

C U A D R O N º 3

Evapotranspiración real de 12 cultivos, calculada mediante método de Pruitt
(mm / mes)

CULTIVO	S	O	N	D	E	F	M	A	TOTAL
Trigo	24.3	61.4	135.3	80.6	--	--	--	--	301.6
Maíz	--	10.2	65.2	153.1	192.5	142.7	41.2	--	604.9
Maravilla	--	7.5	61.5	154.8	192.5	134.0	20.4	--	570.5
Frejol	--	--	39.4	119.3	187.5	101.9	--	--	448.1
Papas	--	--	33.2	116.1	184.1	155.8	50.7	--	539.9
Remolacha	11.7	21.8	61.5	129.0	177.4	166.0	129.6	--	697.0
Arroz	--	37.5	139.0	191.8	205.9	182.0	143.7	--	899.9
Hortalizas	--	8.9	54.1	137.0	192.5	145.6	47.1	--	585.2
Prad. Artif.	36.0	54.6	98.4	129.0	133.9	116.5	94.2	38.4	701.0
Frut.hoja Caduca	18.0	27.3	67.7	120.9	150.7	131.0	82.5	31.2	629.3
Frut. hoja perenne	18.0	27.3	67.7	96.7	142.3	116.5	82.5	31.2	582.2
Viñas	18.0	27.3	67.7	96.7	133.9	109.2	82.5	--	535.3

-377-

1.2. Método de Tosso

Este método permite determinar la evapotranspiración de los cultivos sobre la base de información de evaporación de bandeja Clase A, corregida por factores de ajuste obtenidos mediante correlaciones con mediciones experimentales de evapotranspiración (INIA, La Platina).

Los valores K de corrección para cultivos presentes en el área se muestran en el Cuadro N^o 4.

Estos valores de ajuste de la evaporación de bandeja fueron aplicados en las estaciones Convento Viejo y Rengo. No se utilizaron para la estación San Fernando por considerarse los valores de evaporación medidos excesivamente altos. La evapotranspiración real calculada para cinco cultivos presentes en el área de proyecto se muestra en el Cuadro N^o 5.

C U A D R O N^o 4

Valores de K para evaporación de bandeja

CULTIVO	M E S E S					
	O	N	D	E	F	M
Maiz	0.28	0.46	0.86	0.82	0.61	0.39
Maravilla	0.15	0.38	0.75	1.10	0.80	0.45
Hortalizas (+)	0.25	0.40	0.70	1.08	1.05	0.70
Frejol	--	0.30	0.75	0.80	0.45	--
Papas		0.15	0.44	0.82	0.93	0.74

(+) Se consideró para hortalizas los factores informados para tomate.

C U A D R O N^o 5

Evapotranspiración real de cuatro cultivos según el método de Tosso para Rengo
y Convento Viejo (mm/mes)

R E N G O

CULTIVO	O	N	D	E	F	M	TOTAL
Maíz	12.9	61.1	168.8	186.32	104.5	26.5	560.12
Maravilla	6.9	50.5	147.17	249.95	137.1	18.4	610.0
Hortalizas	11.5	53.2	135.28	245.4	179.9	47.63	672.21
Frejol	--	39.9	147.17	181.8	77.1	--	445.97

CONVENTO VIEJO

CULTIVO	O	N	D	E	F	M	TOTAL
Maíz	10.6	60.7	166.1	176.2	105.2	25.9	544.7
Maravilla	5.7	50.2	144.8	236.3	138.0	17.7	592.7
Hortalizas	9.5	52.8	135.2	232.0	181.1	47.7	658.3
Frejol	-	39.6	144.8	171.9	77.6	--	433.9

1.3. Información Experimental

No existen antecedentes experimentales de evapo - transpiración real en la zona del estudio. Las experiencias más cercanas son los ensayos realizados por el Instituto de Investigaciones Agropecuarias en Santiago. Esta información se presenta en el Cuadro N^o 6.

1.4. Valores de evapotranspiración para el proyecto Rapel

El análisis conjunto de los antecedentes presenta dos permitió seleccionar los valores de evapotranspiración de los cultivos estimados para el proyecto Rapel, los cuales se indican en el Cuadro N^o7.

C U A D R O N º 6

Promedios mensuales de evapotranspiración en Santiago (Estación Experimental
La Platina) expresados en mm/mes

	Nº de Años	S	O	N	D	E	F	M	A	M	TOTAL
Maíz	5	--	56	126	233	211	98	47	91	-	770
Maravilla	4	--	6	75	160	255	150	60	--	-	706
Tomate	2	--	--	47	133	209	166	74	--	-	629
Cebolla	2	--	--	30	112	142	90	20	--	-	394
Frejol	3	--	--	19	112	206	95	40	--	-	472
Papa	3	--	--	45	135	212	159	20	--	-	571
Alfalfa	5	--	93	129	158	159	123	84	54	43	843
Trébol	5	--	44	90	143	146	98	78	60	51	690
Raps	1	83	148	154	--	--	--	--	--	--	365
Trigo	5	--	84	126	90	16	--	--	--	--	316

-387-

C U A D R O N º 7

Evapotranspiración estimada de 12 cultivos para el Proyecto Rapel
según valores obtenidos por diferentes métodos e información expe-
rimental

TRIGO

Mes	Método de Pruitt (San Fernando)	Experimental Santiago	Proyecto Rapel
S	24.3		24.3
O	61.4	84.0	61.4
N	135.3	126.0	135.3
D	80.6	90.0	80.6
E	--	16.0	--
Total	301.6	316.0	301.6

M A I Z

Mes	Método de Pruitt (San Fernando)	Experimental Santiago	Método de Tosso (Rengo)	Método de Tosso (C. Viejo)	Proyecto Rapel
O	12.0	56.0	12.9	10.6	12.0
N	73.8	126.0	61.1	60.7	73.8
D	169.3	223.0	168.8	166.1	169.3
E	200.9	211.0	186.3	176.2	200.9
F	160.2	98.0	104.5	105.2	160.2
M	47.1	47.0	26.5	25.9	47.1
A		91.0			
Total	663.3	770.0	560.1	544.7	663.3

MARAVILLA

Mes	Método de Pruitt (San Fernando)	Experimental Santiago	Método de Tosso (Rengo)	Método de Tosso (C. Viejo)	Proyecto Rapel
S	--	--	--	--	--
O	10.2	6.0	6.9	5.7	10.2
N	70.1	75.0	50.5	50.2	70.1
D	161.2	160.0	147.2	144.8	161.2
E	200.9	255.0	250.0	236.3	200.9
F	152.9	150.0	137.1	138.0	152.9
M	35.3	60.0	18.4	17.7	35.3
A	--	--	--	--	--
Total	630.6	706.0	610.1	592.7	630.6

F R E J O L

Mes	Método de Pruitt (San Fernando)	Experimental Santiago	Método de Tosso (Rengo)	Método de Tosso (C. Viejo)	Proyecto Rapel
N	39.4	19.0	39.9	39.6	39.4
D	119.3	112.0	147.2	144.8	119.3
E	187.5	206.0	181.8	171.9	187.5
F	101.9	95.0	77.1	77.6	101.9
M	--	40.0	--	--	--
Total	448.1	472.0	446.0	433.9	448.1

P A P A S

Mes	Método de Pruitt (San Fernando)	Experimental Santiago	Método de Tosso (Rengo)	Método de Tosso (C. Viejo)	Proyecto Rapel
N	33.2	45.0	19.9	19.8	45.0
D	116.1	135.0	86.3	85.0	135.0
E	184.1	212.0	186.3	176.2	212.0
F	155.8	159.0	159.4	160.4	159.0
M	50.7	20.0	50.4	50.5	20.0
Total	539.9	571.0	502.3	491.9	571.0

REMOLACHA

Mes	Método de Pruitt (San Fernando)	Proyecto Rapel
S	13.5	13.5
O	23.9	23.9
N	67.7	67.7
D	145.1	145.1
E	184.1	184.1
F	171.8	171.8
M	129.6	129.6
Total	735.7	735.7

A R R O Z

Mes	Método de Pruitt (San Fernando)	Proyecto Rapel
O	37.5	37.5
N	139.0	139.0
D	191.8	191.8
E	205.9	205.9
F	182.0	182.0
M	143.7	143.7
Total	899.9	899.9

HORTALIZAS

Mes	Método de Pruitt (S.Fernando)	Experimental Santiago	Método de Tosso (Rengo)	Método de Tosso (C. Viejo)	Proyecto Rapel
O	8.9	--	11.5	9.5	8.9
N	54.1	47.0	53.2	52.8	54.1
D	137.0	133.0	135.3	135.2	137.0
E	192.5	209.0	245.4	232.0	192.5
F	145.6	166.0	179.9	181.1	145.6
M	47.1	74.0	47.6	47.7	47.1
Total	585.2	629.0	672.9	658.3	585.2

PRADERA ARTIFICIAL

Mes	Método de Pruitt (San Fernando)	Experimental Santiago	Proyecto Rapel
S	36.0	--	36.0
O	54.6	44.0	54.6
N	98.4	90.0	98.4
D	129.0	143.0	129.0
E	133.9	146.0	133.9
F	116.5	98.0	116.5
M	94.2	78.0	94.2
A	38.4	60.0	38.4
M	--	31.0	--
Total	701.0	690.0	701.0

FRUTALES HOJA CADUCA

Mes	Método de Pruitt (San Fernando)	Proyecto Rapel
S	18.0	18.0
O	30.7	30.7
N	73.8	73.8
D	137.0	137.0
E	167.4	167.4
F	145.6	145.6
M	82.5	82.5
A	28.8	28.8
Total	683.8	683.8

FRUTALES HOJA PERSISTENTE

Mes	Método de Pruitt (San Fernando)	Proyecto Rapel
S	18.0	18.0
O	30.7	30.7
N	73.8	73.8
D	120.9	120.9
E	159.0	159.0
F	131.0	131.0
M	82.5	82.5
A	28.8	28.8
Total	644.7	644.7

V I Ñ A

Mes	Método de Pruitt (San Fernando)	Proyecto Rapel
S	18.0	18.0
O	30.7	30.7
N	79.9	79.9
D	112.8	112.8
E	159.9	159.0
F	123.8	123.8
M	82.5	82.5
Total	606.7	606.7

2. EFICIENCIA PREDIAL DE RIEGO

**2.1 Antecedentes Experimentales
en el Area y Otras Zonas**

**2.2 Eficiencia Predial de Riego
para el Area de Proyecto**

2. Eficiencia Predial de Riego

2.1. Antecedentes experimentales en el área y otras zonas.

El único antecedente experimental en relación a eficiencias de riego en el área de proyecto se refiere a la experiencia llevada a cabo en la primera sección del río Claro de Rengo, por el Programa O'Higgins de la Universidad Católica. El trabajo de terreno fue realizado entre Septiembre de 1972 y Abril de 1975 y cubrió una superficie total de 220 há.s. de suelos planos, separados en sectores testigos y tecnificados, de superficies entre 0.5 y 14 há.s. En estos sectores se controló permanentemente el contenido de humedad de los suelos, los volúmenes de agua empleados en cada riego, las pérdidas por percolación, las pérdidas por derrames y el agua utilizada por las plantas.

En los cuadros N^os 8 y 9 se presenta un resumen de la información obtenida en este trabajo.

Como se puede apreciar en el Cuadro N^o 8, la eficiencia de aplicación medida es baja y variable, fluctuando entre 15,2 y 38,9 %. Constituye una excepción el alto valor obtenido en el riego de viñas, que alcanza a un 56.1 % y 75.5 %. Si se compara la eficiencia en el método de riego por surco y por tendido, se obtiene un promedio de 44.7% y 24.5% respectivamente.

Es interesante hacer notar que la percolación profunda fue el factor más importante en la baja eficiencia obtenida, debido a la prolongada permanencia del agua sobre el terreno producto de apozamientos. Los derrames fueron siempre de escasa magnitud y nunca significaron más de un 20% de la pérdida total, y en numerosos casos fluctuó entre 3% y 5%.

En el Cuadro N^o 9 se presentan los valores obtenidos en el sector tecnificado. Como se puede apreciar; la eficiencia de aplicación obtenida es sensiblemente más alta a la obtenida en los sectores testigos. Es así como se obtuvo una eficiencia de aplicación promedio de 62% para riego por surcos y de 40% en el riego por tendido. Se ensayó también el riego por estanques, con una eficiencia de 61%, y el riego por bordes con una eficiencia de 47%.

Es importante señalar que el aumento de eficiencia en el uso del agua de riego se logró mediante una correcta utilización de elementos simples, como son la frecuencia de riego y el tiempo de riego.

Los valores de eficiencia informados, para ser proyectados al nivel predial, deben considerar además, las pérdidas en la conducción intrapredial y las alteraciones producto del reuso del agua dentro del predio y del destino del agua nocturna.

CUADRO N° 8

ANTECEDENTES EXPERIMENTALES DE EFICIENCIA DE APLICACION. HOYA DEL RIO CLARO DE RENGO. SECTOR TESTIGO

CULTIVO	PREDIO	TEMPORADA	TOT.APLICADO (m3/Há)	DERRAMES (m3/Há.)	PERSOLAC. (m3/Há.)	EFIC.DE Apl. (%)	METODO DE RIEGOS
Manzanos	Manzanar	1972-73	24.975	2.341	17.460	20,7	tendido
		1973-74	26.001	718	19.885	20,7	
		1974-75	25.344	752	19.428	20,3	
Viña	Quintalba	1972-73	7.856	422	2.501	62,8	Surcos
			7.215	417	2.604	56,1	
			5.714	354	1.685	64,3	
		1973-74	5.003	913	309	75,5	
Papas	El Encino	1972-73	8.200	300	4.890	36,7	Surcos
	Patria Joven	1973-74	11.714	3.017	4.534	35,5	
Porotos	El Encino	1972-73	6.498	329	3.640	38,9	Surcos
		1973-74	10.397	2.021	5.472	27,93	
Trigo	Río Claro	1973-74	8.744	1.968	4.282	28,52%	Tendido
Cebada	Patria Joven	1974-75	7.962	1.747	3.655	27,4 %	Tendido
Alfalfa	La Ariana	1974-75	40.575	6.060	28.341	15,2 %	Tendido
Trigo-Treból	Río Claro	1974-75	18.068	5.943	7.310	26,6 %	Tendido
Cebada-Alfalfa	La Ariana	1973-74	14.853	3.046	6.576	35,2 %	Tendido
Maíz	La Ariana	1973-74	25.229	4.979	15.752	17,83%	Tendido

* Fuente. Programa O'Higgins. Universidad Católica de Chile Rengo, Chile.

-401-

CUADRO N°9

ANTECEDENTES EXPERIMENTALES DE EFICIENCIA DE APLICACION DE LA HOYA DEL RIO CLARO DE RENGO. SECTOR TECNIFICADO

CULTIVO	PREDIO	TEMPORADA	TOT.APLICADO (m3/Há)	DERRAMES (m3/Há.)	PERCOLACION (m3/Há.)	EFICIENCIA DE Apl. (%)	METODO RIEGO
MANZANO	MANZANAR	1972-73	4.705	340	218	88,2	SURCOS
		1973-74	8.348	501	2.789	61,01	ESTANQUE
		1973-74	6.184	841	392	80,1	SURCOS
		1974-75	6.982	641	1.263	72,7	SURCOS
VINA	QUINTALBA	1972-73	7.063	2.637	846	50,7	SURCOS
		1973-74	7.779	1.666	388	73,59	SURCOS
		1974-75	8.471	1.553	1.501	64,0	
PAPAS	EL ENCINO PATRIA JOV.	1972-73	6.720	269	2.311	61,6	SURCOS
		1973-74	8.795	1.277	3.011	51,3	SURCOS
POTITOS	EL ENCINO	1972-73	4.319	457	1.307	59,1	SURCOS
		1973-74	7.807	1.510	3.454	36,42	SURCOS
CEBADA	PATRIA JOV.	1974-75	5.779	960	2.566	39,00	TENDIDO
ALFALFA	LA ARIANA	1974-75	15.473	3.701	5.320	41,7	TENDIDO
TRIGO-TREBOL	RIO CLARO	1974-75	11.829	3.562	2.699	47,1	BORDES
MAIZ	LA ARIANA	1973-74	9.811	2.707	2.935	47,6	SURCOS

Existen algunos otros antecedentes experimentales fuera del área de proyecto, como los obtenidos por el Departamento de Ingeniería Agrícola de la Universidad de Concepción en Chillán (temporada 1967-68 y 1968-69) y por el Instituto de Investigaciones Agropecuarias en la zona central del país (publicados en 1969). Los resultados generales de estas investigaciones se presentan en los Cuadros Nº 10 y 11.

Se puede apreciar que los resultados informados presentan una extraordinaria variabilidad, lo que dificulta la obtención de un criterio definido a utilizar. Además, el método usado en las determinaciones adolece de limitaciones por ser las superficies estudiadas muy reducidas (250 a 1000 m²) y por tratarse de riegos aislados, lo que las hace muy puntuales. Por lo tanto, la proyección de estos valores para la estimación de eficiencias a nivel predial debe ser muy cuidadosa.

Una experiencia interesante desde el punto de vista metodológico y que representa el único valor de eficiencia predial medido en el país, fue la realizada durante la temporada de riego 1973-74 por la Facultad de Agronomía de la Universidad de Chile. El trabajo experimental se llevó a cabo en la Higuera Marisol, ubicada en la comuna de Pirque, Provincia de Santiago. Este predio tiene una superficie cultivable de 50 há. físicas, cuyo uso en la temporada indicada era el siguiente: 36 há. de pradera artificial (trébol rosado), 9 há. de papas y 3 há. de maíz.

La investigación consistió en la realización de un balance hídrico mensual, durante toda la temporada utilizando la siguiente ecuación:

$$M + R + C = N + F + E + T \pm W$$

De esta ecuación se eliminaron los términos correspondientes a : Precipitación (M), por haber resultado una pre cipitación efectiva igual a cero; capilaridad (C), por encontrarse el nivel freático a más de 5 m.; y el cambio en el con tenido de humedad del suelo (W), por haber resultado este tér mino insignificante ante la magnitud de los otros. Se midieron el aporte de agua de riego (R) y el escurrimiento (N) en forma permanente durante la temporada, mediante aforadores provistos de limnógrafos. La evapotranspiración (E + T), se obtuvo de valores estimados y medidos por la Estación Experimental La Platina. De la ecuación del balance hídrico se des pejó el término percolación profunda (F). Durante el mismo período y a fin de tener una comparación con la metodología u sualmente utilizada en la medición de eficiencia de aplicación, se realizaron nueve evaluaciones de riego por tendido, en superficies variables entre 0.5 y 2 há.

El balance hídrico indicó que la tasa de riego pa ra el predio fue de 23.000 m³/Há. La eficiencia predial promedio de la temporada (resultante de la eficiencia de aplicación, eficiencia de distribución y reuso dentro del predio) fue de 35%, con una percolación profunda de 44.5% y un escu rrimiento superficial de 20.3%. La eficiencia predial medida

CUADRO N°10

RESULTADOS GENERALES DE LOS RIEGOS EVALUADOS PARA DETERMINAR LA EFICIENCIA
DE APLICACION DEL AGUA EN EL DEPARTAMENTO DE CHILLAN.

Cultivo	Sup. m ²	Tm ^o .de riego Min.	Vol.Apl. m ³ / Há.	Percol. Prof. %	Escurr. Sup. %	Eficiencia de Aplicación %
Porotos	800	123	1.600	10,3	58,2	31,6
Remolacha	1.125	88	780	3,9	80,0	15,9
P. olacha	875	65	1.010	8,1	0,0	31,9
Remolacha	875	84	360	66,2	25,2	8,7
Remolacha	500	168	8.800	1,6	90,5	7,9
Empastadas	1.000	90	1.230	24,9	46,1	29,1
Remolacha	850	84	617	0	27,5	62,5
Remolacha	625	32	478	4,0	54,9	41,1
Remolacha	525	50	842	35,1	26,0	39,2
Remolacha	900	99	1.160	27,7	45,7	26,4
T. Ladino	875	114	2.130	61,2	32,8	6,0
T. Rosado	525	127	4.750	0	84,5	15,5
Remolacha	700	41	885	0	56,1	43,6
Empastadas	875	38	1.200	0	25,9	74,0
Remolacha	875	67	885	0	69,6	30,4
T. Rosado	1.000	136	916	-	-	-
Remolacha	240	127	4.700	30,0	66,4	359
T. ROSADO	875	229	6.110	9,20	85,5	5,40
Remolacha	525	75	780	0,0	57,8	48,2
Remolacha	600	40	1.112	60,0	14,3	24,7
Remolacha	450	83	985	4,9	51,7	43,0
Remolacha	600	130	1.430	2,3	31,20	66,4
P. s	525	50	1.060	3,6	82,1	14,3
Empastadas	525	160	1.880	17,0	72,0	11,15
T. Rosado	700	1.377	14.150	2,2	92,3	5,57
Papas	525	125	3.140	16,13	73,4	10,1
Empastadas	254	254	12.040	2,5	88,7	8,7
Remolacha	465	465	10.250	14,3	72,6	13,2
T. Rosado	600	296	10.380	6,3	88,1	5,4
Empastadas	600	70	783	42,7	5,0	52,2
Empastadas	450	1.278	32.500	0,5	98,0	1,5

C U A D R O N^o 11

Resultado de 14 evaluaciones de Riego

Casos	Cultivos	Escurrimiento Superficial %	Percolación Profunda %	Eficiencia de Aplicación %
A	Alfalfa	10	0	90
B	Alfalfa	13	0	86
C	Alfalfa	20	0	80
D	Alfalfa	21	0	80
E	Alfalfa	44	0	54
F	Alfalfa	0	0	100
G	Alfalfa	11	8	81
H	Alfalfa	1	13	86
I	Alfalfa	0	19	80
J	Alfalfa	9	50	41
K	T. Rosado	20	0	80
L	T. Rosado	70	0	30
M	Maíz	0	30	70
N	Maíz	3	45	52

C U A D R O N º 12

Eficiencia predial determinada experimentalmente en un predio
de la comuna de Pirque

M e s	Escurrencimiento Superficial (%)	Percolación Profunda (%)	Eficiencia Predial (%)
Octubre	30.32	41.46	28.22
Noviembre	24.35	34.90	40.75
Diciembre	22.90	31.40	45.70
Enero	22.25	35.05	42.70
Febrero	20.83	45.77	33.40
Marzo	18.95	61.05	20.00
Abril	23.10	56.10	20.80
Mayo	0.00	50.44	49.56
Promedio	20.33	44.52	35.15

no fue constante durante toda la temporada, sino que varió mensualmente, alcanzando su valor máximo en los meses críticos (Cuadro N^o 12).

Los resultados obtenidos de las evaluaciones de riego se presentan en el Cuadro N^o 13. La eficiencia de aplicación de los riegos, efectuados en distintas fechas durante la temporada y en lugares diferentes dentro del predio, varió entre 12.4% y 54.8%. El valor promedio fué de 28.8, siendo el componente escurrimiento superficial el elemento de pérdida de agua de riego más importante.

Si se compara la eficiencia obtenida a partir de las evaluaciones de riego con la proveniente del balance hídrico (28.8% y 35% respectivamente), se podría deducir a primera vista que el efecto del reuso y de la eficiencia de distribución es poco importante, ya que el aumento entre la eficiencia de aplicación promedio de riego individuales y la eficiencia predial durante la temporada es sólo de aproximadamente 6%. Sin embargo, debe tenerse presente que las evaluaciones de rigo, sólo reflejan una medida de la eficiencia de aplicación del agua durante las horas diurnas efectivas de riego (8 horas diarias), en cambio la eficiencia predial entrega una medida de la eficiencia durante el día completo y durante toda la temporada, de tal modo que absorbe todas las pérdidas por concepto de distribución intrapredial y no uso del agua nocturna, ya que el predio no cuenta con embalse acumulador.

El análisis conjunto de los distintos antecedentes experimentales presentados permite obtener las siguientes conclusiones, de tipo general, en relación a los factores incidentes en la eficiencia de riego a nivel predial:

- a) La eficiencia predial promedio de riego en la zona es muy baja, no superando el 30%. Este valor sufre variaciones durante la temporada de riego.
- b) La carencia de embalses de regulación nocturna es la causa principal del escaso aprovechamiento del agua, ya que el recurso se pierde sin ser utilizado durante por lo menos 12 horas diarias (considerando incluso la práctica del "agua puesta" durante la noche).
- c) El escaso nivel de tecnificación en las prácticas de regadío es la segunda causal de ineficiencia. Se ha comprobado que la eficiencia puede aumentar de manera importante con la correcta utilización por parte de los regantes de factores simples como ser: dimensionamiento de las unidades de riego, frecuencia y tiempos de riego.
- d) El escurrimiento superficial es de poca magnitud durante las horas de riego.
- e) Las pérdidas más importantes de agua durante las horas de riego se producen por percolación profunda, causada por apozamiento debido a la falta de acondicionamiento de los terrenos para el riego.

C U A D R O N°13

RESULTADOS DE 9 EVALUACIONES DE RIEGO DE LA HIJUELA MARISOL

Evaluación N°	Vol Apl. (m3)	Escurrimiento Superficial (%)	Percolación Profunda (%)	Eficiencia de Aplicación (%)
1	1.150	56,82	23,10	20,1
2	1.780	24,38	45,16	20,4
3	570	45,08	23,90	31,0
4	732	13,79	45,84	40,3
5	699	23,17	56,60	20,2
6	1.554	44,14	12,18	43,6
7	5.556	44,88	42,74	12,4
8	765	37,64	45,12	17,1
9	737	42,74	14,40	54,8
Promedio		36,96	34,24	28,80

2.2. Eficiencia predial de riego para el área de proyecto

Como se ha visto, los antecedentes experimentales en materia de eficiencias de riego en el área (y en el país) son muy escasos, por lo que resulta recomendable la realización de un mayor número de experiencias de terreno cuando el proyecto entre a un nivel de mayor detalle. La situación actual no permite valorar con certeza la eficiencia del uso del agua. Sin embargo, la determinación de demandas de agua obliga a la estimación de valores que permitan una aproximación. En el Cuadro N^o 14 se presenta los valores de eficiencia que han sido estimados para distintas condiciones topográficas de regulación, métodos de riego y para tres situaciones de efi-ciencia: actual, recomendada y potencial.

Dada la diversidad de elementos considerados, los valores de eficiencia indicados en el Cuadro N^o 14 no pueden ser utilizados directamente en la determinación de demanda de agua de riego para los distintos sectores del proyecto. Por otra parte, se debe hacer notar que si valorar la situación actual promedio del uso del agua en la zona resulta difícil, lo es más aún cuando se trata de calificar la situación futura, ya que no es posible prever a nivel de un estudio de prefactibilidad la variación en el tiempo de las condiciones de infraestructura, regulación y tecnificación en el área de proyecto. Es por ello que, en el cálculo de demanda de agua, se ha optado por el uso de cuatro niveles de eficiencia predial promedio aplicables a todos los sectores de riego. El nivel más bajo (nivel 1) representa la situación promedio actual y el nivel

C U A D R O N^o 14

Valores de eficiencia predial estimados para distintas condiciones topográficas,
de regulación, métodos de riego y niveles de eficiencia

	Con Regulación(+)	Sin Regulación (entrega cont.)	Método de Riego	Nivel de Eficiencia
Pendiente de 0-1%	50	25	Surco	Actual
	40	20	Tendido	
	60	30.0	Surco	Recomendada
	50	25.0	Tendido	
	55	27.5	Borde	
		65	35.0	Surco
60		32.5	Borde	
Pendiente de 1-3% o mayores	45	22.5	Surco Contorno	Actual
	30	15.0	Tendido con regue- ras en contorno	
	55	27.5	Surco en Contorno	Recomendada
	45	22.5	Tendido con regue- ras en contorno	
	50	25.0	Borde en contorno	
		60	32.5	Surco en contorno
55		30.0	Bordes en contorno	

(+) Se puede asimilar estos valores a predios sometidos a turnos.

más alto (nivel 4) una situación potencial de referencia, que sólo puede darse en un sistema con regulación nocturna total y con un nivel de tecnificación óptimo del regadío. Los valores adoptados para los distintos niveles se muestran en el Cuadro N^o 15.

CUADRO N^o 15

Valores estimados de cuatro niveles de eficiencia predial promedio para los 10 sectores del proyecto Rapel (*)

Método de Riego	NIVEL DE EFICIENCIA			
	1	2	3	4
Surco	30%	40%	50%	60%
Inundación	25%	35%	45%	52%

(*) No se hizo mayor diferencia entre sectores, ya que en todos ellos la proporción de suelos con pendiente de 0-1% es lo suficientemente mayoritaria como para no permitir distinciones.

3. DISTRIBUCION DE CULTIVOS ACTUAL Y RECOMENDADA

3. Distribución de cultivos actual y recomendada

La determinación de demanda de agua del proyecto Rapel se ha realizado sobre la base de dos distribuciones de cultivos para el área: actual y futura recomendada. Los cultivos, superficies y porcentajes relativos por sector y proyecto total, para ambas situaciones, se presentan en los Cuadros N^o 16 y 17.

CUADRO N° 36

Uso Actual de la Tierra por Sector

CULTIVO	CA-1		CA-2		CA-3		CA-4		CI-1		CI-2		ZA-1		ZA-2		TI-1		TI-2		TOTAL	
	Hás.	%	Hás.	%	Hás.	%	Hás.	%	Hás.	%	Hás.	%	Hás.	%	Hás.	%	Hás.	%	Hás.	%	Hás.	%
Cereales	7.797	19.8	5.122	15.2	907	5.0	3.663	11.3	1.104	14.2	449	7.1	338	13.1	1.715	13.8	2.439	15.9	4.404	15.4	27.938	14.2
Mafz	5.894	14.9	3.972	11.8	3.399	18.8	5.274	16.3	835	10.7	1.195	18.8	429	16.6	2.376	19.1	1.269	8.3	3.046	10.7	27.689	14.1
Frejol	3.260	8.3	3.439	10.2	1.383	7.6	629	1.9	745	9.6	304	4.8	45	1.7	449	3.6	1.322	8.6	3.133	11.0	14.709	7.4
Papas	798	2.0	438	1.3	926	5.0	1.323	4.0	114	1.5	102	1.6	36	1.4	206	1.7	284	1.9	566	2.0	4.793	2.4
Maravilla	807	2.0	804	2.4	400	2.2	271	0.8	162	2.1	112	1.8	55	2.1	1.121	9.0	128	0.8	40	0.1	3.600	2.0
Remolacha	863	2.1	1.239	3.7	177	0.9	38	0.1	222	2.9	63	2.0	25	1.0	48	0.4	322	2.1	612	2.2	3.609	1.8
Aros	--	--	123	0.3	12	--	1.501	4.6	57	0.7	--	--	--	--	63	0.5	93	0.6	53	0.2	1.902	1.0
Hortalizas	2.201	5.6	2.766	8.2	2.063	11.4	773	2.4	573	7.4	791	12.5	120	4.6	895	7.2	452	3.0	553	1.9	11.187	5.6
Prad. Artific.	(5.755)	14.7	5.938	17.6	2.397	13.2	3.727	11.4	1.317	16.9	530	8.3	238	9.2	1.536	12.3	3.297	21.6	6.598	23.1	31.334	15.9
Prad. Natur.	7.067	17.9	5.374	15.9	3.479	19.2	9.856	30.2	1.439	18.6	2.000	31.5	671	26.0	2.946	23.7	4.407	28.8	7.776	27.3	45.015	22.9
Vinas	1.705	4.3	1.338	4.0	887	4.9	1.811	5.5	609	7.8	102	1.6	--	199	1.6	494	3.2	857	3.0	--	8.002	4.1
Frut. hoja caduce	3.264	8.3	2.804	8.3	1.555	8.5	562	1.7	522	6.7	229	3.6	206	8.0	402	3.2	792	5.2	795	2.8	11.151	5.7
Frut. hoja persist.	59	0.1	336	1.0	610	3.3	3.204	9.8	72	0.9	472	7.4	418	16.3	483	3.9	--	--	84	0.3	5.738	2.9
Subtotal	39.491	100.0	33.693	100.0	18.195	100.0	32.632	100.0	7.771	100.0	6.329	100.0	2.581	100.0	12.439	100.0	15.299	100.0	28.517	100.0	196.967	100.0
Bosques	170	--	190	--	503	--	241	--	62	--	25	--	3	--	53	--	55	--	135	--	1.437	--
Indir. Prod.	1.869	--	1.500	--	778	--	1.611	--	327	--	255	--	88	--	439	--	987	--	1.518	--	9.372	--
Total	41.530	--	35.383	--	19.476	--	34.484	--	8.160	--	6.629	--	2.672	--	12.931	--	16.341	--	30.170	--	207.776	--

437

CUADRO N° 12

Uso Recomendado de la tierra por sector

Cultivo	CA-1		CA-2		CA-3		CA-4		CL-1		CL-2		EA-2		VI-1		VI-2		Total			
	Héc.	%	Héc.	%	Héc.	%	Héc.	%	Héc.	%	Héc.	%	Héc.	%	Héc.	%	Héc.	%	Héc.	%		
Cereales	2.518	6.0	2.007	5.7	1.624	8.3	4.461	13.0	1.131	13.9	1.534	20.2	337	32.6	1.468	11.3	1.170	7.2	1.144	4.3	17.194	8.4
Chacras e Ind.	6.924	16.7	6.022	17.0	4.467	23.0	5.018	14.5	1.455	17.3	1.525	23.0	450	16.8	4.403	34.0	2.144	13.1	2.097	7.8	34.505	16.9
Bortalicas	3.147	7.6	2.007	5.7	2.051	10.4	1.673	4.3	646	7.9	954	14.4	338	12.7	1.467	11.4	585	3.6	572	2.1	13.420	6.6
Pradera Artif.	5.656	13.6	9.456	26.7	4.929	25.3	13.090	27.9	778	9.5	770	11.6	229	8.6	1.547	12.0	5.442	33.3	11.377	42.4	53.274	26.1
Viñas	6.450	15.5	7.232	20.5	2.254	11.7	3.066	9.0	2.300	28.2	1.090	16.4	247	9.2	2.026	15.6	2.731	16.7	5.224	19.5	32.636	16.0
Frutales	15.005	36.1	7.238	20.4	3.426	17.6	5.693	16.5	1.534	18.8	727	11.0	988	37.0	1.653	12.8	3.337	20.4	5.224	19.5	44.830	21.9
Sub-total	39.680	95.5	33.968	96.0	18.761	96.3	33.001	95.7	7.844	96.1	6.400	96.6	2.529	96.9	12.569	97.1	15.409	94.3	25.638	95.6	195.839	95.9
Ind. Prod.	1.250	4.5	1.415	4.0	715	3.7	1.483	4.3	516	3.9	229	3.4	83	3.1	362	2.9	932	5.7	1.182	4.4	8.567	4.1
Total	41.530	100.0	35.383	100.0	19.476	100.0	34.484	100.0	8.160	100.0	6.629	100.0	6.622	100.0	12.931	100.0	16.341	100.0	26.820	100.0	204.426	100.0

4. TASA DE RIEGO PREDIAL UNITARIA
PARA LOS DISTINTOS CULTIVOS

4. Tasa de riego predial unitaria para los distintos cultivos

La tasa de riego predial unitaria, calculada para los distintos cultivos considerados en la distribución actual y futura, se muestra en el Cuadro Nº 18. Debido a que la distribución futura propuesta presenta bloques de cultivos como ser frutales (hoja caduca y persistente) y chacras e industriales (maíz, frejol, papas, maravilla, remolacha), que en el caso de la distribución actual aparecen desglosados, ha sido necesario establecer tasas unitarias para dichos bloques, considerando una participación relativa de cada rubro dentro del bloque similar a la actual. No se ha incluido en el cálculo de la tasa de riego predial unitaria el aporte de las precipitaciones, por considerarse no significativo.

CUADRO Nº 18

Tasa de riego predial unitaria para los distintos cultivos (m³/há)

CULTIVO	Nivel		S	O	N	D	E	F	M	A	TOTAL
	Efic.										
MAIZ	1			1.800(x)	2.460	5.643	6.697	5.340	1.570		23.510
	2			1.286(x)	1.845	4.232	5.022	4.005	1.177		17.567
	3			1.000(x)	1.476	3.386	4.018	3.204	942		14.026
	4			865(x)	1.230	2.822	3.348	2.670	785		11.720
FREJOL	1			1.800(x)	1.313	3.977	6.250	3.397	--		16.737
	2			1.286(x)	985	2.983	4.687	2.547	--		12.488
	3			1.000(x)	788	2.386	3.750	2.038	--		9.962
	4			865(x)	656	1.988	3.125	1.698	--		8.332
PAPAS	1			1.800(x)	1.500	4.500	7.067	5.300	666		20.833
	2			1.286(x)	1.125	3.375	5.300	3.975	500		15.561
	3			1.000(x)	900	2.700	4.240	3.180	400		12.420
	4			865(x)	750	2.250	3.533	2.650	333		10.381
MARAVILLA	1			1.800(x)	2.337	5.373	6.697	5.097	1.177		22.481
	2			1.286(x)	1.752	4.030	5.022	3.822	883		16.795
	3			1.000(x)	1.402	3.224	4.018	3.058	706		13.408
	4			865(x)	1.168	2.687	3.348	2.548	588		11.204
REMOLACHA	1	540		956	2.708	5.804	7.364	6.872	5.184		29.428
	2	386		683	1.934	4.146	5.260	4.909	3.703		21.021
	3	300		531	1.504	3.224	4.091	3.818	2.880		16.348
	4	260		460	1.302	2.791	3.540	3.304	2.492		14.149
ARROZ	1			2.833	3.089	4.262	4.573	4.044	3.193		21.994

-435-

CULTIVO	Nivel de Efic.	S	O	N	D	E	F	M	A	TOTAL
HORTALIZAS	1		1.800(*)	1.803	4.567	6.417	4.853	1.570		21.010
	2		1.286(*)	1.352	3.425	4.812	3.640	1.177		15.692
	3		1.000(*)	1.082	2.740	3.850	2.912	942		12.526
	4		865(*)	902	2.285	3.208	2.427	785		10.470
PRADERA ARTIFICIAL	1	1.440	2.184	3.936	5.160	5.356	4.660	3.768	1.536	28.040
	2	1.029	1.560	2.811	3.686	3.826	3.329	2.691	1.097	20.029
	3	800	1.213	2.187	2.867	2.976	2.589	2.093	853	15.578
	4	692	1.050	1.892	2.481	2.575	2.240	1.812	738	13.480
PRADERA NATURAL (***)	1	864	1.310	2.362	3.096	3.214	2.796	2.261	922	16.825
	2	617	936	1.687	2.212	2.296	1.997	1.615	658	12.018
	3	480	728	1.312	1.720	1.786	1.553	1.256	512	9.347
	4	415	630	1.135	1.489	1.545	1.344	1.087	443	8.088
V I N A S	1	600	1.023	2.663	3.760	5.300	4.127	2.750		20.223
	2	450	767	1.998	2.820	3.975	3.095	2.063		15.168
	3	360	614	1.598	2.256	3.180	2.476	1.650		12.134
	4	300	512	1.332	1.880	2.650	2.063	1.375		10.112
FRUTALES HOJA PERSISTENTE	1	600	1.023	2.460	4.030	5.300	4.367	2.750	960	21.490
	2	450	767	1.845	3.022	3.975	3.275	2.063	720	16.117
	3	360	614	1.476	2.418	3.180	2.620	1.650	576	12.894
	4	300	512	1.230	2.015	2.650	2.183	1.375	480	10.745
FRUTALES HOJA CADUCA	1	600	1.023	2.460	4.567	5.580	4.853	2.750	960	22.793
	2	450	767	1.845	3.425	4.185	3.640	2.063	720	17.095
	3	360	614	1.476	2.740	3.348	2.912	1.650	576	13.676
	4	300	512	1.230	2.283	2.790	2.427	1.375	480	11.397
CEREALES	1	972	2.456	5.412	3.224					12.064
	2	694	1.754	3.865	2.303					8.616
	3	540	1.364	3.007	1.791					6.702
	4	467	1.181	2.602	1.550					5.800

CULTIVOS	Nivel de efic.	S	O	N	D	E	F	M	A	TOTAL
CHACRAS E	1		1.800(*)	2.173	5.224	6.585	4.854	1.747		22.383
	2		1.286(*)	1.630	3.920	4.938	3.641	1.294		16.709
INDUSTRIA-	3		1.000(*)	1.304	3.136	3.951	2.912	1.028		13.331
LES (**)	4		865(*)	1.087	2.613	3.292	2.427	865		11.149
	1	600	1.023	2.460	4.352	5.468	4.659	2.750	960	22.272
FRUTALES (**)	2	450	767	1.845	3.264	4.101	3.494	2.063	720	16.704
	3	360	614	1.476	2.611	3.281	2.795	1.650	576	13.303
	4	300	512	1.230	2.176	2.734	2.329	1.375	480	11.136

(*) Riego presiembrado.

(**) Representan bloques de cultivos que en el cuadro de distribución actual aparecen desglosados.

(***) Calculada con un 60% de requerimiento de pradera artificial.

5. DEMANDA PREDIAL DE RIEGO POR SECTOR

5. Demanda predial de riego por sector

Sobre la base de los antecedentes presentados en los puntos anteriores, se procedió a la determinación de la demanda predial de riego por sector. Debido a la dificultad de prever la tasa relativa de cambio de los cultivos y de la eficiencia de riego del área, se calculó la demanda para la distribución actual y futura de cultivos, aplicando a ambas situaciones los cuatro niveles de eficiencia.

5.1. Demanda predial de riego para la distribución actual de cultivos y cuatro niveles de eficiencia.

En los Cuadros N^{os}. 19 al 29 se entregan los valores de demanda predial de riego, para la distribución actual de cultivos y cuatro niveles de eficiencia, de cada uno de los diez sectores y del proyecto total. Además, en el Cuadro N^o 30 se presenta un resumen de la tasa de riego predial promedio por sector, y se indican los caudales de riego unitario. Respecto a éstos últimos, debe hacerse notar que los valores indicados para el mes crítico (enero), disminuyen en la práctica por el reuso que se produce en predios vecinos aguas abajo, y que se considera en el modelo de recuperaciones en grandes subsectores desarrollados por AGROIPLA para el análisis global del proyecto. Además, como se indicó en el punto de antecedentes experimentales (2.1.) se ha determinado que la eficiencia de riego predial tiende a aumentar en los meses críticos por adaptación lógica de los agricultores, situación que no es posible evaluar en este nivel de estudio. Por último,

C U A D R O N º 30

Tasa de riego predial promedio por sector y coeficientes unitarios. Distribución actual de cultivos.

SECTOR	Nivel de Eficienc.		S	O	N	D	E	F	M	A	TOTAL
C A - 1	1	TP m3/Há.	644	1.780	3.101	4.243	4.370	3.477	1.777	470	19.865
		CU l/seg/Há.	0.25	0.66	1.20	1.58	1.63	1.44	0.66	0.18	0.96
	2	TP m3/Há	463	1.276	2.249	3.108	3.223	2.560	1.295	338	14.515
		CU l/seg/Há	0.18	0.48	0.87	1.16	1.20	1.06	0.48	0.13	0.67
C A - 2	3	TP m3/Há	356	994	1.766	2.454	2.554	2.027	1.019	264	11.437
		CU l/seg/Há	0.14	0.37	0.68	0.92	0.95	0.84	0.38	0.10	0.55
	4	TP m3/Há	311	858	1.509	2.082	2.155	1.712	868	227	9.726
		CU l/seg/Há	0.12	0.32	0.58	0.78	0.80	0.71	0.32	0.08	0.47
C A - 2	1	TP m3/Há	638	1.758	2.986	4.324	4.677	3.711	1.943	507	20.548
		CU l/seg/Há	0.25	0.66	1.15	1.61	1.75	1.53	0.72	0.19	0.99
	2	TP m3/Há	459	1.253	2.159	3.156	3.434	2.718	1.405	365	14.952
		CU l/seg/Há	0.18	0.47	0.83	1.18	1.28	1.12	0.52	0.14	0.72
C A - 2	3	TP m3/Há	353	977	1.696	2.491	2.719	2.150	1.104	285	11.780
		CU l/seg/Há	0.14	0.36	0.65	0.93	1.01	0.89	0.41	0.11	0.57
	4	TP m3/Há	308	843	1.449	2.114	2.297	1.818	942	245	10.019
		CU l/seg/Há	0.12	0.31	0.56	0.79	0.86	0.75	0.35	0.09	0.48

TP: Tasa Promedio
CU: Caudal Unitario

SECTOR		Nivel de Efic.	S	O	N	D	E	F	M	A	TOTAL
C A - 3	1	TP m3/Há	509	1.651	2.582	4.422	5.268	4.168	1.973	492	21.069
		CU l/seg/Há	0.20	0.62	0.99	1.65	1.97	1.72	0.74	0.19	1.01
	2	TP m3/Há	367	1.184	1.890	3.261	3.899	3.080	1.443	356	15.483
		CU l/seg/Há	0.14	0.44	0.73	1.22	1.45	1.27	0.54	0.14	0.75
C A - 3	3	TP m3/Há	282	924	1.492	2.585	3.097	2.445	1.139	278	12.245
		CU l/seg/Há	0.11	0.34	0.57	0.96	1.16	1.01	0.43	0.11	0.59
	4	TP m3/Há	246	796	1.265	2.181	2.605	2.059	967	239	10.361
		CU l/seg/Há	0.09	0.30	0.49	0.81	0.97	0.85	0.56	0.09	0.50
C A - 4	1	TP m3/Há	637	1.683	2.893	4.096	4.409	3.612	2.063	564	19.961
		CU l/seg/Há	0.24	0.63	1.12	1.53	1.65	1.49	0.77	0.22	0.96
	2	TP m3/Há	459	1.115	1.999	2.857	3.092	2.520	1.397	407	13.350
		CU l/seg/Há	0.18	0.42	0.77	1.07	1.15	1.04	0.52	0.16	0.67
C A - 4	3	TP m3/Há	357	870	1.571	2.256	2.448	1.994	1.100	318	10.918
		CU l/seg/Há	0.14	0.32	0.61	0.84	0.91	0.82	0.41	0.12	0.53
	4	TP m3/Há	308	750	1.341	1.913	2.068	1.686	937	273	9.279
		CU l/seg/Há	0.12	0.28	0.52	0.71	0.77	0.70	0.35	0.10	0.45
C L - 1	1	TP m3/Há	650	1.730	2.964	4.244	4.621	3.665	1.973	504	20.355
		CU l/seg/Há	0.25	0.65	1.14	1.58	1.72	1.51	0.74	0.19	0.98
	2	TP m3/Há	467	1.227	2.136	3.086	3.379	2.672	1.419	362	14.752
		CU l/seg/Há	0.18	0.46	0.82	1.15	1.26	1.10	0.53	0.14	0.71
C L - 1	3	TP m3/Há	361	957	1.678	2.435	2.676	2.114	1.116	283	11.623
		CU l/seg/Há	0.14	0.38	0.65	0.91	1.00	0.87	0.42	0.11	0.56
	4	TP m3/Há	314	825	1.433	2.066	2.261	1.788	951	243	9.885
		CU l/seg/Há	0.12	0.31	0.55	0.77	0.84	0.74	0.36	0.09	0.48

- 447 -

SECTOR	Nivel de Efic.	S	O	N	D	E	F	M	A	TOTAL	
C L - 2	1	TP m3/Há CU l/seg/Há	542 0.21	1.617 0.60	2.612 1.00	4.205 1.57	4.804 1.79	3.851 1.59	1.948 0.73	524 0.20	20.109 0.97
	2	TP m3/Há CU l/seg/Há	390 0.15	1.160 0.43	1.906 0.74	3.093 1.15	3.548 1.32	2.841 1.17	1.423 0.53	378 0.15	14.742 0.71
	3	TP m3/Há CU l/seg/Há	302 0.12	904 0.34	1.501 0.58	2.418 0.91	2.814 1.05	2.251 0.93	1.121 0.42	296 0.11	11.641 0.56
	4	TP m3/Há CU l/seg/Há	262 0.10	7.80 0.29	1.277 0.49	2.070 0.77	2.372 0.89	1.900 0.78	953 0.35	254 0.09	9.871 0.48
Z A - 1	1	TP m3/Há CU l/seg/Há	635 0.24	1.598 0.60	2.894 1.11	4.174 1.56	4.468 1.67	3.674 1.52	2.019 0.73	613 0.24	20.077 0.97
	2	TP m3/Há CU l/seg/Há	458 0.18	1.150 0.43	2.109 0.81	3.068 1.15	3.300 1.23	2.711 1.12	1.479 0.55	446 0.17	14.725 0.71
	3	TP m3/Há CU l/seg/Há	354 0.14	899 0.34	1.660 0.64	2.426 0.90	2.618 0.98	2.150 0.89	1.167 0.44	351 0.13	11.628 0.56
	4	TP m3/Há CU l/seg/Há	308 0.12	773 0.29	1.413 0.55	2.053 0.77	2.206 0.82	1.813 0.75	990 0.37	299 0.11	9.859 0.47
Z A - 2	1	TP m3/Há CU l/seg/Há	570 0.22	1.756 0.66	2.918 1.12	4.332 1.62	4.632 1.73	3.716 1.54	1.806 0.67	476 0.18	20.209 0.97
	2	TP m3/Há CU l/seg/Há	409 0.16	1.247 0.47	2.112 0.81	3.167 1.18	3.404 1.27	2.726 1.13	1.306 0.49	342 0.13	14.717 0.71
	3	TP m3/Há CU l/seg/Há	317 0.12	971 0.36	1.661 0.64	2.504 0.93	2.701 1.00	2.161 0.89	1.028 0.38	267 0.10	11.614 0.56
	4	TP m3/Há CU l/seg/Há	275 0.11	839 0.31	1.416 0.55	2.120 0.79	2.276 0.85	1.823 0.75	875 0.33	230 0.09	9.856 0.47

-647-

SECTOR	Nivel de Efic.		S	O	N	D	E	F	M	A	TOTAL
T I - 1	1	TP m3/Há	776	1.769	3.098	4.099	4.195	3.384	2.021	646	19.991
		CU l/seg/Há	0.30	0.66	1.19	1.53	1.57	1.40	0.75	0.25	0.96
	2	TP m3/Há	556	1.254	2.222	7.960	3.045	2.450	1.445	463	14.399
		CU l/seg/Há	0.21	0.47	0.86	1.10	1.14	1.01	0.54	0.18	0.69
T I - 2	3	TP m3/Há	430	977	1.739	2.326	2.401	1.929	1.131	361	11.296
		CU l/seg/Há	0.17	0.36	0.67	0.87	0.90	0.80	0.42	0.14	0.54
	4	TP m3/Há	373	844	1.492	1.986	2.040	1.642	971	311	9.662
		CU l/seg/Há	0.14	0.31	0.57	0.74	0.76	0.67	0.36	0.12	0.46
T I - 2	1	TP m3/Há	767	1.793	3.085	4.145	4.288	3.417	1.986	636	20.120
		CU l/seg/Há	0.30	0.67	1.19	1.55	1.60	1.41	0.74	0.24	0.97
	2	TP m3/Há	549	1.279	2.222	3.008	3.129	2.486	1.427	455	14.558
		CU l/seg/Há	0.21	0.48	0.86	1.12	1.17	1.02	0.53	0.18	0.70
TOTAL	3	TP m3/Há	426	995	1.739	2.364	2.467	1.957	1.116	354	11.422
		CU l/seg/Há	0.16	0.37	0.67	0.88	0.92	0.80	0.42	0.14	0.55
	4	TP m3/Há	369	860	1.492	2.018	2.096	1.666	959	306	9.769
		CU l/seg/Há	0.14	0.32	0.58	0.75	0.78	0.69	0.36	0.12	0.47
TOTAL	1	TP m3/Há	650	1.738	2.961	4.227	4.528	3.624	1.938	537	20.206
		CU l/seg/Há	0.25	0.65	1.14	1.57	1.69	1.50	0.72	0.20	0.97
	2	TP m3/Há	467	1.226	2.127	3.065	3.301	2.635	1.387	386	14.598
		CU l/seg/Há	0.18	0.46	0.82	1.14	1.23	1.08	0.52	0.15	0.70
TOTAL	3	TP m3/Há	361	956	1.670	2.413	2.614	2.084	1.090	302	11.498
		CU l/seg/Há	0.14	0.35	0.64	0.90	0.97	0.86	0.40	0.12	0.55
	4	TP m3/Há	313	825	1.427	2.053	2.208	1.763	930	259	9.782
		CU l/seg/Há	0.12	0.31	0.55	0.77	0.82	0.73	0.35	0.09	0.47

los valores de caudales unitarios que normalmente se estiman para el mes crítico son algo inferiores a los planteados en el nivel actual de eficiencia, pero no consideran situaciones de stress hídrico a las que de hecho se ven sometidos los cultivos, con efectos sobre el rendimiento que no resulta posible cuantificar.

5.2. Demanda predial de riego para la distribución recomendada de cultivos y cuatro niveles de eficiencia.

En los Cuadros N^{os}. 31 al 41 se entregan los valores de demanda predial de riego, para la distribución recomendada de cultivos y cuatro niveles de eficiencia, de cada uno de los diez sectores y del proyecto total. Además, en el Cuadro N^o 42 se presenta un resumen de la tasa predial promedio por sector y se indican los caudales de riego unitario. Las consideraciones indicadas para estos últimos en el punto 5.1. son igualmente válidas. Se puede apreciar, sin embargo, que los caudales unitarios para la distribución recomendada superan a aquellos indicados para la distribución actual. Esta situación se produce debido al remplazo de alrededor de un 25 % de la superficie del proyecto ocupada con praderas naturales, bajo un sistema de "semiriego", por praderas artificiales, frutales y otros rubros de mayor demanda. Por la misma razón, la demanda total del proyecto se ve incrementada al comparar ambas distribuciones en un mismo nivel de eficiencia. Es claro que el reemplazo paulatino de las praderas naturales deberá estar asociado a un incremento de las exigencias en el nivel de eficiencia de riego.

CUADRO N° 42

Tasa de riego predial promedio por sector y coeficientes unitarios. Distribución recomendada de cultivos

SECTOR	Nivel de Efic.		M E S E S								TOTAL
			S	O	N	D	E	F	M	A	
C A - 1	1	TP m ³ /Há	591	1.476	2.788	4.463	5.348	4.326	2.451	581	22.033
		CU l/seg/Há	0.23	0.55	1.07	1.67	1.99	1.78	0.91	0.22	1.06
	2	TP m ³ /Há	433	1.074	2.059	3.318	3.983	3.221	1.817	428	16.336
		CU l/seg/Há	0.17	0.40	0.79	1.24	1.48	1.33	0.68	0.16	0.78
	3	TP m ³ /Há	320	844	1.633	2.639	3.174	2.566	1.443	339	12.962
		CU l/seg/Há	0.12	0.31	0.63	0.98	1.18	1.06	0.54	0.13	0.62
	4	TP m ³ /Há	290	720	1.376	2.216	2.659	2.150	1.214	286	10.915
		CU l/seg/Há	0.11	0.27	0.53	0.83	0.99	0.89	0.45	0.11	0.53
C A - 2	1	TP m ³ /Há	714	1.614	2.998	4.551	5.332	4.316	2.623	632	22.783
		CU l/seg/Há	0.27	0.60	1.15	1.70	1.99	1.78	0.98	0.24	1.09
	2	TP m ³ /Há	519	1.168	2.198	3.355	3.945	3.191	1.927	458	16.766
		CU l/seg/Há	0.20	0.44	0.85	1.25	1.47	1.31	0.72	0.18	0.80
	3	TP m ³ /Há	395	916	1.736	2.658	3.133	2.532	1.523	360	13.256
		CU l/seg/Há	0.15	0.34	0.67	0.99	1.17	1.04	0.57	0.14	0.64
	4	TP m ³ /Há	348	784	1.472	2.244	2.637	2.133	1.290	307	11.218
		CU l/seg/Há	0.13	0.29	0.57	0.84	0.98	0.88	0.48	0.12	0.54

TP : Tasa Promedio
CU : Caudal Unitario

-455-

SECTOR	Nivel de Efic.		S	O	N	D	E	F	M	A	TOTAL
C A - 3	1	TP m3/Há	645	1.721	2.988	4.625	5.313	4.258	2.412	578	22.545
		CU l/seg/Há	0.25	0.64	1.15	1.72	1.98	1.76	0.90	0.22	1.08
	2	TP m3/Há	467	1.240	2.187	3.411	3.934	3.150	1.770	419	16.582
		CU l/seg/Há	0.18	0.46	0.84	1.27	1.47	1.30	0.66	0.16	0.80
C A - 4	3	TP m3/Há	355	970	1.726	2.703	3.125	2.500	1.398	329	13.110
		CU l/seg/há	0.14	0.36	0.67	1.00	1.17	1.03	0.52	0.13	0.63
	4	TP m3/Há	313	833	1.465	2.281	2.629	2.105	1.185	281	11.096
		CU l/seg/Há	0.12	0.31	0.57	0.85	0.98	0.87	0.44	0.11	0.53
C A - 4	1	TP m3/Há	861	1.834	3.386	4.608	4.886	4.019	2.569	774	22.943
		CU l/seg/Há	0.33	0.68	1.30	1.72	1.82	1.66	0.96	0.30	1.10
	2	TP m3/Há	621	1.320	2.457	3.368	3.539	2.949	1.871	559	16.736
		CU l/seg/Há	0.24	0.49	0.95	1.26	1.34	1.21	0.70	0.21	0.80
C L - 1	3	TP m3/Há	475	1.031	1.930	2.655	2.837	2.329	1.472	437	13.169
		CU l/seg/Há	0.18	0.38	0.74	0.99	1.05	0.96	0.55	0.17	0.63
	4	TP m3/Há	417	887	1.649	2.256	2.402	1.974	1.255	375	11.217
		CU l/seg/Há	0.16	0.33	0.64	0.84	0.89	0.81	0.47	0.14	0.54
C L - 1	1	TP m3/Há	576	1.553	2.984	4.275	4.905	3.884	2.171	340	20.691
		CU l/seg/há	0.22	0.58	1.15	1.59	1.83	1.60	0.81	0.13	0.99
	2	TP m3/Há	422	1.127	2.196	3.172	3.659	2.896	1.612	249	15.336
		CU l/seg/Há	0.16	0.42	0.87	1.18	1.36	1.19	0.60	0.09	0.74
C L - 1	3	TP m3/Há	321	885	1.738	2.522	2.919	2.309	1.282	197	12.176
		CU l/seg/Há	0.12	0.33	0.67	0.94	1.08	0.95	0.48	0.07	0.58
	4	TP m3/Há	282	756	1.470	2.119	2.442	1.932	1.077	167	10.247
		CU l/seg/Há	0.11	0.28	0.57	0.79	0.91	0.80	0.40	0.06	0.49

SECTOR	Nivel de		S	O	N	D	E	F	M	A	TOTAL
	Efic.										
C L - 2	1	TP m3/Há	546	1.762	3.121	4.353	4.694	3.673	1.884	293	20.330
		CU l/seg/Há	0.21	0.66	1.20	1.62	1.75	1.51	0.70	0.11	0.98
	2	TP m3/Há	396	1.269	2.283	3.219	3.497	2.735	1.393	213	15.009
		CU l/seg/Há	0.15	0.47	0.88	1.20	1.30	1.13	0.52	0.08	0.72
Z A - 1	3	TP m3/Há	304	992	1.801	2.555	2.788	2.178	1.105	168	11.894
		CU l/seg/Há	0.12	0.37	0.69	0.95	1.04	0.90	0.41	0.06	0.57
	4	TP m3/Há	265	853	1.530	2.152	2.334	1.825	931	143	10.036
		CU l/seg/Há	0.10	0.32	0.59	0.80	0.87	0.75	0.35	0.05	0.48
Z A - 1	1	TP m3/Há	540	1.549	2.859	4.401	5.050	4.062	2.154	502	21.120
		CU l/seg/Há	0.21	0.58	1.10	1.64	1.88	1.68	1.80	0.19	1.01
	2	TP m3/Há	396	1.129	2.107	3.270	3.770	3.032	1.601	371	15.673
		CU l/seg/Há	0.15	0.42	0.81	1.22	1.40	1.25	0.59	0.14	0.75
Z A - 2	3	TP m3/Há	289	882	1.669	2.602	3.009	2.418	1.274	295	12.441
		CU l/seg/Há	0.11	0.33	0.64	0.97	1.12	0.99	0.47	0.11	0.60
	4	TP m3/Há	265	754	1.409	2.184	2.515	2.023	1.069	248	10.470
		CU l/seg/Há	0.10	0.28	0.54	0.81	0.94	0.83	0.40	0.09	0.50
Z A - 2	1	TP m3/Há	466	1.696	2.842	4.555	5.290	4.120	2.065	315	21.352
		CU l/seg/Há	0.18	0.63	1.09	1.70	1.97	1.70	0.77	0.12	1.02
	2	TP m3/Há	339	1.222	2.091	3.310	3.944	3.070	1.526	230	15.805
		CU l/seg/Há	0.13	0.45	0.80	1.26	1.47	1.27	0.57	0.09	0.76
Z A - 2	3	TP m3/Há	259	955	1.655	2.618	3.145	2.446	1.211	180	12.543
		CU l/seg/Há	0.09	0.36	0.64	1.00	1.17	1.01	0.45	0.07	0.60
	4	TP m3/Há	227	821	1.399	2.258	2.632	2.049	1.020	154	10.563
		CU l/seg/Há	0.08	0.31	0.54	0.84	0.98	0.85	0.38	0.06	0.50

SECTOR	Nivel de		S	O	N	D	E	F	M	A	TOTAL
	Efic.										
T I - 1	1	TP m3/Há	818	1.679	3.176	4.576	5.175	4.246	2.716	750	23.139
		CU l/seg/Há	0.31	0.62	1.22	1.70	1.93	1.75	1.01	0.29	1.11
	2	TP m3/Há	593	1.214	2.318	3.358	3.813	3.125	1.987	543	16.955
		CU l/seg/Há	0.23	0.45	0.89	1.24	1.42	1.29	0.74	0.21	0.81
	3	TP m3/Há	452	950	1.826	2.644	3.021	2.474	1.567	426	13.373
		CU l/seg/Há	0.17	0.35	0.70	0.99	1.12	1.02	0.58	0.16	0.64
	4	TP m3/Há	398	815	1.553	2.248	2.551	2.091	1.331	364	11.354
		CU l/seg/Há	0.15	0.30	0.60	0.84	0.95	0.86	0.49	0.14	0.54
T I - 2	1	TP m3/Há	926	1.683	3.250	4.615	5.252	4.363	2.970	877	23.940
		CU l/seg/Há	0.38	0.63	1.25	1.72	1.96	1.80	1.10	0.33	1.15
	2	TP m3/Há	670	1.217	2.366	3.375	3.854	3.198	2.167	633	17.484
		CU l/seg/Há	0.26	0.45	0.91	1.26	1.43	1.32	0.80	0.24	0.84
	3	TP m3/Há	513	953	1.861	2.661	3.046	2.526	1.706	495	13.765
		CU l/seg/Há	0.20	0.35	0.72	0.99	1.13	1.04	0.63	0.19	0.66
	4	TP m3/Há	450	817	1.586	2.261	2.580	2.141	1.452	425	11.716
		CU l/seg/Há	0.17	0.30	0.61	0.84	0.90	0.88	0.54	0.16	0.56
TOTAL	1	TP m3/Há	714	1.654	3.058	4.542	5.191	4.209	2.527	637	22.536
		CU l/seg/Há	0.27	0.62	1.18	1.69	1.94	1.74	0.94	0.24	1.08
	2	TP m3/Há	618	1.196	2.238	3.347	3.841	3.111	1.856	463	16.574
		CU l/seg/Há	0.20	0.45	0.86	1.25	1.43	1.28	0.69	0.18	0.80
	3	TP m3/Há	393	937	1.766	2.650	3.050	2.469	1.467	363	13.099
		CU l/seg/Há	0.15	0.35	0.68	0.99	1.14	1.02	0.55	0.14	0.63
	4	TP m3/Há	347	803	1.499	2.239	2.567	2.080	1.242	310	11.091
		CU l/seg/Há	0.13	0.30	0.58	0.83	0.96	0.86	0.46	0.12	0.53

-461-

6. DEMANDAS TOTALES DE AGUA PARA RIEGO

6. Demandas totales de agua para riego

La determinación de las demandas totales de agua de cada sector considerando tanto la situación actual como la recomendada futura, se ha efectuado considerando las siguientes tasas de riego a nivel predial :

- Situación actual del riego : se consideran las condiciones actuales de uso de la tierra, estimándose para el presente una eficiencia de riego a nivel predial de 0,30. En el cuadro Nº 30 anterior se han calculado estas tasas de riego a nivel predial como promedios para cada sector.
- Situación futura recomendada : se consideran las condiciones de uso recomendado para la tierra estimándose una eficiencia de riego a nivel predial de 0,50. En el cuadro Nº 42 anterior se han calculado estas tasas de riego a nivel predial como promedios para cada sector.

Las tasas de riego a nivel predial calculadas anteriormente con eficiencias de riego de 0,60, se consideran como una situación óptima futura que no se alcanzaría durante el plazo del presente proyecto. Las tasas de riego calculadas con eficiencia de 0,40 corresponderían a una situación intermedia entre la actual y la futura recomendada.

Para la determinación de las demandas de riego de los sectores CV1 (área de riego Embalse Convento Viejo) y TI3 (área de riego de la parte baja del río Tinguiririca), se han considerado tasas de riego a nivel predial similares al promedio de las correspondientes a los sectores TI1 y TI2 (zona alta y media del río Tinguiririca).

Las tasas de riego a nivel predial calculadas en los capítulos anteriores indican las necesidades de agua a partir del mes de Septiembre y hasta el mes de Abril inclusive. Para los meses de Mayo, Junio, Julio y Agosto se ha agregado una demanda base para cada mes estimada en un 1,3% de la demanda total del año.

De acuerdo con estos antecedentes sobre tasas de riego a nivel predial, las superficies de riego de cada sector y estimando en un 10% las pérdidas por concepto de conducción, en los cuadros N^o 43 correspondiente a la Situación Actual y N^o 44 correspondiente a la Situación Futura Recomendada, se han calculado las tasas brutas de riego, a nivel de bocatoma de canales, para cada sector. Estas tasas brutas corresponderían a las demandas de agua de cada sector por hectárea de riego, si no se tuviera en cuenta el reuso de las aguas que por efecto de las recuperaciones del riego tiene lugar dentro de cada sector individual. En el informe denominado "Análisis de Recuperaciones Hoya Río Rapel", se han definido las denominadas tasas equivalentes de riego a nivel de bocatoma de canales para cada sector, las que consultan una reducción de las tasas brutas para tener en cuenta el reuso de las aguas que tiene lugar en cada sector. En los mismos Cuadros N^o 43 y 44 se indican las tasas equivalentes para cada sector, las que se han calculado de acuerdo con la metodología expuesta en el informe referido sobre recuperaciones. El cálculo de estas tasas equivalentes ha sido efectuado mediante el modelo de simulación realizado para la cuenca.

La distribución mensual de las tasas de riego, incluyendo el consumo base referido para los meses de invierno, es la siguiente :

	Situación Actual	Situación Futura
Septiembre	3,0 %	2,9 %
Octubre	8,0 %	6,9 %
Noviembre	14,0 %	12,9 %
Diciembre	20,0 %	19,3 %
Enero	21,0 %	22,1 %
Febrero	17,5 %	17,8 %
Marzo	9,0 %	10,5 %
Abril	2,3 %	2,5 %
Mayo	1,3 %	1,3 %
Junio	1,3 %	1,3 %
Julio	1,3 %	1,3 %
Agosto	1,3 %	1,3 %

C U A D R O N^o 43

SITUACION ACTUAL

Sector (*)	Tasas Prediales Inc. Pérdidas en Conducción (m ³ /hás . año)	Tasas Equivalentes (m ³ /hás . año)	Superficie de Riego (Hás.)	Demandas Anuales (m ³ /año) (x 10 ⁶)
CA1	23281	21690	39490	856.5
CA2	24078	16480	33693	555.3
CA3	24689	15980	18196	290.8
CA4	23390	18080	32633	590.0
CL1	23851	20350	7771	158.1
CL2	23560	19020	6349	120.8
ZA1	23530	23030	2582	59.5
ZA2	23683	18320	9737	178.4
TI1	23429	19050	15299	291.4
TI2	23577	15940	28518	454.6
TI3	23507	16960	21603	366.4
CV1	23507	15900	38429	611.0
			254300	4532.8

(*) Los sectores corresponden a las áreas de riego en que se ha subdividido la cuenca de acuerdo con las definiciones dadas en el estudio "Análisis de las Recuperaciones. Hoya Río Rapel".

C U A D R O N o 44
=====

SITUACION RECOMENDADA A FUTURO

Sector	Tasas Prediales Inc. Pérdidas en Conducción (m3/hás . año)	Tasas Equivalentes (m3/hás . año)	(1) Superficie de Riego (Hás.)	Demandas Anuales (m3/año) (x 10 ⁶)
CA1	15215	14180	39680	562.7
CA2	15547	12900	33968	438.2
CA3	15376	12590	18761	236.2
CA4	15446	12350	33001	407.6
CL1	14282	12180	7844	95.5
CL2	13495	12110	6400	77.5
ZA1	14607	14300	2589	37.0
ZA2	14706	12130	12569	152.5
TI1	15687	12760	15409	196.6
TI2	16145	12670	25638	324.8
TI3	15919	12750	21821	278.2
CV1	15919	13250	89712	1188.7
T o t a l			307392	3995.5

(1) La diferencia de las superficies de riego en la situación recomendada y la situación actual, se deben a que se han considerado diferentes distribuciones de cultivos, eliminando las zonas de bosques en la situación recomendada a futuro.

Además, en el sector ZA2 se ha agregado el área regada por los tranques Idahue, Millahue y Las Pataguas; en el sector TI2 se ha descontado el área inundada por el Embalse Convento Viejo y en el sector CV1 se ha agregado el área de nuevo riego que contempla el proyecto Convento Viejo.

A N E X O S - A y B

A N E X O - A

Antecedentes Fenológicos

CULTIVO	Fecha de Siembra	Duración del ciclo Vegetativo
Trigo	15 Junio	180 días
Maíz	15 Oct.	150 días
Frejol	1 ^o Nov.	120 días
Tomate	15 Oct.	150 días
Cebolla	15 Oct.	120 días
Arroz	15 Oct.	165 días
Remolacha	30 Agosto	210 días
Maravilla	15 Oct.	150 días
Papas	1 ^o Nov.	135 días
Frutales hoja caduca	Permanente	
Frutales hoja persistente	Permanente	
Viñas	Permanente	
Alfalfa y Trébol Rosado	Permanente	

A N E X O - B

Fórmulas Utilizadas en el cálculo de Evapotranspiración

1. Método de Pruitt

$$E_{Tr} = K_c \cdot E_{To}$$

1.1 Radiación

$$E_{To} = a + b \cdot W \cdot R_s$$

E_{To} = Evapotranspiración de referencia (potencial) (mm/día)

a = coeficiente igual a - 0,30

b = coeficiente dependiente de la humedad relativa media y velocidad del viento

W = coeficiente de ponderación dependiente de la temperatura y altitud

R_s = Radiación solar expresada en evaporación equivalente (mm/día).

Si no se cuenta con información de radiación solar, se puede aplicar la siguiente ecuación en el cálculo de R_s .

$$R_s = (0,25 + 0,5 \cdot n/N) \cdot R_a$$

- Rs = Radiación solar expresada en evaporación equivalente (mm/día)
- n/N = Relación entre horas de sol medidas y horas de sol máximas potenciales
- Ra = Radiación extraterrestre expresada en evaporación equivalente (mm/día)

1.2 Pennam modificado

$$ETo = WRn + (1 - W) f(u) (ea - ed)$$

- ETo = Evapotranspiración de referencia (potencial) expresada en evaporación equivalente en (mm/día)
- W = Coeficiente de ponderación dependiente de la temperatura
- Rn = Radiación neta expresada en evaporación equivalente (mm/día)
- f(u) = Función dependiente de la velocidad del viento
- ea-ed = Diferencia entre la presión de saturación de vapor a temperatura media y la presión de vapor media medida (mbar)

El valor de f(u) se obtiene de la siguiente relación :

$$f(u) = 0,27 \left(1 + \frac{U2}{100} \right)$$

En donde :

U2 = Velocidad del viento a 2 metros de altura.

La radiación neta (R_n) se obtiene a partir de la radiación neta de onda corta : (R_{ns}) y onda larga (R_{nl})

$$R_n = R_{ns} - R_{nl}$$

A su vez la radiación neta de onda corta se determina según la siguiente relación :

$$R_{ns} = (1-\mathcal{L}) (0,25 + 0,5 n/N) R_a$$

En donde :

- R_{ns} = Radiación extraterrestre de onda corta expresada en evaporación equivalente (mm/ día).
- R_a = Radiación extraterrestre expresada en evaporación equivalente (mm/día)
- \mathcal{L} = Coeficiente de reflexión dependiente del cultivo
- n/N = Relación entre horas de sol medidas y horas de sol potencial máximas.

Por último, la relación neta de onda larga se obtiene de la expresión que se indica :

$$R_{nl} = f(t) f(ed) f(n/N)$$

En donde :

- R_{nl} = Radiación neta de onda larga expresada en evaporación equivalente en (mm/día)
- $f(t)$ = Función de la temperatura media
- $f(ed)$ = Función de la presión de vapor media
- $f(n/N)$ = Función de la relación entre horas de sol medidas y horas

de sol potenciales máximas.

2. Método de Tosso

$$ET = K \cdot EV$$

ET = Evapotranspiración estimada (mm/día)

K = Coeficiente del cultivo, obtenido experimentalmente

EV = Evaporación de bandeja clase A (mm/día)

En relación a la evaporación de bandeja, EV, To sso propuso una fórmula a través de la cual ella puede ser estimada. Dicha fórmula está basada en antecedentes climáticos obtenidos en el país. No fue necesaria su utilización en el presente trabajo.

B I B L I O G R A F I A

- DIRECCION DE RIEGO-UNIVERSIDAD CATOLICA DE CHILE. Estudio de tecnificación de Riego del Valle Río Claro de Rengo. 1976.
- IPLA-DGA. Estudio Agronómico Proyecto Maipo. 1975.
- PRUITT. Crop Water Requirement. FAO, Irrigation and Drainage paper Nº 24. 1976.
- TOSSO, JUAN y NORBERT FRITSCH. ¿ Se puede mejorar el riego por tendido?. Investigación y Progreso Agrícola. 1969.
- VALENZUELA Y PEÑA. Eficiencia de Utilización del Agua de Riego en el Departamento de Chillán. Facultad de Agronomía, Universidad de Concepción, Boletín Técnico Nº 8.
- VEGA y VELASQUEZ. Balance Hídrico de un Predio de la Comuna de Pirque. Facultad de Agronomía, Universidad de Chile. Tesis de Grado. 1975.

=====