

Documentos de Trabajo

PROYECTO MAIPO

INFORME INTERMEDIO

L924P  
2536  
C.1

DEPARTAMENTO DE ESTUDIOS  
**DIRECCION DE RIEGO**

DIRECCION GENERAL DE OBRAS PUBLICAS  
MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS Y TRANSPORTES

CHILE

L 924p  
2536  
C. A

# INTRODUCCION

El Código de Aguas de la República de Chile, artículos 13, 13B y 14 Transitorio, establece que, a la actual Dirección de Riego, le corresponde en forma exclusiva la planificación, estudio, proyecto, construcción y explotación de las obras de riego y donación de terrenos agrícolas que se ejecuten con fondos fiscales.

## PROYECTO MAIPO

### INFORME INTERMEDIO

El estudio de la Dirección de Riego, ha estudiado, hasta el momento, que demandan el Proyecto Maipo, que se refiere al riego, mejor y mejorado, de terrenos agrícolas del valle de Santiago, y zonas adyacentes, en un total de 290.000 hectáreas.

### - INDICE PAG. 54 -

Este estudio fué realizado por la Comisión Proyecto Maipo, integrada por el Ing. Boris Loyola Bravo, Jefe del Proyecto, y los Ingenieros José F. Miñano C. y Fernando Dávila I., con la supervisión del Ing. Ricardo Edwards Gana Jefe de Estudios de la Dirección de Riego.

2536

Gran parte de estos datos fueron recopilados,

SANTIAGO DE CHILE, Abril de 1974

## I N T R O D U C C I O N

El Código de Aguas de la República de Chile, artículos N°s 301, y 14 Transitorio, estipula que, a la actual Dirección de Riego: " le corresponderá en forma exclusiva la planificación, estudio, proyecto, construcción y explotación de las obras de riego y drenaje de terrenos agrícolas que se ejecuten con fondos fiscales."

El Departamento de Estudios de la Dirección de Riego, ha trabajado, desde hace tiempo, en lo que denominó "PROYECTO MAIPO," que se refiere al regadío, nuevo y mejorado, de terrenos agrícolas del Valle de Santiago, y zonas adyacentes, en un total de 260.000 hectáreas.-

Demás estaría recalcar la importancia de la planificación del riego, en una extensión de tal magnitud y ubicación.

El presente Informe Intermedio resume la parte más substancial del trabajo de varios años del Departamento de Estudios de la Dirección de Riego, en este complejo problema; tiempo que podría contarse en decenios si se cuenta el que debió emplearse en la observación, registro, recopilación y procesamiento de los datos hidrológicos y de los antecedentes topográficos, agrológicos y geológicos que requiere el Proyecto.

Gran parte de estos datos fueron recopilados, básicamente en la misma Dirección de Riego, en el Estudio confeccionado,

para ésta, por "RENDEL PALMER Y TRITTON" en Julio de 1970. En general no repetimos aquí lo ya recopilado en el voluminoso informe R.P.T. (280 págs, 45 planos, 200 tablas). No incluimos tampoco estudios preliminares de alternativas no adoptadas en nuestro Esquema.

La planificación del riego en la Cuenca del Maipo, que presentamos, parte de algunos conceptos fundamentales, que exponemos a continuación :

En primer lugar él de abastecer y asegurar a futuro las crecientes necesidades de agua de uso doméstico e industrial del Gran Santiago.

En este aspecto, de uso múltiple, podría pensarse en la consideración de alternativas y en la planificación del recurso agua, como tal. Sin embargo pensamos que la alternativa agua de riego-agua potable es más teórica que real, ya que el uso de esta última es tan prioritario que no hay alternativa, sino considerar su cuantía y distribución, a futuro, en acuerdo interdisciplinario y razonado con los Organismos responsables del abastecimiento del agua potable a la población, para hacer la reserva correspondiente. Al mismo tiempo habrá que respetar, forzosamente, la demanda de agua potable en los estudios de la operación riego y estudiar el aprovechamiento de las aguas servidas. Así entonces, en la práctica, la planificación del recurso agua no es otra cosa que la planificación del Riego.

### III

En este caso hemos tomado la mejor información disponible a la fecha de los estudios. Se ha tratado este tema con el Departamento de Estudios de la Empresa de Agua Potable de Santiago. Por último se han adoptado demandas que tienen la suficiente holgura como para que diferencias marginales no afecten al Sistema propuesto, tanto más cuanto que los volúmenes de agua para riego son muy superiores a los del agua potable y, además, estos últimos, vuelven en gran parte al sistema en forma de aguas servidas, aprovechables para riego en las condiciones que en el texto se indican.

Otro concepto fundamental que anima este estudio es el de reconocer que los recursos y el financiamiento de que puede disponer el país, para estos fines, son limitados, dada la magnitud del Proyecto y su costo, aunque éste sea rentable y por otros conceptos, indispensable. Por esta razón se propone una solución, por etapas, a lo largo de un período de 25 años.

Por último, y teniendo presente que el factor limitante en esta materia es la escasez del recurso agua, para las necesidades de la zona, se propone un Esquema de Solución que contempla la recirculación del agua, de manera que se optimice su aprovechamiento y que contempla su empleo de acuerdo a las características de calidad del agua, que cada uso particular exige, y a la topografía de la región.

Tomando en cuenta todo lo anterior el presente Informe Intermedio identifica, en cantidad y calidad, los suelos que se pueden regar, o mejorar, en cada zona y establece sus necesidades de agua.

Por otra parte estudia los recursos naturales de agua con que se cuenta para satisfacer las demandas mencionadas, con las fuentes principales de la extensa Cuenca del Maipo. Con la cuantificación de estos recursos se estudia la Regulación de los mismos, de manera de entregar, a cada uso, la cuota justa en el momento oportuno.

Todo lo anterior se integra enseguida en un Esquema de Solución, que contempla los Embalses y Canales apropiados, dimensionados hidrológicamente en la Regulación mencionada, para su conducción regulada a las zonas de uso, y toma en cuenta, también, los retornos de agua y su re-uso. Los Embalses y Canales que se mencionan fueron identificados y nominados originariamente por el Departamento de Estudios de la Dirección de Riego.

Se propone finalmente un itinerario de construcción que toma en cuenta las modificaciones y retornos de agua que cada obra del itinerario impone, y a su vez ofrece, a la siguiente. Esto permite que la demanda y oferta de aguas vayan equilibradas en un proceso que es creciente con el tiempo.

El presente Informe Intermedio constituye básicamente un estudio de la factibilidad hidrológica de que, con el Esquema

de Solución e Itinerario mencionados se puedan satisfacer, con grados de seguridad determinados, las necesidades anotadas, con las inevitables limitaciones que imponen el régimen hidrológico, tan irregular, de las fuentes naturales de la cuenca y la difícil topografía de la región.

Se agrega además información muy preliminar sobre estimación de costos y beneficios, adaptada del Estudio R.P.T.

Queda por determinar la factibilidad física y económica de las alternativas y soluciones que se proponen. En este aspecto algo se ha iniciado, pero queda mucho por hacer. A esta fecha, y después de haber terminado un Proyecto, e iniciado trazados de anteproyectos que se mencionan en el texto, la "Comisión Proyecto Maipo" ha quedado en virtual receso, por renuncia al Servicio de la mayor parte de sus integrantes. En anexo de este Informe se propone un programa de trabajo en esta materia, su costo y necesidades, las que, por cierto, deben ser superiores a las muy limitadas con las que se ha contado para hacer este Trabajo.-

Pensamos que no se justifica seguir planificando mientras no se terminen las investigaciones de factibilidad física y comparación económica de las alternativas del Sistema.

Con el título "LA PLANIFICACION DE LOS RECURSOS DE AGUA PARA REGADIO DE LA CUENCA DEL RIO MAIPO", los conceptos y soluciones básicas del presente Informe fueron presentados, por el Departa-

mento de Estudios de la Dirección de Riego, al Seminario sobre "LA PLANIFICACION DE LOS RECURSOS HIDRAULICOS EN CHILE", organizado por el Centro de Planeamiento, Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas de la Universidad de Chile, en Mayo de 1973.

Posteriormente se enviaron copias de este Trabajo a los representantes de todos los sectores más directamente interesados en esta materia: Sector Agrícola, Habitacional, de Energía, etc., tanto públicos como privados, para su confrontamiento interdisciplinario y formulación de observaciones. Las que se hicieron, en forma responsable y oportuna, han sido tomadas en cuenta en el presente Informe Intermedio.

Tenemos la convicción de que constituye una responsabilidad de la actual generación de chilenos el iniciar oportunamente, esto es ahora, una acción concreta para resolver el problema de la creciente escasez y deterioro del uso del agua en el Valle de Santiago, que afecta a sus habitantes en forma cada vez más próxima; y también la de iniciar una acción definitiva para aprovechar los recursos naturales de agua y suelos, para la producción de alimentos, en la más importante zona agrícola del país y donde se encuentra la mayor concentración poblacional e industrial de la Nación.

Conclusiones: Pág. 51  
Indice : Pág. 54



## I. ZONA DEL PROYECTO.

La zona que nos ocupa está comprendida entre las latitudes  $32^{\circ} 50'$  y  $34^{\circ}$  Sur y abarca una extensión de unos  $15.000 \text{ Km}^2$ . (Ver figura 1). En esta zona se encuentra el valle de Santiago, agrícola<sup>mente</sup> el más importante del país y, por supuesto, la Capital de Chile, en la que habita algo más de un tercio de su población. La Ciudad de Santiago es, con mucho, el mayor centro poblacional, industrial y comercial y el mayor consumidor de bienes y servicios de todo el país y es, por lo tanto, el mayor usuario de agua de uso doméstico. No necesitamos insistir en la importancia que reviste la planificación del recurso agua, en esta zona.

La mayor parte del Valle de Santiago está comprendida entre las isoyetas de 300 y 400 mm, lluvia que cae toda en invierno. Se comprende entonces que no hay posibilidad de agricultura de secano de alguna eficiencia.

Los suelos actual o potencialmente regables alcanzan a unas 260.000 Hás, cuya clasificación según IREN es la siguiente: clases I, II, III y IV: 10, 38, 36 y 12%, respectivamente; el 4% restante está constituido por suelos pantanosos y salinos.

## II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA. DEMANDAS.

Lo que determina la importancia del problema que abordamos es, por cierto, la magnitud poblacional de la ciudad de Santiago; la importancia de la zona agrícola que la rodea y, desde luego, la magnitud del crecimiento demográfico, muy superior al de todo el resto del país.

(1) La referencia A-1, A-2, etc. significa: Ver Anexo N° 1, N°2. etc.

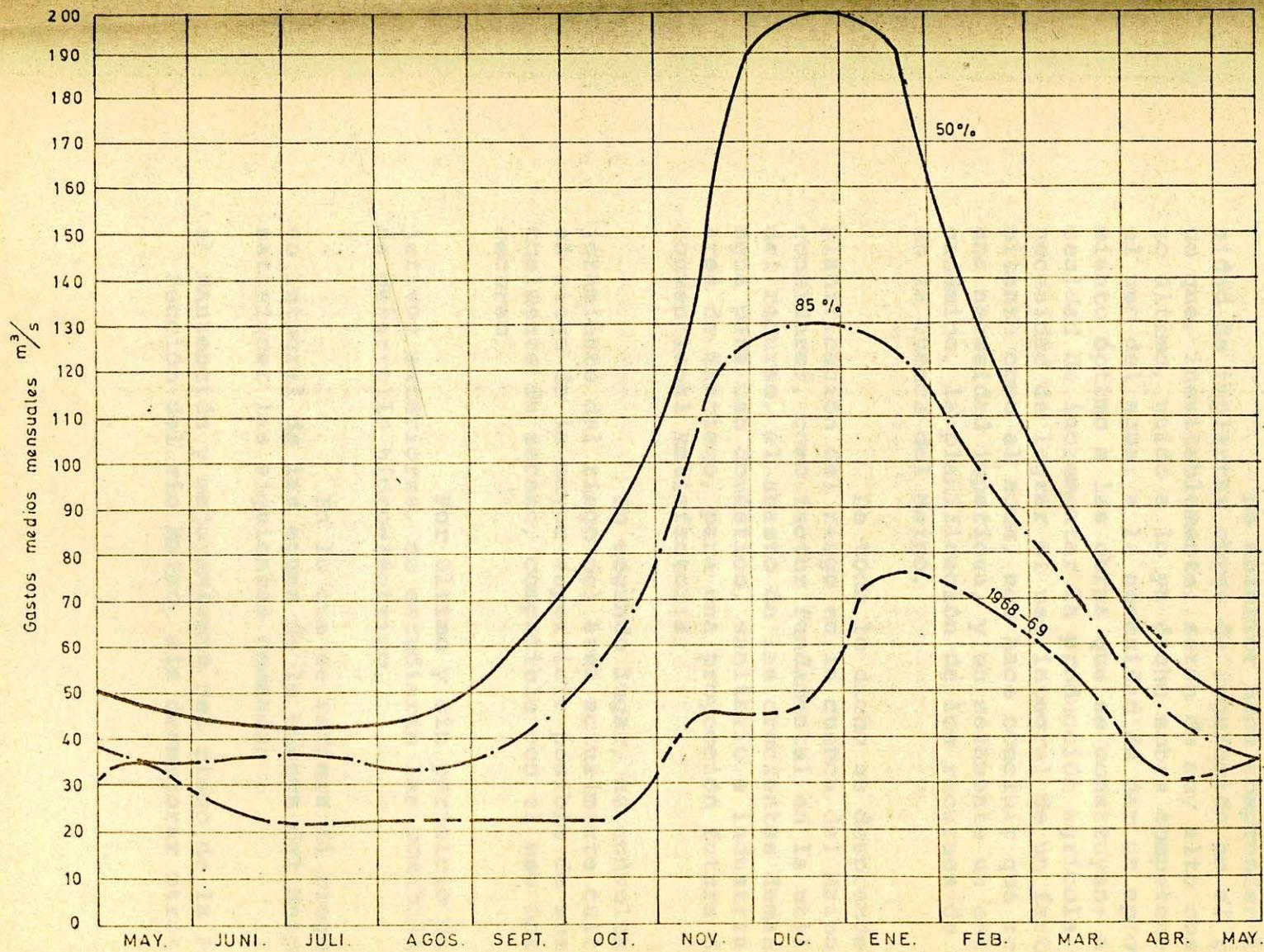
A comienzos de la década del 40 podía decirse que había un cierto equilibrio entre abastecimiento y consumo de agua para las instalaciones, usos y costumbres de esa época. Pero ya en 1946 debió extraerse agua del río Maipo para cubrir el incremento del consumo de la ciudad (Planta Las Viscachas); en 1969 debió aumentarse esta extracción con la construcción de Viscachitas, de manera que actualmente se extrae del río Maipo unos 220 millones de metros cúbicos anuales de agua para dichos fines.

Naturalmente, estas extracciones tienen repercusión en las disponibilidades de agua para otros usos, fundamentalmente el riego de las partes alta y media del Valle de Santiago. Para compensar este efecto la Dirección de Riego construyó el Embalse de El Yeso, que entró en servicio en 1967. El río Yeso aporta solamente un 10% del caudal del río Maipo.

El incremento poblacional, que en los últimos años asume los caracteres de una "explosión demográfica", incrementa con igual impacto las demandas de agua en todos sus aspectos: para uso doméstico e industrial y para producir los alimentos que necesita tan ingente población. De continuar las tendencias poblacionales actuales, la población de Santiago hacia el año 2000 fluctuará entre 6 y 7 millones de habitantes, con una demanda anual de agua potable de 700 millones de metros cúbicos, provenientes en un 90% del río Maipo, única fuente capaz de entregar tales volúmenes.

No menos importante habrá de ser el incremento en el consumo de productos agrícolas que, a su vez, implica un consumo de agua todavía mayor, por habitante, que el del rubro anterior.

Es importante el efecto que tiene la extracción de agua para uso doméstico en el abastecimiento de agua para uso agrícola. Hacia el año 2000 el agua potable estará extrayendo 20 m<sup>3</sup>/s en un mes crítico de siembra, como Octubre ( ver figura 2). En un río Maipo sin regular, esto implica dejar fuera de



Maipo en la Obra 1913 - 66

Curva de frecuencias de caudales

Fig. 2

riego 25.000 Hás de la Primera Sección, en un año de seguridad 85%. En efecto, el caudal del río es  $59 \text{ m}^3/\text{s}$ , la demanda de riego  $53 \text{ m}^3/\text{s}$  y el déficit  $14 \text{ m}^3/\text{s}$ . si restamos la demanda de agua potable. Como la tasa de riego de Octubre es de  $0,57 \text{ l/s/Há}$ , faltaría agua para regar unas 25.000 Hás.

Lo anterior hace comprender la necesidad de implantar obras de regulación en el río Maipo que, inevitablemente, serán de muy alto costo. Esto último, unido a lo ya dicho sobre competencia en el uso del agua; a la necesidad de dar un aprovechamiento óptimo a las obras que se construyan; a la necesidad de incrementar la producción agrícola y a la necesidad de lograr el uso integral de un factor limitante como el agua, nos hace concluir que resulta una necesidad imperiosa, y no solamente un estudio académico, la planificación de los recursos de agua en la cuenca del Maipo.

De todo lo dicho se desprende que la planificación del riego en la cuenca del Maipo debe considerar, como factor fundamental en la utilización del recurso, el abasto de las crecientes demandas de agua para uso doméstico, sanitario e industrial en el área de Santiago, para una proyección futura de fecha convencional satisfactoria.

En segundo lugar, se consulta el mejoramiento del riego del área actualmente cultivada y el riego de la mayor superficie posible de suelos actualmente de secano, compatible con el uso óptimo del recurso.

Por último y sin perjuicio de los objetivos anteriores, se estudiarán las posibilidades de desarrollo hidroeléctrico.

En lo que se refiere al riego, el uso integral de las aguas de la cuenca del Maipo debe satisfacer las siguientes demandas :

- a) Mantenición y mejoramiento del riego de la Primera Sección del río Maipo, sin desmejorar otros usos.

A - 4

La primera sección del río Maipo está constituida por áreas regadas en 24 de las 32 comunas que abarca el proyecto, con un total de 108.000 Hás. actuales. Hacia el año 2000 la extensión del área urbana habrá restado una superficie de 15.000 Hás. a la agricultura de riego. Cabe hacer notar que la cifra indicada supone una política de limitación de la extensión del área urbana en suelos de riego. La ocupación actual progresa a razón de 1.000 Hás. por año.

- b) Riego en la zona Norte de Santiago, en terrenos de semisecano y secano de las Comunas de Colina, Tiltil, Lampa, Renca, Barrancas y Quilicura, con un total de 31.800 Hás. En esta zona se encuentran, además 8.400 Hás. de suelos salinos y 2.200 Hás. de suelos pantanosos. Se está iniciando el estudio de la habilitación de estos suelos, lo que determinará la cifra total que puede regarse en el Norte de Santiago.

Las demandas indicadas en los puntos anteriores, así como el abastecimiento de agua potable de Santiago, deberán satisfacerse con recursos de primeras aguas del río Maipo.

- c) Riego de la zona Curacaví-María Pinto-Casablanca, con 35.300 Hás. Parte de esta zona es regada actualmente por el canal Las Mercedes.
- d) Riego de la zona de El Yali - Alhué, con 24.200 Hás. Esta zona se encuentra en el departamento de Melipilla, Comunas de San Pedro y Alhué.

Las demandas de los dos puntos anteriores deberán satisfacerse principalmente con los recursos de las partes bajas de los ríos Mapocho y Maipo, respectivamente, entre los cuales habrá que contar con los retornos del riego de las partes altas y con los aportes del alcantarillado de Santiago.

- e) Mantenimiento de las áreas regadas en las secciones bajas del río Maipo.

///.

f) Mantenimiento de las áreas regadas en las secciones bajas del río Mapocho.

Estas dos últimas demandas se encuentran, en su mayor parte, más que satisfechas con sus recursos actuales. Estos provienen básicamente de afloramientos y retornos del riego. La racionalización del uso del agua permitirá liberar recursos para el riego de otras zonas.

Anotamos un cuadro resumen de las demandas estimadas que requieren los diferentes usos. Las demandas de agua potable son las que se han estimado para el año 2000. Las cifras se expresan en millones de metros cúbicos anuales.

Ver V

Agua Potable al Maipo	640
Riego 1ª sección Maipo	1.380
Riego Santiago Norte	420
Agua Potable al Mapocho	50
Riego 1ª sección Mapocho	30
Riego Curacaví-María Pinto-Casablanca	570
Riego zona baja Maipo - Mapocho	880
Riego Yali - Alhué	350
Reserva para riego de Ba-tuco, pérdidas y, ocasionalmente, lavado de alcan-tarillado	70

### III. RECURSOS HIDROLOGICOS.

El curso de agua dominante, que da su nombre a la cuenca, es el río Maipo, que nace en la zona de mayores alturas de toda la Cordillera de

Los Andes, con una glaciación importante y una nivación estacional considerable, factores determinantes de las características hidrológicas del río.

El Maipo tiene grandes variaciones de caudal de un año a otro, de un mes a otro y aún de una a otra hora del día. Los caudales medios mensuales máximos han llegado a ser del orden de los 500 m<sup>3</sup>/s, en tanto que el medio mensual mínimo en la temporada de riego alcanzó a sólo 21 m<sup>3</sup>/s durante la última sequía, con un gasto mínimo por cierto menor

A - 5

El escurrrimiento anual para el año 50%, medido en La Obra, a la salida al valle, es de 2.700 millones de metros cúbicos. En un año de probabilidad 85%, el escurrrimiento anual alcanza a 2.365 millones de metros cúbicos. En la figura 2 aparecen los caudales medios mensuales calculados mes a mes, para las probabilidades 50% y 85%, y para el año 1968/69.

El destino indicado para las aguas del Maipo a su salida al valle es, desde luego, el agua potable para Santiago, el riego de la Primera Sección del Maipo y el de Santiago Norte.

El río Mapocho, tributario del Maipo, tiene un escurrrimiento propio mucho menos importante que éste, ya que alcanza sólo a 107 millones de metros cúbicos en un año 85%. Las aguas del curso superior de este río se agotan con las extracciones de varias plantas de agua potable y con el riego de unas 2.000 Hás. de suelos.

Otra fuente importante de recursos de agua de la cuenca del Maipo la constituyen los aportes de la hoya intermedia, correspondiente al Valle Central. Estos se encuentran como aguas subterráneas, saturando parte del relleno cuaternario del valle, y como aguas superficiales que se colectan en el curso inferior del río Mapocho y en los cursos medio e inferior del Maipo. Existen tres fuentes de origen para estas aguas de la hoya intermedia: la ll

A - 6

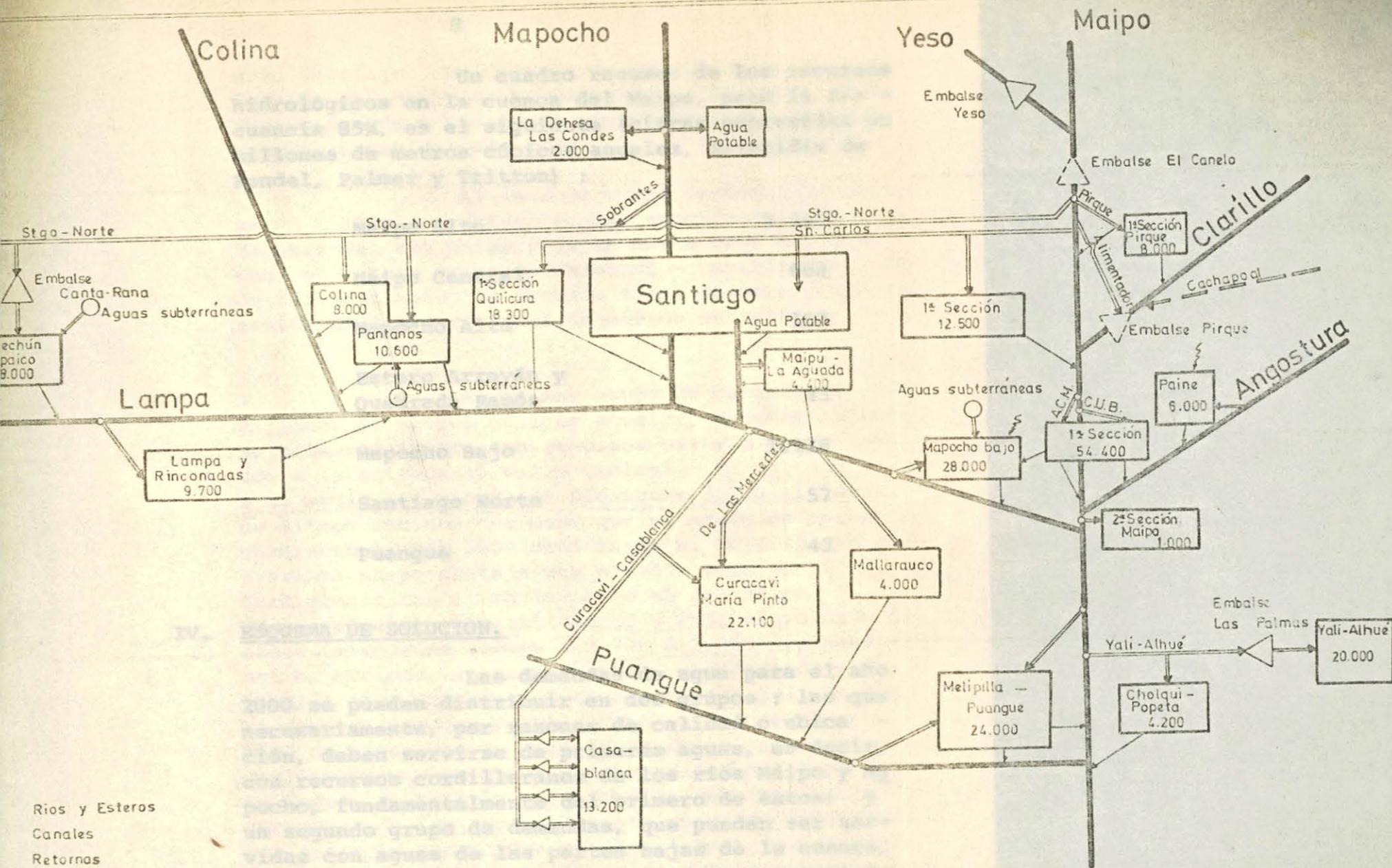
//.

via caída sobre el valle Central, los retornos de riego y las aguas servidas del Gran Santiago. Los sectores urbanos situados al norte del Mapocho desaguan sus emisarios directamente a este río a lo largo de su recorrido por la ciudad, y el resto de la población descarga al Zanjón de la Aguada, cuya confluencia con el Mapocho se ubica en las cercanías del Mineral de la Africana.

Los caudales de la hoya intermedia son crecientes con el tiempo, a medida que se amplían los servicios de agua potable de Santiago. La calidad de estas aguas es adecuada para la agricultura, salvo para el riego de hortalizas de hojas comestibles en estado crudo y de frutas que se producen a pequeña altura sobre el suelo; es evidentemente inadecuada para su uso como agua potable, salvo que se la corrija mediante tratamiento.

Otros tributarios al Maipo, como los esteros Lampa, Colina, Clarillo, Angostura y Puangue, tienen volúmenes de escurrimiento insignificantes, comparados con los anteriores, con el agravante de que su caudal disminuye prácticamente a cero al promediar el Verano. Estos esteros sirven necesidades locales, cuyo servicio puede mejorarse grandemente supliendo los períodos secos con aguas foráneas.

Las aguas subterráneas del Valle Central provienen de la percolación de las aguas lluvias y de riego y, en parte, de las infiltraciones en los lechos de los ríos. El agua subterránea es parcialmente utilizada, mediante pozos profundos, para riego y abastecimiento de agua potable. En algunos sectores, el agua subterránea ha sido sobre-explotada, como es el caso del centro de Santiago, en que las napas han descendido fuertemente en los últimos años. El resto de las aguas subterráneas aflora naturalmente hacia el curso inferior del río Mapocho y hacia el curso medio del río Maipo. El caudal de Verano de estos afloramientos es aprovechado para el riego por medio de diversos canales.



Ríos y Esteros  
 Canales  
 Retornos  
 Afloramientos  
 Zona y hectáreas regadas

Fig. 3

### Planificación Proyecto Maipo Esquema de solución

gran Santiago. Un cuadro resumen de los recursos hidrológicos en la cuenca del Maipo, para la frecuencia 85%, es el siguiente (cifras expresadas en millones de metros cúbicos anuales, obtenidas de Rendel, Palmer y Tritton) :

Maipo Alto	2.365
Maipo Central	668
Mapocho Alto	107
Estero Arrayán y Quebrada Ramón	43
Mapocho Bajo	1.116
Santiago Norte	57
Puangue	43

#### IV. ESQUEMA DE SOLUCION.

Las demandas de agua para el año 2000 se pueden distribuir en dos grupos : las que necesariamente, por razones de calidad o ubicación, deben servirse de primeras aguas, es decir, con recursos cordilleranos de los ríos Maipo y Mapocho, fundamentalmente del primero de éstos; y un segundo grupo de demandas, que pueden ser servidas con aguas de las partes bajas de la cuenca, cuya calidad es inferior por provenir en parte importante de retornos de aguas servidas o de riego.

Al primer grupo de demandas pertenece el abastecimiento de agua potable de Santiago, el riego de la Primera Sección del Maipo y de Santiago Norte y el eventual lavado de las redes de alcantarillado. El volumen total de las demandas de este grupo se ha estimado en 2.500 millones de metros cúbicos anuales, de los cuales 640 corresponden a la demanda de agua potable del

gran Santiago. La demanda de riego de la Primera Sección del Maipo se ha reducido en la cantidad correspondiente a las áreas agrícolas que serán urbanizadas antes del año 2000.

Al segundo grupo de demandas pertenecen : el riego actual de las secciones Segunda y Tercera del río Maipo y de la parte baja del Mapocho; el futuro riego de Curacaví - Casablanca y el de Yali - Alhué. La demanda anual de este grupo se avalúa en 1.800 millones de metros cúbicos.

El primer grupo de demandas (2.500 millones de metros cúbicos anuales) debe satisfacerse primordialmente con recursos del río Maipo, medidos a la entrada al Valle Central. El volumen anual medio del río Maipo alcanza a 3.200 millones de metros cúbicos, de modo que el grado de aprovechamiento al año 2000 alcanzaría al 80%, lo que representa un porcentaje muy elevado para un río de escurrimiento tan irregular como el del Maipo.

En los años de probabilidad 50 y 85%, el volumen de escurrimiento se reduce a 2.700 y 2.365 millones de metros cúbicos, respectivamente. La demanda anual resulta algo superior al escurrimiento del año 85%. La demanda de agua potable debe satisfacerse con 100% de seguridad y, para la de riego, se acepta corrientemente en Chile una seguridad del tipo 85%. Se deduce de aquí la necesidad de una regulación inter-anual de las aguas, que sea capaz de satisfacer con reservas acumuladas en años anteriores un volumen del orden de 150 millones de metros cúbicos.

El embalse del Yeso dispone de una capacidad de 250 millones de metros cúbicos y está localizado en un río que controla sólo una fracción de los recursos de la cuenca del Maipo. Esta característica, de gran capacidad en relación a sus recursos, lo hace especialmente adecuado para operar en forma inter-anual, pues es capaz de entregar en años secos un gran volumen de agua, que posteriormente es recuperado en uno o más años de abundancia.

Aparte de la regulación inter-anual, las aguas del río Maipo deben ser reguladas dentro del año, para compensar el desfase entre la oferta y la demanda. Durante el Invierno, prácticamente la única demanda corresponde al agua potable, que alcanza hacia el año 2000 a unos  $13 \text{ m}^3/\text{s}$  extraídos del río Maipo; el caudal mínimo del río en esa estación es de unos  $40 \text{ m}^3/\text{s}$ , quedando un sobrante que es necesario embalsar para las necesidades de Primavera, en que la relación entre oferta y demanda se invierte. En Verano y Otoño se repite una situación semejante. En los meses de Diciembre y Enero el fuerte deshielo produce un caudal que supera a la demanda, mientras hacia el Otoño, el caudal del río queda muy por debajo de ella.

Los estudios realizados permiten establecer que, para una regulación anual que satisfaga la demanda prevista para el año 2000, se necesita un volumen de 450 millones de metros cúbicos para un embalse frontal o 600 millones para un embalse lateral.

Se están estudiando dos alternativas para la regulación anual de cabeza del río Maipo: el embalse El Canelo, situado sobre el río, en la localidad del mismo nombre, unos 4 kilómetros aguas abajo de su confluencia con el Colorado; y el embalse de Pirque, sobre el estero Clarillo, embalse lateral que recibiría las aguas del Maipo a través de un corto canal alimentador.

El riego de la zona de Santiago Norte requiere la construcción de un canal de 130 km de longitud.

Este canal, que representa una fuerte inversión, debe diseñarse en la forma más económica posible, lo que se consigue proveyendo al sistema de una regulación de cola, de manera que el canal opere durante todo el año a plena capacidad.

Resulta que, para regar las 31.800 Hás. de Santiago Norte, basta con un canal de  $15 \text{ m}^3/\text{s}$ ,

siempre que se cuente con un embalse de cola de 150.000.000 m<sup>3</sup>.

A - 9

El embalse El Canelo tiene una capacidad útil máxima de 400 millones de metros cúbicos, con una altura de muro de 130 metros. La capacidad queda limitada a la cifra anterior para no inundar el pueblo de San José de Maipo.

La gran ventaja de la alternativa El Canelo reside en el hecho de regular la totalidad del caudal del Maipo y quedar aguas arriba de las captaciones para todos los usos actuales y potenciales del agua. En efecto, se encuentran aguas abajo de El Canelo las plantas de agua potable de Viscachas y Viscachitas; en el mismo sector deberán ubicarse las plantas destinadas al abastecimiento de las futuras demandas de Santiago. También se encuentran aguas abajo de El Canelo las bocatomas de los canales La Sirena o Pirque y San Carlos, al sur y al norte del río Maipo, respectivamente, que dominan las área de riego de la Primera Sección, junto con otros canales menores. Por último, el canal para el riego de Santiago Norte tendría su bocatoma aguas abajo de la presa de El Canelo.

A - 8

Otra ventaja de este embalse es su eventual aprovechamiento para generación de energía eléctrica. En efecto, la gran altura de presa, unida al hecho de que los 60 metros inferiores del embalse representan una capacidad muy pequeña (35 millones de m<sup>3</sup>), permite producir una caída interesante para la generación de energía. Otra ventaja para el aprovechamiento hidroeléctrico deriva de la necesidad de efectuar entregas de agua durante todo el año, pues aún en Invierno será necesario abastecer el consumo de agua potable y la alimentación del canal Santiago Norte, que en conjunto suman unos 30 m<sup>3</sup>/s. Una central eléctrica al pié de la presa se presentaría para una operación de punta para las demandas del Gran Santiago. En esta forma, la capacidad de la central alcanzaría a unos 150 MW. Lo anterior exige, naturalmente, la construcción de un contra-estaque, con capacidad del orden de 2 millones de metros

cúbicos, para re-regular los caudales. No existe desgraciadamente una localización adecuada para construir este contra-estanco a corta distancia de la presa principal, lo que encarecería el aprovechamiento hidroeléctrico.

Una ventaja adicional de la solución El Canelo, deriva de su ubicación aguas arriba de las plantas de agua potable, sería la pre-decantación de las aguas producida por el lago, lo que eventualmente reduciría los costos de tratamiento. Por último, este embalse permite regular las variaciones horarias del caudal del río, que son muy pronunciadas durante el deshielo primaveral.

La desventaja fundamental del Embalse El Canelo es su elevado costo. El emplazamiento de la obra es desfavorable desde el punto de vista topográfico, pues su relación agua: muro alcanza sólo a 24; es decir, que por cada metro cúbico de movimiento de tierra para la construcción de la presa, se embalsan 24 metros cúbicos de agua. Desde el punto de vista geológico, las condiciones tampoco pueden calificarse de favorables, en especial tratándose de una presa de gran altura. Existe, en efecto, hacia un costado del eje de la presa, un grueso relleno cuaternario y glacial, cuyas condiciones de permeabilidad aparecen dudosas. Otro factor de encarecimiento de esta solución proviene de la inundación de gran parte de la pintoresca y valiosa región del cajón del Maipo, donde se encuentran el acueducto de la laguna Negra, el ferrocarril al Volcán, la carretera pavimentada a San José de Maipo, líneas de alta tensión y gran cantidad de casas habitación y de veraneo. Un último inconveniente de la solución El Canelo es su capacidad, limitada a 400 millones de metros cúbicos, en circunstancias que la capacidad ideal de regulación sería, como ya se ha dicho, de 450 millones de metros cúbicos; esto obligaría a aumentar la capacidad de regulación de cola y la capacidad del canal Santiago Norte o sólo la de este último, aunque en mayor proporción.

A - 10

La otra alternativa consiste en un embalse lateral en la zona de Pirque, ubicado en la parte baja del estero Clarillo. La obra consiste fundamentalmente en un muro de tierra paralelo al curso del río Maipo, con una longitud de unos 4 kilómetros. Esta alternativa se basa en la alimentación del embalse a través de un canal desde el río Maipo y su utilización en el riego de la parte baja de la Primera Sección. Existen en la actualidad 55.000 Hás. cuyos canales de riego tienen sus bocatomas aguas abajo del desagüe de este embalse. Si estos suelos se riegan en épocas de escasez con los recursos almacenados en el embalse, las aguas así liberadas en la parte alta permiten satisfacer las necesidades del agua potable de Santiago y del riego de Santiago-Norte, siempre que se cuente para este último con una regulación de cola con capacidad del orden de 150 millones de metros cúbicos.

Teóricamente, el embalse de Pirque debería tener la misma capacidad que el de El Canelo (450 millones de  $m^3$ ); sin embargo no puede, como aquél, utilizar la totalidad de las crecidas, debido a que la capacidad del canal alimentador es necesariamente limitada, exige, por ejemplo un volumen de 600 millones de  $m^3$ , con un canal alimentador de 60  $m^3/s$ .

Lógicamente, el embalse de Pirque resulta de regulación inter-anual.

La seguridad de abastecimiento de las demandas resulta semejante a la obtenida con la alternativa Canelo, es decir, 100% para el abastecimiento del agua potable y 85% para el de riego.

La ventaja principal de la alternativa Pirque reside en su menor costo, pues su relación agua : muro es de 68, en lugar de 24 que es la de El Canelo. Sin embargo, es necesario definir su factibilidad física, pues aparentemente requerirá un costoso tratamiento de las fundaciones, ya que existe una gruesa sobre-carga de fluviales cuater

//.

narios bajo la traza de la presa. Las deseconomías provocadas por la inundación son de mucho menor trascendencia que en el caso de El Canelo, pues afecta exclusivamente a terrenos agrícolas.

El esquema de solución basado en el embalse Pirque no presenta la flexibilidad de operación que se consigue con un embalse frontal, que domine la totalidad de las captaciones de agua. Sin embargo, hay que reconocer que en los estudios de simulación practicados, la seguridad de ambas alternativas es equivalente.

La ubicación del embalse Pirque a una cota más baja presenta la ventaja de que, en un futuro, podrá operar como embalse de cola para regular las aguas que puedan conducirse desde el río Cachapual. En efecto, todos los análisis practicados hasta ahora se han basado en una proyección de las demandas hasta el año 2000. Es conveniente, aunque sea en carácter preliminar, prever la situación a más largo plazo. Hemos visto anteriormente que, con el sistema de embalses enunciados, se aprovecha un 80% del volumen medio anual del río, lo que representa una proporción muy alta para un río de las características del Maipo. Si se quisiera en el futuro aprovechar un porcentaje más elevado, sería necesaria la construcción de embalses de regulación inter-anual a largos períodos ( 5 a 10 años), lo que resultaría a un costo elevadísimo, dado que no existen lugares realmente adecuados. La solución a futuro, más allá del año 2000, será en consecuencia el trasvase de aguas desde la hoya del Rapel hacia la del Maipo. En ese caso, el embalse de Pirque deberá operar como regulación de cola, debiendo al mismo tiempo aumentarse los servicios que se alimenten desde sus válvulas. La Dirección de Riego ha visto la posibilidad de construir un canal de conexión desde el embalse Pirque hasta el Canal San Carlos en la zona de La Florida, con lo cual el área bajo el embalse aumenta de 55.000 a 80.000 Hás. Eventualmente sería posible también el aprovechamiento del embalse Pirque para agua potable, mediante elevación mecánica, o bien construyendo una planta espe -

cial para las partes bajas de Santiago.

Todo lo anterior demuestra la necesidad de estudiar la factibilidad física y económica de ambas alternativas de embalse, pues la información de que actualmente se dispone no es suficiente para tomar una decisión. Aparentemente, las ventajas de la alternativa Pirque son superiores, aunque queda por determinar su factibilidad física y geológica y el análisis de si el mayor costo de la solución Canelo se compensa con su aprovechamiento hidroeléctrico.

Para la regulación de cola se han analizado varias alternativas que presentan diferentes características físicas y diferentes superficies de riego bajo su influencia. A la vista de los antecedentes hasta ahora disponibles, la solución más adecuada sería el embalse denominado Canta-Rana, situado sobre un afluente del estero Chacabuco. Su principal ventaja reside en que el área de riego que denomina alcanza a unas 18.000 Hás., con lo cual se obtiene una solución flexible y que permite reducir a un mínimo la capacidad del canal Santiago Norte.

El segundo grupo de demandas, que se sirve con las aguas de los cursos inferiores de los ríos, consulta la permanencia en riego de 68.000 Hás., la incorporación de 24.000 Hás. nuevas en la zona de Curacaví y Casablanca, y el riego de 25.000 Hás. nuevas localizadas al Sur de la ciudad de Melipilla, en los valles de El Yali y Alhué.

El área de Curacaví y Casablanca debe analizarse en conjunto con 11.000 Hás. actualmente regadas en esa zona con recursos del río Mapocho y Zanjón de la Aguada, a través del canal de Las Mercedes. Los recursos de agua provienen fundamentalmente de las aguas servidas de Santiago, del retorno del riego de una parte de la Primera Sección del Maipo y de los futuros retornos del riego de Santiago Norte. Puede estimarse que, hacia el año 2000, los recursos anuales disponibles en el punto de capta

ción alcanzarían a unos 700 millones de metros cúbicos, con una distribución estacional relativamente uniforme, de modo que, con una adecuada regulación de cola, la oferta de agua supera ampliamente a las demandas, que se han estimado en 570 millones de metros cúbicos.

La calidad bacteriológica de estas aguas es y será deficiente, salvo que se construya una planta de tratamiento de aguas servidas; esta deficiencia, solo parcialmente, afecta a la agricultura, en aquellos cultivos que tienen partes comestibles en estado crudo y que están en contacto con el suelo. Otro problema podría provenir de la calidad química de las aguas servidas, en especial por el e levado contenido de detergentes. Hasta el momento no se han observado en Chile problemas derivados de ésto; por otra parte, una serie de experiencias realizadas en el área regada con las aguas servidas de Ciudad de México, indicarían que los detergentes no presentan problemas serios para la agricultura.

Hacia aguas abajo de la captación para Curacaví y Casablanca, se riegan en la actualidad unas 57.000 Hás., a las que se deben agregar las 25.000 Hás. nuevas en el área de Yali y Alhué. Los recursos de agua provienen : de los sobrantes que quedarán disponibles en el punto de captación para Curacaví y Casablanca, de los retornos de riego de gran parte de la Primera Sección del Maipo; del fuerte afloramiento de aguas subterráneas, que tiene lugar a lo largo del curso inferior del río Mapocho . Por último, se cuenta con los sobrantes del caudal cordillerano del río Maipo que, al no ser utilizados escurren libremente hacia el oeste. Hasta ahora las 57.000 Hás. actualmente regadas disponen de agua en abundancia, en forma que aún en Verano se observan sobrantes en el río Maipo a la altura de Melipilla, susceptibles de aprovecharse en el riego de nuevas áreas. Sin embargo, es difícil de prever lo que ocurrirá en el curso inferior del río Maipo una vez ejecutados todos los programas esbozados más arriba. En primera aproximación es posible pensar que un

caudal continuo del orden de  $10 \text{ m}^3/\text{s}$  estaría disponible para el riego del área de Yali - Alhué, de manera que, con una adecuada regulación de cola, podría abastecerse la totalidad de esa superficie. Por otra parte, si hacia el futuro se hace necesario el trasvase de aguas del Cachapoal al Maipo, no habría inconveniente en ampliar ligeramente este trasvase para salvar posibles déficits. Será materia de estudios hidrológicos más profundos la determinación de la oportunidad más adecuada para la incorporación de estos suelos al riego. Pensamos que por ahora es más prudente considerarla como una etapa final del desarrollo del riego en la cuenca.

## V. JUSTIFICACION HIDROLOGICA.

En el presente capítulo se expone la forma óptima de aprovechar los recursos disponibles. Este resultado es el fruto de la comparación de varias posibilidades de regulación y distintas formas de operación que se han analizado.

### A. RECURSOS.

#### A - 5 y 1 Estadística del río Maipo.

##### a) Antecedentes.

b) Corrección. Se dispone de datos estadísticos de gastos medios mensuales en los siguientes puntos :

Río Maipo en La Obra (Chilectra) : 1912 - 1971.

Río Maipo en El Manzano (D.de R.) : 1946 - 1967.

Río Yeso en Boca del Valle (D.de R.) : 1940 - 1971.

Río Maipo en La Obra, menos Río Yeso en Boca del Valle : 1940 - 1971.

Todos los datos anteriores fueron recopilados hasta el año hidrológico 1967 por Ren

del Palmer, en su estudio sobre el río Maipo (1970).

Los datos de Maipo en la Obra de 1968 a 1971 fueron proporcionados por el Juez de Aguas del río Maipo, y los del río Yeso en Embalse El Yeso, para los mismos años, por el Departamento de Explotación de la Dirección de Riego.

A partir de la puesta en operación del Embalse El Yeso en 1967, la estadística del río Maipo menos el río Yeso se obtuvo restando a la del río Maipo en la Obra lo entregado por el Embalse El Yeso en los mismos meses. Estos datos también fueron proporcionados por el Departamento de Explotación de la Dirección de Riego.

Además de las estadísticas antes mencionadas, se cuenta con los gastos medios diarios del Maipo en La Obra desde 1912 hasta 1956, y durante los años hidrológicos 61, 62, 65, 66 y 68. Estos fueron proporcionados por el Juez de Aguas del río Maipo y corresponden a la estadística de Chilectra. Estos gastos diarios fueron calculados como promedio de medidas efectuadas a las 8, 10, 14, 19 y 21 horas. A partir de 1968, se han efectuado también mediciones nocturnas a las 1, 3 y 5 horas, pero estas no han sido consideradas en el cálculo del gasto medio diario.

b) Corrección.

La estadística del río Maipo en la Obra dada por Rendel-Palmer fué corregida según los datos de gastos medios diarios proporcionados por el Juez de Aguas del río Maipo. Esta corrección se llevó a cabo en los casos en que la diferencia entre ambas estadísticas era mayor de  $2 \text{ ó } 3 \text{ m}^3/\text{s}$  o era evidente un error de copia.

Ultimamente la Dirección de Riego con trató, con el Departamento de Investigaciones Científicas y Tecnológicas de la Universidad Católica, la revisión y corrección de la estadística del río Maipo

en La Obra, sobre la base del registro limnigráfico en El Manzano.

A - 6      2      Estadística del Río Mapocho.

Se cuenta con la estadística del río Mapocho en Los Almendros (D. de R.), que corresponde a Mapocho en Puente Nilhue (1928 a 1943 y 1948 a 1962), Mapocho en Las Condes (1943 a 1948) y Mapocho en Los Almendros (1963 a 1971). Estos datos fueron recopilados por Rendel Palmer hasta 1967. Los datos de 1968 a 1971 fueron proporcionados por la D.G.A.

2      EMBALSES.  
3      Otros recursos.

Otros recursos de cierta importancia que podrían ser útiles son el río Clarillo, la Quebrada de El Arrayán, el río Colina y el canal Chacabuco.

Estos recursos no han sido considerados en nuestros cálculos, ya que se ha resuelto destinarlos a regar las zonas que quedan sobre los canales del proyecto en estudio.

A -16

Recientemente (Abril 1974) se ha terminado el Contrato de Estudio de Aprovechamiento del Canal Chacabuco en la nueva condición que le imponen la construcción del Embalse Puntilla del Viento y el Canal Santiago - Norte. Las conclusiones de este estudio van en Anexo a este Informe.

A - 2      B.      DEMANDA DE AGUA POTABLE PARA EL GRAN SANTIAGO.

El análisis de la demanda para el Agua Potable del Gran Santiago se basa en el informe preliminar sobre determinación de consumos, elaborado por la Oficina O.P.R.U., en Abril de 1972.

El abasto de agua potable para Santiago

go proviene de varias fuentes, de las cuales sólo inciden en nuestro estudio los ríos Maipo y Mapocho.

En el informe que comentamos se de termina la parte de la población abastecida por cada una de las fuentes existentes y se calcula la po blación que podrá abastecerse en el futuro con las fuentes que no afectan a los ríos Maipo y Mapocho.

En resumen, la demanda para los años 1990 y 2000 sería la siguiente : (Ver pág.21).

## 2 EMBALSES.

Como se explicó anteriormente, exis ten en la actualidad el embalse del río Yeso y varios embalses en la zona de Casablanca.

El proyecto consulta la construcción de un embalse para el río Maipo (El Canelo o Pirque), uno para Santiago Norte (Canta Rana), uno para El Ya li y Alhué (Las Palmas); la utilización de los embal ses de La Viñilla, Lo Ovalle y Lo Orozco y el aumento de capacidad del de los Perales, para Casablanca.

## 3 PRIMERA SECCION DEL RIO MAIPO.

Ya hemos considerado el aumento del consumo de agua potable derivado del crecimiento de la ciudad de Santiago.

El estudio elaborado por la D.de R. con datos del Instituto de Recursos Naturales se lle ga a la conclusión de que en 1961 se regaban, en la Primera Sección del Río Maipo, un total de 117.600 Hás.

A - 4

Del estudio del crecimiento demográfico del Gran Santiago se desprende que la expansión de la ciudad sobre suelos de riego con respecto al año 1961 tendería a ser de 22.500 Has. al año 1990 y 24.400 Hás. al año 2000.

//.

DEMANDAS(m<sup>3</sup>/seg.)

M E S E S	AL RIO MAIPO		AL RIO MAPOCHO	
	1990	2000	1990	2000
MAY.	14	18	1,2	1,5
JUN.	10	14	0,9	1,1
JUL.	10	13	0,9	1,1
AGO.	11	14	0,9	1,2
SEP.	11	15	1,0	1,3
OCT.	15	20	1,3	1,7
NOV.	17	23	1,4	1,9
DIC.	22	29	1,9	2,5
ENE.	21	27	1,7	2,3
FEB.	18	24	1,5	2,0
MAR.	20	27	1,7	2,2
ABR.	16	22	1,4	1,8
Totales (m <sup>3</sup> mes/seg.)	185	246	15,8	20,6
Totales (10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )	480	640	41	54

Para nuestros cálculos hemos separado esta zona en lo que denominamos Zona Alta, que corresponde a los suelos regados por el canal de Pir - que y por el sistema del canal San Carlos; y Zona Baja, correspondiente al resto de los canales.

## Z O N A S

En resumen, tenemos lo siguiente:

M E S E S	SANTIAGO NORTE MAPOCHO			
	SECCION 1 MAIPO	CURACAVI	CASABLANCA	YALI-ALHUE
MAY.	0,10	0,06	0,06	0,10
JUN.	0,10	—	—	0,10
JUL.	0,10	—	—	0,10
AGO.	0,10	0,12	0,11	0,10
SEP.	0,21	0,27	0,26	0,21
OCT.	0,57	0,48	0,46	0,53
NOV.	0,80	0,65	0,62	0,76
DIC.	0,94	0,88	0,84	0,86
ENE.	1,05	1,05	1,00	0,95
FEB.	0,85	0,92	0,87	0,83
MAR.	0,68	0,82	0,79	0,65
ABR.	0,20	0,45	0,42	0,27
Totales (l mes/s. há)	5,70	5,70	5,43	5,46
Totales ( m <sup>3</sup> /há.)	14.800	14.800	14.100	14.200

Para nuestros cálculos hemos separado esta zona en lo que denominamos Zona Alta, que corresponde a los suelos regados por el canal de Pirque y por el sistema del canal San Carlos; y Zona Baja, correspondiente al resto de los canales.

En resumen, tenemos lo siguiente :

Superficie de riego en la Primera Sección del río Maipo(Ha) .

AÑO	1961	1990	2000
Zona Alta	58.500	40.300	38.800
Zona Baja	59.100	54.800	54.400
<b>T O T A L</b>	<b>117.600</b>	<b>95.100</b>	<b>93.200</b>

Aplicando las tasas de riego antes de terminadas a las superficies calculadas, llegamos a las siguientes demandas en bocatoma, expresadas en  $m^3/s$  promedio mensual. ( ver cuadro pág. 24 ).

**4 PRIMERA SECCION DEL RIO MAPOCHO.**

La primera sección del río Mapocho riega unas 2000 Hás, ubicadas entre la confluencia del río con el estero del Arrayán y la del Canal San Carlos con el propio río.

Aplicada la tasa de riego antes definida a las 2000 Hás, consideradas, llegamos a la siguiente demanda en bocatoma, expresada en  $m^3/s$  promedio mensual : (Ver pág. 25).

M E S E S	A Ñ O 1 9 9 0			A Ñ O 2 0 0 0		
	Zona Alta	Zona Baja	T O T A L	Zona Alta	Zona Baja	T O T A L
MAY.	4,0	5,5	9,5	3,9	5,4	9,3
JUN.	4,0	5,5	9,5	3,9	5,4	9,3
JUL.	4,0	5,5	9,5	3,9	5,4	9,3
AGO.	4,0	5,5	9,5	3,9	5,4	9,3
SEP.	8,4	11,5	19,9	8,2	11,4	19,6
OCT.	23,0	31,2	54,2	22,1	31,0	53,1
NOV.	32,2	43,8	76,0	31,0	43,5	74,5
DIC.	37,8	51,5	89,3	36,5	51,1	87,6
ENE.	42,3	57,5	99,8	40,8	57,1	97,9
FEB.	34,2	46,6	80,8	33,0	46,3	79,3
MAR.	27,4	37,3	64,7	26,4	37,0	63,4
ABR.	8,1	11,0	19,1	7,8	10,9	18,7
Total (m <sup>3</sup> mes/s)	229,4	312,4	541,8	221,4	309,9	531,3
Total ( 10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )	596	813	1.409	575	805	1.380

Meses por la incertidumbre Demanda acerca de la superficie recuperable y, además, por la existencia de una potente napa subterránea en dicha zona, cuyo nivel estático es cercano y a veces superior al del terreno. En todo caso se pueden dedicar a la parte de los suelos que se recuperen todo o parte de la reserva de agua de lavado de alcantarillado que se ha incluido en cuenta en la regulación una vez que, por el aumento del caudal de aguas servidas, estos caudales se hagan más ocasionales y menos innecesarios.

SEP La Dirección de Riego ha terminado recientemente el "Proyecto Lampa", esto es, el "Drenaje octario de suelos agrícolas de la Zona de Santiago Norte-Baja" en la que se encuentran las zonas pantanosas.

DIC 1,9

6 SANTIAGO NORTE.

ENE 2,1

a) Sectores de riego.

FEB 1,7

MAR En relación con los lugares en que el canal matriz deberá entregar el agua, se divide el total de los suelos como se detalla en la continuación.

ABR 0,4

Se indica para cada sector el kilometraje del canal matriz correspondiente a la entrega.

Totales (m<sup>3</sup>.mes/s) 11,2

Totales (10<sup>6</sup> m<sup>3</sup>) Como dato ilustrativo diremos que el canal con el río Mapocho se encuentra en el Km. 48.-

5 ZONA DE SANTIAGO NORTE-BAJA

Hemos denominado así una zona que comprende alrededor de 11.000 Hás. de suelos pantanosos y/o salinos, que requieren obras especiales de saneamiento para su recuperación.

En un análisis de la demanda de agua el riego de estos suelos se considera sólo en

//.//.

parte, por la incertidumbre actual acerca de la superficie recuperable y, además, por la existencia de una potente napa subterránea en dicha zona, cuyo nivel estático es cercano y a veces superior al del terreno. En todo caso se pueden dedicar a la parte de estos suelos que se recuperen todo o parte de la reserva de agua de lavado de alcantarillado que se ha tomado en cuenta en la regulación, una vez que, por el aumento del caudal de aguas servidas, estos caudales se hagan más ocasionales y aún innecesarios.

La Dirección de Riego ha terminado recientemente el "Proyecto Lampa", esto es, el "Drenaje Primario de suelos agrícolas de la Zona de Santiago Norte-Baja" en la que se encuentran las zonas pantanosas.

6 SANTIAGO NORTE.

a) Sectores de riego.

En relación con los lugares en que el canal matriz deberá entregar el agua, se divide el total de los suelos como se detalla continuación.

Se indica para cada sector el kilometraje del canal matriz correspondiente a la entrega. Como dato ilustrativo diremos que el cruce del canal con el río Mapocho se encuentra en el Km. 48.-

Del estudio comparativo de costos y superficies bajo embalse, la Dirección de Riego ha llegado a la conclusión de que la mejor ubicación es la de Santa Rana.

Hecho el estudio hidrológico correspondiente, se llega a un volumen de embalse de 140 millones de m<sup>3</sup> y un canal de aducción para 15 m<sup>3</sup>/s.

Sectores	Km	Superficie	(Há .)
Las Cruces	69	980	
Colina	107	7.020	
Peldehue	111	2.950	
Chacabuco	111	3.150	14.100
Emb. Canta Rana	130	-	
Huechún	Bajo Embalse	2.220	
Polpaico	Bajo Embalse	5.780	
Lampa y Rinconadas	Bajo Embalse	9.710	17.710
			31.810
			=====

b) Regulación local.

Con el objeto de aprovechar al máximo el canal Santiago Norte, limitando su capacidad a la necesaria para conducir un caudal continuo durante once meses del año, se han estudiado las siguientes posibilidades de embalse de Cola : Batuco, Chicauma, Huechún (ampliación del embalse existente) y Canta Rana.

Del estudio comparativo de costos y superficies bajo embalse, la Dirección de Riego ha llegado a la conclusión de que la mejor ubicación es la de Canta Rana.

Hecho el estudio hidrológico correspondiente, se llega a un volumen de embalse de 140 millones de  $m^3$  y un canal de aducción para  $15 m^3/s$ .

## c) Demanda. CASABLANCA.

a) Sectores de : De las 17.710 Hás. ubicadas bajo Can-  
ta Rana hay 9.700 ubicadas bajo la angostura de Chi-  
cauma. En este punto se produce el afloramiento de  
la napa subterránea del valle. Hemos estimado que el  
30% del agua destinada al riego percola hacia la na-  
pa subterránea y que, dado el efecto regulador de di-  
cha napa, el afloramiento presenta un caudal conti-  
nuo a lo largo del año. Aplicado este criterio a las  
superficies antes indicadas, llegamos a las demandas  
que se indican a continuación, expresadas en m<sup>3</sup>/s pro-  
medio mensual.

Meses	Zona sin regular	Zona regulada
MAY	1,41	0,80
JUN	1,41	0,80
JUL	1,41	0,80
AGO	-	-
SEP	2,96	1,75
OCT	8,03	8,11
NOV	11,28	12,18
DIC	13,25	14,67
ENE	14,80	16,61
FEB	11,97	13,07
MAR	9,58	10,07
ABR	2,82	1,60
<hr/>		
Totales (m <sup>3</sup> .mes/s)	78,92	80,46
Totales (10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )	206	209

7 CURACAVI Y CASABLANCA.

## a) Sectores de riego.

La zona comprende un total de 35.290 Hás. de suelos regables, de las cuales el canal de Las Mercedes sirve en la actualidad 10.980; los canales derivados del estero Puangue cubren 4.180 Hás. con un riego muy deficiente.

Se divide el total de los suelos como sigue :

Valle de Curacaví (incluyendo las zonas servidas por el canal de Las Mercedes y los canales del estero Puangue)	22.100 Hás.
Valle de Casablanca	11.000 Hás.
Valles de Lo Orrego, Lagunillas y Rosario	<u>2.190 Hás.</u>
	<u>35.290 Hás.</u>
	=====

## b) Regulación.

Hemos contemplado el aprovechamiento de varios embalses existentes en Casablanca, los que tienen una bajísima seguridad hidrológica con los cursos locales. Esta solución obliga a aumentar la capacidad del embalse de Los Perales, ocupándose la capacidad actual de los de la Viñilla, Lo Ovalle y Lo Orozco. En todo caso estos embalses, cuyo estado de conservación actual es deficiente, deberán ser habilitados para su operación con los volúmenes de agua que deberán servir con el Proyecto Maipo.

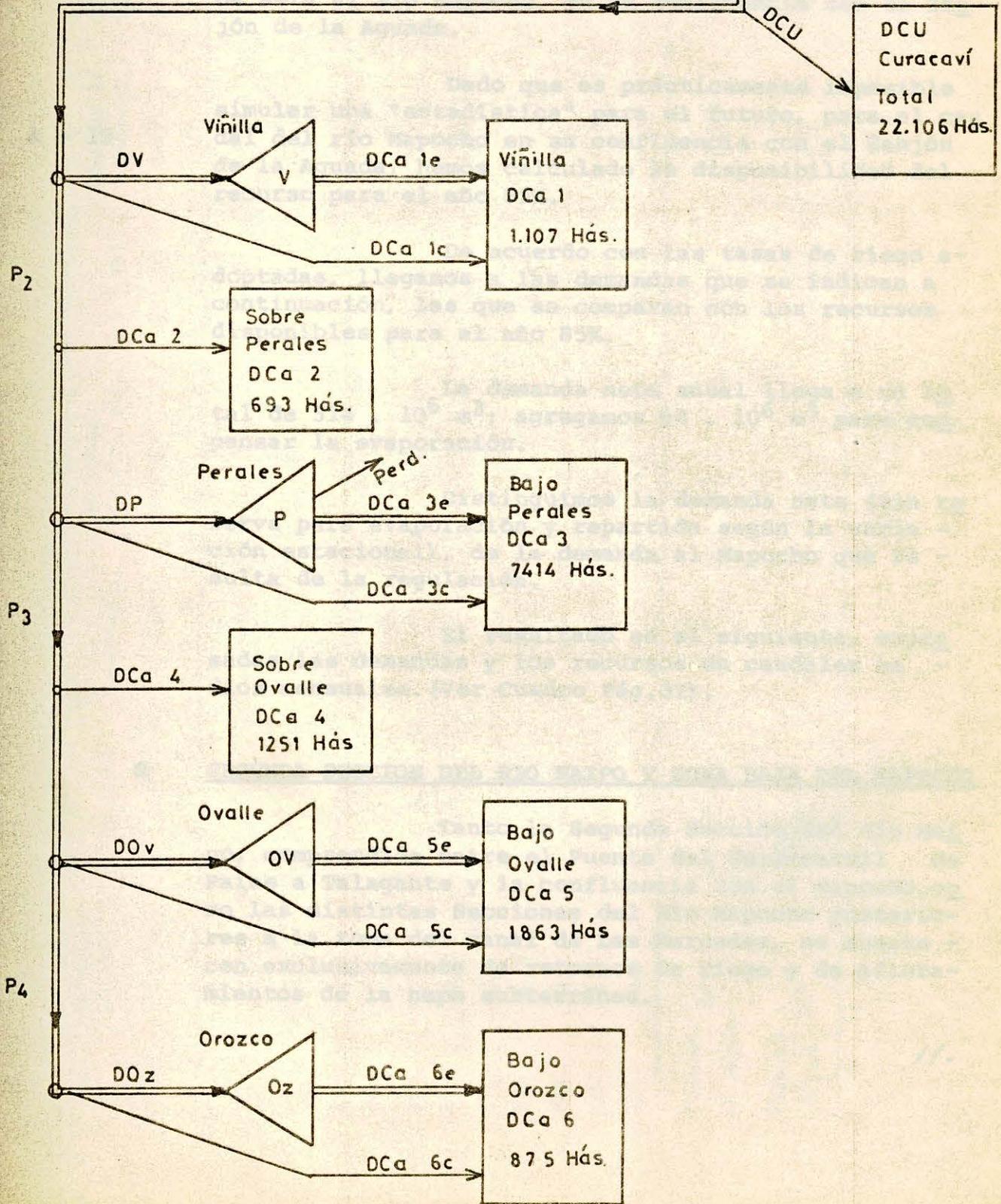
Se resumen a continuación los datos relativos a capacidad y longitud de sectores del canal matriz y volumen y kilometraje de ubicación de cada embalse.

CANAL	MATRIZ	EMBALSES		Longitud (Km)	Kilometraje.
Sector	Capacidad (m <sup>3</sup> /s.)	Nombre	Volumen actual	(10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> ) futuro	
Bocatoma	29,0				0
Entrega a Canal Mercedes	9,0				0
Mapocho - Curacaví	20,0				60
Curacaví - La Viñilla	10,1				70
La Viñilla - Los Perales	10,0				40
Los Perales - Lo Ovalle	2,0				20
Lo Ovalle - Lo Orozco	0,5				20
		La Viñilla	4,8	3,9	
		Los Perales	11,6	49,6	
		Lo Ovalle	13,5	13,3	
		Lo Orozco	5,5	3,9	
<b>T O T A L E S</b>			<b>35,4</b>	<b>70,7</b>	<b>210</b>

# ESQUEMA DE REGADIO CURACAVI-CASABLANCA



## CANAL MATRIZ CURACAVI - CASABLANCA



## c) Demanda.

La experiencia ha demostrado que los embalses de Casablanca prácticamente no captan absolutamente nada de agua en los años medianamente secos. Por lo tanto, el total de la demanda consultada será al río Mapocho, en su confluencia con el Zanjón de la Aguada.

Dado que es prácticamente imposible simular una "estadística" para el futuro, para el caudal del río Mapocho en su confluencia con el Zanjón de la Aguada, hemos calculado la disponibilidad del recurso para el año 85%.

De acuerdo con las tasas de riego adoptadas, llegamos a las demandas que se indican a continuación, las que se comparan con los recursos disponibles para el año 85%.

La demanda neta anual llega a un total de  $514 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ ; agregamos  $64 \cdot 10^6 \text{ m}^3$  para compensar la evaporación.

Distinguimos la demanda neta (sin reserva para evaporación y repartida según la variación estacional), de la demanda al Mapocho que resulta de la regulación.

El resultado es el siguiente, expresadas las demandas y los recursos en caudales medios mensuales. (Ver Cuadro Pág.32).

## 8 SEGUNDA SECCION DEL RIO MAIPO Y ZONA BAJA DEL MAPOCHO

Tanto la Segunda Sección del Río Maipo, comprendida entre el Puente del Ferrocarril de Paine a Talagante y la confluencia con el Mapocho, como las distintas Secciones del Río Mapocho posteriores a la toma del canal de Las Mercedes, se abastecen exclusivamente de retornos de riego y de afloramientos de la napa subterránea.

//.

MESES	DEMANDA NETA ( m <sup>3</sup> /s.)				T O T A L	Demanda al Mapocho (m <sup>3</sup> /s.)	Disponibilidad ( m <sup>3</sup> /s.)
	Mercedes Puangue	Curacaví	Casablanca	Lo Orrego Rosario, etc.			
	15.160	6.940	11.000	2.190	35.290	(m <sup>3</sup> /s.)	( m <sup>3</sup> /s.)
	H E C T A R E A S						
MAY.	0,9	0,4	0,7	0,1	2,1	9,0	20,0
JUN.	-	-	-	-	-	8,1	13,0
JUL.	-	-	-	-	-	-	12,8
AGO.	1,8	0,8	1,3	0,2	4,1	12,7	13,3
SEP.	4,0	1,9	2,9	0,6	9,4	14,0	14,0
OCT.	7,3	3,3	5,1	1,0	16,7	19,8	19,8
NOV.	9,8	4,5	6,8	1,5	22,6	23,5	23,5
DIC.	13,3	6,2	9,2	1,8	30,5	29,0	30,8
ENE.	15,9	7,3	11,0	2,2	36,4	29,0	32,6
FEB.	13,9	6,4	9,6	1,9	31,8	29,0	30,5
MAR.	12,4	5,8	8,7	1,7	28,6	28,0	30,8
ABR.	6,8	3,1	4,7	0,9	15,5	20,0	25,5
Totales	86,1	39,7	60,0	11,9	197,7	222,1	267
m <sup>3</sup> mes/s							
Totales	224	103	156	31	514	578	693
10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>							

NOV En el futuro, lo más probable es que los recursos aumenten; en todo caso, la racionalización del riego hará disminuir la demanda. Por estas razones no hemos considerado estas zonas en nuestro estudio.

9 EL YALI Y ALHUE

El proyecto de riego de estos valles comprende la incorporación de 24.740 Hás., las que se encuentran repartidas en la siguiente forma :

Culiprán y El Carmen	134,79 920 Hás.
Popeta ( $10^6 m^3$ )	350 3.300 Hás.
El Yali	12.320 Hás.
Alhué	8.200 Hás.
<b>Total</b>	<b>24.740 Hás.</b>

De acuerdo con la tasa de riego, adoptada, la demanda será la siguiente :

Mes Demanda ( $m^3/s$ )

MAY 2,47

JUN 2,47

JUL 2,47

AGO 2,47

SEP 5,18

OCT 13,09

NOV	riego de la Primera Sección	18,76	Mapocho y
DIC	riego en Santiago Norte.	21,21	
ENE	De acuerdo con los datos consignados anteriormente, la Demanda Santiago Norte es, para los años 1950 y 2000, la siguiente:	23,45	
FEB		20,50	
MAR		16,05	
ABR		6,66	
<hr/>			
Total	(m <sup>3</sup> .mes/s)	134,78	
Total	(10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )	350	
<hr/>			

Aunque el estudio de estas obras está recién en sus preliminares, podemos adelantar que el canal tendría su bocatoma en el río Maipo, en la zona de Chiñigüe, a la cota 240 m.s.n.m. Tras un recorrido de 70 K., a lo largo del cual se riegan los sectores de Culiprán, El Carmen y Popeta, se regulan las aguas en el embalse de Las Palmas, situado al Sur de la cuesta de Los Guindos.

Con las aguas reguladas se riega el valle de El Yali y, mediante un canal de 35 Km, se llega al valle de Alhué.

d) Distribución de la demanda.

Para abordar los cálculos referentes a la regulación del río Maipo, hemos separado las demandas en la forma que se explica a continuación.

1. Santiago Norte.

Denominamos Demanda Santiago Norte a la suma de las demandas de Agua Potable al río Mapo-

cho, riego de la Primera Sección del río Mapocho y riego en Santiago Norte.

De acuerdo con los datos consignados anteriormente, la Demanda Santiago Norte es, para los años 1990 y 2000, la siguiente :

Meses	1990 (m <sup>3</sup> /s)	2000 (m <sup>3</sup> /s)
MAY	3	14
JUN	2	13
JUL	2	13
AGO	2	1
SEP	3	16
OCT	10	18
NOV	16	20
DIC	19	21
ENE	21	22
FEB	17	20
MAR	14	19
ABR	3	15
Totales (m <sup>3</sup> .mes/s)	112	192
Totales (10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )	291	500

## 2. Maipo.

Llamamos Demanda Maipo a la suma de las demandas de Agua Potable al Maipo, más la deman

//.

da de riego de la Primera Sección del Maipo, más un gasto continuo ( $3 \text{ m}^3/\text{s}$  en 1990 y  $5 \text{ m}^3/\text{s}$  en 2000), para el lavado del alcantarillado caudal que, como se ha explicado queda también como reserva para otros usos y margen de seguridad.

Más adelante se hará la comparación hidrológica de la regulación entre los embalses de El Canelo y Pirque. Como el segundo regula sólo la zona baja de la Primera Sección del Maipo, hemos separado la demanda de esta zona (DB) de la que corresponde a la zona alta, incluyendo Agua Potable y alcantarillado (DA). En los cálculos correspondientes a El Canelo, trabajamos con la demanda total (DO), siendo  $\text{DO} = \text{DA} + \text{DB}$ .- (Valores en  $\text{m}^3/\text{s}$ ).

Mes	A Ñ O 2000		A Ñ O 1990	
	DA	DB	DO	DO
MAY	25	5	30	26
JUN	21	5	26	23
JUL	21	5	26	23
AGO	21	5	26	23
SEP	26	12	38	34
OCT	45	31	76	72
NOV	56	44	100	96
DIC	68	51	119	115
ENE	70	57	127	124
FEB	59	46	105	102
MAR	55	37	92	88
ABR	32	11	43	38
<b>Totales (<math>\text{m}^3 \cdot \text{m/s}</math>)</b>	<b>499</b>	<b>309</b>	<b>808</b>	<b>764</b>
<b>Totales (<math>10^6 \text{ m}^3</math>)</b>	<b>1.300</b>	<b>800</b>	<b>2.100</b>	<b>1.986</b>

### 3. Otras demandas.

Las demandas correspondientes a otras zonas del presente estudio no presentan problemas, ya que no hay interferencias entre ellas.

#### e) Regulación.

Sobre la base de los recursos, demandas y regulación local que hemos descrito anteriormente, hemos calculado la regulación del Río Mapo para los casos que describimos a continuación.

Dada la magnitud de las obras que se consultan para obtener el aprovechamiento integral del recurso, se propone desarrollar el proyecto por etapas, como se ha explicado anteriormente.

#### 2. Segunda Etapa.

En el embalse de Canta Rana, la evaporación no será muy grande, dada la superficie del lago; en El Canelo se considera prácticamente despreciable, ya que el embalse se llena entre cinco y ocho veces en el año; y para el de Pirque, no hemos descontado la dotación correspondiente a los suelos cubiertos por el lago, fuera de que disponemos de todo el caudal del río Clarillo y derrames.

#### a) Regulación con embalses El Yeso, El Canelo y Canta Rana.

El ciclo considerado en el estudio abarca desde Mayo de 1930 hasta Abril de 1972, repitiéndose los meses de Mayo de 1930 a Marzo de 1931, en que se cierra el ciclo. Esto da un total de 42 años y 11 meses.

Determinada la demanda que llamamos de Santiago Norte, el cálculo empieza con el aprovechamiento integral del río Mapocho. De los 515 meses que comprende el ciclo, y excluyendo Agosto, en que la demanda se reduce por la limpia de los canales, sólo aparecen sobrantes en el Mapocho en 22 meses.

#### 1. Primera Etapa.- Regulación con los embalses de El Yeso y Canta Rana al año 1990.

La primera etapa del desarrollo del

//.

A - 7

proyecto consulta la construcción del canal Santiago Norte y el embalse de Canta Rana y la puesta en riego de las 17.710 Hás que quedan bajo dicho embalse.

OCT El canal Santiago Norte tendría una capacidad uniforme de  $15 \text{ m}^3/\text{s}$  en todo su recorrido y el embalse Canta Rana un volumen de 140 millones de  $\text{m}^3$ .

DIC Suponiendo que estas obras estuvieran en funcionamiento en el año 1990, usamos la demanda de agua potable y la superficie regada en la Primera Sección del río Maipo correspondiente a dicho año.

El resultado es que la superficie regada se puede servir con una seguridad del 86%, dando al agua potable una seguridad de 100%.

## 2. Segunda Etapa.

Para esta segunda etapa se consultan las demandas al año 2000 y la regulación del río Maipo. Para ésta hemos analizado varias posibilidades, llegando a la conclusión de que se deben estudiar en detalle el embalse frontal de El Canelo, en el río Maipo, y también el embalse lateral de Pirque.

### a) Regulación con embalses El Yeso, El Canelo y Canta Rana.

La regulación se ha calculado para un embalse en el Canelo de  $450 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ , combinado con el de El Yeso, de  $250 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ . El Canelo se usa como regulador anual y el Yeso como inter-anual. Aunque planos más exactos, entregados posteriormente a este estudio hidrológico, muestran que la capacidad de El Canelo es menor, no vale la pena rehacer este largo cálculo hasta que se resuelva la alternativa físico-económica Canelo-Pirque.

El resultado de esta regulación aparece en el cuadro siguiente. Las fallas se han cargado exclusivamente al riego. Para cada año hidrológico fallado, se calcula el porcentaje anual de las fallas. (F.A.R.).

//.

Año	Mes	Falla (m <sup>3</sup> .mes/s)	Año	Mes	Falla (m <sup>3</sup> .mes/s)
1939/40	OCT	5	1948	MAR	1
	NOV	14		ABR	18
	DIC	9		MAY	7
	ENE	-		JUN	8
	FEB	44		Total	34
	MAR	48		% F.A.R.	4
	ABR	20			
	MAY	8			
Total		148	Total		106
% F.A.R.		21	% F.A.R.		15
Total		547	Total		82
% F.A.R.		78	% F.A.R.		11
1971	ENE	63	1972	MAR	55
	FEB	55		ABR	27
	MAR	61		Total	82
	ABR	19		% F.A.R.	11
	MAY	13			
	JUN	12			
Total		223			
% F.A.R.		32			

//.

//.

Año	Mes	Falla (m <sup>3</sup> .mes/s)	Año	Mes	Falla (m <sup>3</sup> .mes/s)
1968/69	JUN	7	1969	MAY	18
	JUL	15		JUN	10
	AGO	4		JUL	14
	SEP	31		AGO	-
	OCT	72		SEP	11
	NOV	79		OCT	45
	DIC	97		NOV	8
	ENE	83			
	FEB	59	Total		106
	MAR	67	% F.A.R.		15
	ABR	33			
Total		547			
% F.A.R.		78			
1971	ENE	63	1972	MAR	55
	FEB	55		ABR	27
	MAR	61			
	ABR	19	Total		82
	MAY	13	% F.A.R.		11
	JUN	12			
Total		223			
% F.A.R.		32			

En resumen tenemos, fuera de una pequeña falla de  $8 \text{ m}^3$  mes/s en Octubre de 1947, seis años fallados, de los cuales cuatro corresponden a la gran sequía 1968 - 1972.

Resulta una seguridad de 86%.

Desde En los proyectos de riego, se procura dimensionar las obras de regulación de manera que, manteniéndose una seguridad anual no inferior al 85%, no se produzca ninguna falla anual superior al 60%, ni mensual superior al 80%.

MAR 1967 DIC 19 En el presente caso tenemos una seguridad de 86%. Pero, cumplir con las otras dos condiciones es prácticamente imposible. En efecto, para reducir la falla del año 1968/1969 al 60%, se requiere aumentar la capacidad de embalse, de  $450 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ . Como el Canelo no se puede agrandar, sería preciso construir otro embalse de  $430 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ .

Supuesto que se consulte este segundo embalse, deberemos considerar aún la repartición de la falla aceptable a lo largo del año, no sólo para 1968/69, sino para los demás años fallados. Para conducir un gasto medio mensual de  $30 \text{ m}^3/\text{s}$ , se requiere un volumen de Partimos de la base de que en ningún mes se debe entregar menos del 20% de la demanda correspondiente. Pero, para no gastar en los meses anteriores el volumen acumulado para amortiguar la falla considerada, sería preciso establecer la forma de operar el sistema, cuando los embalses acumulan volúmenes pequeños.

Ahora bien, en nuestro caso los embalses tendrían un volumen total de  $269 \text{ m}^3$  mes/s, siendo las demandas de Noviembre, Diciembre, Enero y Febrero, de 120, 140, 149 y 125, respectivamente. Se ve claramente que es imposible cumplir con la condición impuesta.

En el cuadro de regulación se registra el gasto sobrante de El Canelo. Un rápido examen de muestra la imposibilidad de utilizar dicho sobrante. En efecto, basta considerar los tres períodos siguientes :

Desde	Hasta	Meses	Rebalse total (m <sup>3</sup> mes/s)	Promed. (m <sup>3</sup> /s)
SEP 1945	JUL 1953	95	296	3,1
FEB 1955	SEP 1961	80	278	3,5
MAR 1967	DIC"1972" (1)	70	0	0

(1) En realidad, se trata de Diciembre de 1930, ya que el ciclo se cierra en Abril de 1972.

b) Regulación con los embalses de El Yeso, Canta Rana y Pirque.

A - 15

Como el Embalse de Pirque no se encuentra sobre el río Maipo, lo que hace imposible que reciba las grandes crecidas, hemos llegado a la conclusión de que, con un canal alimentador de 60 m<sup>3</sup>/s, calculado para conducir un gasto medio mensual de 30 m<sup>3</sup>/s, se requiere un volumen de embalse en Pirque de 600 millones de m<sup>3</sup>.

El cuadro siguiente registra las fallas determinadas en la misma forma que para El Canelo.

Año	Mes	Falla (m <sup>3</sup> mes/s)	Año	Mes	Falla (m <sup>3</sup> mes/s)
1940	FEB	15	1970/71	OCT	10
	MAR	48		NOV	18
	ABR	20		DIC	28
	MAY	8		ENE	64
				FEB	55
		MAR		61	
Total		91	ABR	19	
% F.A.R.		13	MAY	13	
			JUN	12	
1968/69	OCT	72	Total		280
	NOV	79		% F.A.R.	40
	DIC	97			
	ENE	83			
	FEB	59			
	MAR	67			
	ABR	33	1971	MAR	57
Total		490	ABR	27	
% F.A.R.		70	Total		84
1969	MAY	18	% F.A.R.		12
	JUN	10			
	JUL	14			
	AGO	-			
	SEP	11			
	OCT	45			
	NOV	8			
Total		106			
% F.A.R.		15			

En resumen, fuera de la gran sequía, sólo se presenta la falla de 1940.

Resulta una seguridad de 88%.

Analizando este caso con el mismo criterio aplicado al de El Canelo, tenemos que el volumen adicional para reducir la falla de 1968/69 a lo aceptable, sería de  $280 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ , lo que se logra aumentando en unos 5 m la altura de muro.

Valen para este caso las consideraciones hechas anteriormente sobre la regulación de las fallas mensuales.

Referente a la posibilidad de utilizar los rebalses, la situación es muy similar a la que vimos para el embalse El Canelo, lo que se demuestra considerando los tres períodos siguientes :

Desde	Hasta	Meses	Rebalse total Promed. ( $\text{m}^3 \text{ mes/s}$ )	( $\text{m}^3/\text{s}$ )
SEP 1945	JUL 1953	95	375	3,9
FEB 1955	SEP 1961	80	278	3,5
MAR 1967	JUN 1972	64	59	0,9

#### Operación del embalse de El Yeso.

Debe estudiarse la forma de realizar la entrega del embalse de El Yeso, tanto en las épocas en que se está vaciando, como en aquellas en que rebalsa. Esperamos llegar a compensar, aunque sea en parte, tanto la variación horaria como la variación diaria del río Maipo y lograr el mejor aprovechamiento posible del canal de aducción de Pirque.

## F. Retornos.

En el estado actual del estudio, só lo hemos analizado los retornos del riego en Chicauma (Estero de Lampa) y en la confluencia del río Mapocho con el Zanjón de La Aguada.

Los primeros se han considerado en el riego de la parte baja de Santiago Norte; los otros forman la totalidad del recurso disponible para el riego de Curacaví y Casablanca.

## G. Recursos y posibilidades a futuro.

De todo lo expuesto anteriormente se deduce que, a partir del año 2000, el Río Maipo no será capaz de abastecer la demanda. A partir de ese año se hará necesario importar aguas desde el Sur. Para este efecto se consulta traer aguas del río Cachapoal, las que se utilizarían en el riego de la zona baja (50.000 Hás.) de la Primera Sección del Maipo, liberando de esta obligación al embalse.

En caso de que la solución adoptada haya sido la de El Canelo, convendrá regular las aguas del Cachapoal en Pirque.

Por otra parte, se presentan otros problemas, como veremos enseguida.

Llegará el momento en que el río Maipo, con el Embalse de El Yeso, no será capaz de abastecer la demanda de la zona no regulada por Pirque. Para este caso, convendrá estudiar las dos posibilidades siguientes :

a. Abasto de gran parte de la zona regada por los canales de la Sociedad del Canal Maipo.

En este caso se haría un canal que saliera del Embalse Pirque a la cota 660. Este canal podría alimentar el canal San Bernardo aguas abajo de Puen

te Alto, el canal San Francisco a la altura de Vicuña Mackenna y el canal San Carlos aguas abajo de la Central La Florida. De esta manera el embalse Pirque regularía el 75% de la demanda de Riego y el 60% de la demanda total.

b. Abasto de agua potable para Santiago, con elevación en Pirque.

Esto se haría con una planta elevadora en el embalse Pirque, en el Cerro de Los Ratones. De allí sería llevada por un canal que rodearía el embalse Pirque y cruzaría el río Maipo a la altura de La Puntilla.

En este caso, el agua potable contaría con agua ya decantada en el Embalse.

Para abaratar el canal se ha pensado construir un embalse de regulación en la zona en que Rendel Palmer ubicaba el Embalse Clarillo. En este caso, las aguas del río Clarillo se destinarían exclusivamente para Agua Potable, ya que son aguas muy claras.

## VI. LAS AGUAS SUBTERRANEAS.

Las aguas subterráneas deben tener también cabida en este esquema de solución.

Sin embargo hay que advertir que, en general, existe una estrecha inter-relación entre las aguas subterráneas y superficiales del valle. El gran espesor del acuífero, la fuerte pendiente del terreno y el hecho de que el valle tenga sólo una salida, en la confluencia de los ríos Maipo y Mapocho, hacen que el gran embalse natural que constituye el acuífero del Valle de Santiago, al aflorar a la superficie en su parte baja, proporcione la mayor parte de los recursos superficiales de dicha zona.

El reabastecimiento natural de la

capa acuífera se calcula en alrededor de 1.000 millones de metros cúbicos al año, de los cuales se aprovechan unos 290 en uso doméstico e industrial y en riego, mediante unos 600 pozos profundos. Otra parte importante del recurso subterráneo se aprovecha, una vez que aflora, en el riego de unas 50.000 Hás. de la parte baja del sistema Maipo-Mapocho.

El agua subterránea puede tener aplicación principal en la región de Batuco y en la zona baja del Valle de Santiago. En Batuco, donde el agua es surgente, se puede emplear en el riego de las zonas que se recuperen en la región pantanosa de ese nombre. En la parte baja Maipo-Mapocho, puede aprovecharse en la sustitución de aguas superficiales que provengan de grandes distancias.

Desde luego que, por su naturaleza, debería preferirse el empleo de aguas subterráneas en usos domésticos e industriales, que soportan mejor el mayor costo de explotación de este recurso.

En todo caso, hay que tener presente que el complejo régimen actual de escurrimiento subterráneo de la hoya va a ser alterado en el futuro, tanto por la regulación de cabecera como por la implantación de nuevos riegos y por la racionalización del uso del agua en todo el valle. Todo indica entonces, la conveniencia de ser prudentes en la apreciación de futuras utilidades de estas aguas.

El esquema de uso de las aguas subterráneas debe tender, por esto, a mantener el uso actual en todo el valle, a la implantación de apoyo local, por corto tiempo, a corrientes que se agotan a mitad del Verano y, por último, como reserva y margen de seguridad en el planeamiento del uso de las aguas superficiales del valle.

## VII DESARROLLO DEL PLAN - ITINERARIO.

La gran inversión que representa la ejecución del plan propuesto obliga a estudiar un financiamiento que permita distribuirla en un largo período, sin que esto implique un fuerte lucro cesante de las obras ya realizadas.

Al mismo tiempo resulta muy conveniente disponer de las obras a medida que aumentan las demandas de agua, en particular para agua potable, que representa un factor dominante en la cuenca en estudio. Por otra parte, ciertas unidades del proyecto general deben postergarse para permitir la realización de estudios hidrométricos e hidrológicos, especialmente en lo que se refiere al comportamiento de la parte baja de la cuenca, el que se verá afectado por la ejecución de las obras de aprovechamiento en el curso superior y por la racionalización en el uso de los recursos de agua en el área del proyecto.

La ejecución de un programa por etapas resuelve estos problemas, facilitando al mismo tiempo la incorporación de nuevos suelos al riego, en concordancia con la capacidad de la región para la adecuada implementación de los proyectos.

Los estudios realizados permiten establecer que la regulación obtenida en el río Maipo por el embalse El Yeso permite abastecer las necesidades de agua potable hasta 1990, sin perjudicar el riego en la Primera Sección del río Maipo, salvo naturalmente la pérdida de área agrícola provocada por las urbanizaciones. Aún más, se puede afirmar que, abastecida el agua potable con 100% de seguridad y el riego con 85%, quedarán en ese año algunos sobrantes de agua susceptibles de ser conducidos hacia la zona de Santiago Norte. Se puede comprobar así que, si se posterga la construcción del embalse de cabecera (Canelo o Pirque) y se construye, en una primera etapa, el canal Santiago Norte con su capacidad de 15 m<sup>3</sup>/s. y el embalse Canta Rana para 150 millones de metros cúbicos, es posible incorporar al riego,

con una seguridad razonable, las 18.000 hectáreas que quedan bajo agua del Embalse Canta Rana. Estas obras, en conjunto con las necesarias ampliaciones para el agua potable, constituirían la primera etapa de nuestro plan de aprovechamiento integral de los recursos de la cuenca.

**Período**      **O B R A S**

1975 - 1980      Hacia 1990 deberá entrar en servicio el embalse de cabecera, lo que permitirá disponer del agua necesaria para los incrementos de las demandas de agua potable previstas hasta el año 2000 y, simultáneamente, el funcionamiento continuo del canal Santiago Norte, incorporando al riego el resto de esta área, completando así las 31.800 Hás.

1985 - 1990      El regadío de Curacaví-Casablanca podrá iniciarse después de entrar en servicio la primera etapa del riego de Santiago Norte, lo que permitirá disponer anualmente de unos 70 millones de metros cúbicos provenientes de retornos de riego, aparte de un volumen similar, de mayores entregas de los emisarios de aguas servidas. Con estos recursos se podrá iniciar el riego de unas 8.000 Hás. hacia 1985, completando las 24.000 hectáreas totales, diez años después. Algunos embalses de cola podrán postergarse hasta los últimos años de este período.

1995 - 2000      El regadío Melipilla-Yali puede quedar completado con posterioridad al año 2000, sin perjuicio de anticipar en 5 o 10 años la entrada en servicio de las primeras etapas de este proyecto.

Con posterioridad al año 2000 será necesario el trasvase de aguas desde el río Cachapoal. En caso que se elija la alternativa Pirque como regulación de cabecera para el Maipo, dicho embalse actuará, desde allí en adelante, también como regulación de cola para las aguas del Cachapoal. Simultáneamente, será necesario construir un canal de conexión desde el embalse Pirque hasta el Canal San Carlos, para aumentar el área servida por aquel.

//.

El itinerario de ejecución de obras recién expuesto permite al país mantener una inversión prácticamente constante durante un plazo superior a 30 años. Tentativamente podríamos programar las inversiones de acuerdo al siguiente itinerario:

Período	O B R A S	Superficie incorporada al riego (Hás)
1975 - 1980	Primera Etapa de Santiago Norte (Canal y Embalse <u>Can</u> ta Rana)	18.000
1980 - 1985	Primera Etapa de Curacaví-Casablanca (Canal Matriz)	8.000
1985 - 1990	Regulación de cabecera Segunda Etapa de Santiago Norte	13.800
1990 - 1995	Segunda Etapa de Curacaví-Casablanca (Regulación de cola)	16.000
	Primera Etapa de Melipilla - Yali (Canal Matriz)	10.000
1995 - 2000	Segunda Etapa de Melipilla - Yali (Regulación de cola)	15.000
	Canal Cachapoal - Maipo	
		80.000

En el itinerario de inversiones anterior sólo se mencionan las obras básicas de regulación y los canales matrices de riego; el sector agua potable deberá realizar oportunamente las obras específicas que le corresponda.

La fase siguiente del estudio del Proyecto Maipo deberá consistir en la definición de su factibilidad física y económica. En Anexo N°17 se indica lo que hay que hacer en esta materia para la 1ª Etapa, y su costo.

## VIII Algunos aspectos de Evaluación.

En el Esquema de Aprovechamiento de Aguas expuesto en páginas anteriores es necesario completar una serie de antecedentes de carácter agrológico, hidrológico, topográfico y geológico, para definir su factibilidad y costos. Por esta misma razón no es posible hacer, al presente, una Evaluación Económica del programa de obras propuesto. Sin embargo es posible prever que los costos estarán dentro de límites razonables, pues la magnitud de las obras necesarias es semejante a la de otros proyectos similares.

No puede dejar de apreciarse que una parte importante de las obras esta destinada al abastecimiento de agua potable de la capital de Chile, al que habría que asignar, directa o indirectamente, parte importante del costo de las mismas.

Además, los terrenos de riego, que circundan a Santiago, pueden soportar una inversión, por hectárea, mayor que la de otros proyectos, dada la existencia, a corta distancia, de un enorme mercado consumidor.

Ya hemos dicho que el presente Informe Intermedio constituye, básicamente, un estudio de la factibilidad hidrológica del Plan propuesto, y no un Informe Final, que incluye la Evaluación Económica, para el cual hay que hacer otros estudios.

Sin embargo se comprende que haya interés en conocer, a lo menos el orden de magnitud, de los Costos y Beneficios del Proyecto.

El costo directo de las obras básicas del Proyecto fué estimado, en Mayo de 1973 en US\$ 225 millones.- Ciertamente es que la inflación mundial que se ha producido, desde entonces a la fecha, hace que este costo sea hoy en día mayor, pero no es menos cierto que esta misma inflación ha

elevado los precios de los productos agrícolas - T. beneficio del Proyecto - en una proporción todavía mayor. Con el mismo concepto, aquí basta decir

que, en lo que respecta a la zona de los volúmenes de movimiento. En cuanto a los Beneficios, nos referiremos al estudio de Rendel Palmer y Tritton, de 1970, que contiene un detallado y buen estudio de desarrollo agrícola en una área total del mismo orden de magnitud que la del Proyecto Maipo. Canal y Clarillo es de 65 millones de

Excluyendo, de esta área total, la que corresponde a la 1ª Sección del Río Maipo se tiene que: la superficie total de riego se multiplica por 2,3; la superficie de cultivo anual del área se multiplica por 3,5, ya que se riegan zonas cuyo clima permite doble cosecha anual. La producción agrícola por hectárea aumentaría a 3,5 veces, en tanto que la producción agrícola total se multiplica por 8,4, expresado en Toneladas Brutas. Todo esto tomando como base los niveles de producción de 1969.

Lo anterior indica que se puede iniciar de inmediato. Evitamos, por ahora, dar valores expresados en unidades monetarias, aunque sea en dólares, ya que, con la inflación mundial, y distorsión de costos y precios, estos han perdido, o van perdiendo, significación con el tiempo, pero repetimos que dicha inflación, la escasez mundial de productos alimenticios y la comparativa abundancia de productos industriales, indican la tendencia universal a una mejoría creciente de las perspectivas económicas de inversión en desarrollo agrícola. El precio del trigo de exportación, por ejemplo, ha subido de 66 a 230 dólares por tonelada, entre 1970 y 1974, y no se podría encontrar un producto industrial de volumen económico semejante al del trigo, que haya subido en tal proporción.

El Informe Rendel Palmer y Tritton indica que la razón beneficio-costo de su proyecto de desarrollo agrícola, sobre todo el período de reembolso total del proyecto, es de 1,84.

El Costo total de la Solución R.P.T. es superior a la del Proyecto Maipo, si tales costos se calculan con el mismo criterio. Aquí basta decir que, en lo que respecta a la suma total de los volúmenes de movimiento de tierras para muro de represas, que es la parte de mayor peso en el Costo Total, la comparación es la siguiente :

La suma total en la Solución R.P.T.: Represas El Canelo y Clarillo es de 65 millones de m<sup>3</sup>.

En el Proyecto Maipo : Represas Canta Rana, Las Palmas y Canelo dicha suma es de 25,3 millones de m<sup>3</sup> y de sólo 14,6 millones de m<sup>3</sup> si, en vez de El Canelo, resulta factible la alternativa Pirque.

Así entonces tenemos que la razón beneficio-costos del Proyecto Maipo es superior a la de Rendel Palmer y Tritton de 1970 y desde luego significativamente superior a 1,84, en este año de 1974.

Lo anterior indica que se puede iniciar de inmediato el Proyecto Definitivo de las Obras conjuntamente con la formulación del Proyecto de Desarrollo Agrícola, ya que la factibilidad económico-social del Esquema Propuesto estaría garantizada.

A.- RECURSOS	
B.- DEMANDA	
C.- DEMANDA	
D.- DISTRIBUCION DE LA DEMANDA.-	34
E.- REGULACION.-	37
F.- RETORNOS Y RECURSO A FUTURO.-	45
VI.- LAS AGUAS SUBTERRANEAS.-	45
VII.- DESARROLLO DEL PLAN.- ITINERARIO.-	48
VIII.- ALGUNOS ASPECTOS DE EVALUACION - CONCLUSIONES.-	51

## INDICE - TEXTO

	PAG.
1.- CLASIFICACION DE SUELOS.-	
INTRODUCCION	
2.- DEMANDAS DE AGUA POTABLE PARA SANTIAGO.-	
I.- ZONA DEL PROYECTO	I
3.- CRECIMIENTO DEL GRAN SANTIAGO.-	
II.- PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.- DEMANDAS.-	1
4.- CANTONAMIENTO DEL RIO MAIPO.-	
III.- RECURSOS.- HIDROLOGICOS.-	5
5.- APROVECHAMIENTO DEL CANAL CHACABUQUE.-	
6.- CAPACIDAD DEL CANAL SANTIAGO NORTE Y DEL EMBALSE DE COLLA.-	
IV.- ESQUEMA DE SOLUCION.-	8
7.- APROVECHAMIENTO ELCTRICO DEL EMBALSE EL CAÑELO.-	
V.- JUSTIFICACION HIDROLOGICA.-	
8.- A.- RECURSOS.-	17
9.- B.- DEMANDA DE AGUA POTABLE PARA EL GRAN SANTIAGO	19
10.- C.- DEMANDA PARA RIEGO.-	20
11.- D.- DISTRIBUCION DE LA DEMANDA.-	34
12.- E.- REGULACION.-	37
13.- F.- RETORNOS Y RECURSO A FUTURO.-	45
14.- APROVECHAMIENTO DEL CANAL CHACABUQUE.-	
VI.- LAS AGUAS SUBTERRANEAS.-	46
15.- APROVECHAMIENTO DEL CANAL CHACABUQUE.-	
VII.- DESARROLLO DEL PLAN.- ITINERARIO.-	48
16.- PIRQUE, EL CAÑITO Y CAPTA RANA.-	
VIII.- ALGUNOS ASPECTOS DE EVALUACION - CONCLUSIONES.-	51
17.- RESUMEN COMPARATIVO.-	
18.- ESTIMACION PRELIMINAR DEL VALOR DE CERCA SANTIAGO.-	//.
19.- DRENAJE DE SUELOS SANTIAGO.- DISEÑO DE PROYECTO	
TERMINADO.-	

## INDICE - ANEXOS

- 1.- CLASIFICACION DE SUELOS.-
- 2.- DEMANDAS DE AGUA POTABLE PARA SANTIAGO.-
- 3.- TASAS DE RIEGO.-
- 4.- CRECIMIENTO DEL GRAN SANTIAGO.-
- 5.- HIDROLOGIA DEL RIO MAIPO.-
- 6.- HIDROLOGIA DEL RIO MAPOCHO.-
- 7.- CAPACIDAD DEL CANAL SANTIAGO NORTE Y DEL EMBALSE DE COLA.-
- 8.- APROVECHAMIENTO HIDROELECTRICO DEL EMBALSE EL CANELO.-
- 9.- EMBALSE EL CANELO.-
- 10.- EMBALSE PIRQUE.-
- 11.- EMBALSE CANTA RANA.-
- 12.- PRIMERA ETAPA DEL RIEGO DE SANTIAGO NORTE.-
- 13.- RIEGO DE CURACAVI Y CASABLANCA.-
- 14.- REGULACION DEL RIO MAIPO CON EMBALSE EL CANELO.-
- 15.- REGULACION DEL RIO MAIPO CON EMBALSE PIRQUE.-
- 16.- APROVECHAMIENTO DEL CANAL CHACABUCO.-
- 17.- PRESUPUESTO ESTUDIOS PRIMERA ETAPA.-
- 18.- CURVAS DE CAPACIDAD DE LOS EMBALSES:  
PIRQUE , EL CANELO Y CANTA RANA.-
- 19.- SINTESIS DEL INFORME RENDEL, PALMER AND TRITTON Y  
RESUMEN COMPARATIVO.-
- 20.- ESTIMACION PRELIMINAR DEL COSTO DE OBRAS BASICAS.-
- 21.- DRENAJE DE SUELOS SANTIAGO-NORTE.- SINTESIS DE PROYECTO  
TERMINADO.-

ANEXO 1Clasificación de suelos

## A N E X O S

Se presentan a continuación varios cuadros de clasificación de suelos, basados en los planos del IREN. Todas las cifras que aparecen en los Cuadros corresponden a hectáreas.-

1.- Primera Sección del Río Maipo.-

Para determinar la superficie de riego correspondiente a la Primera Sección del Río Maipo, hemos partido de la clasificación de suelos de las Comunas de dicha zona, para el año 1960. La referencia a los ANEXOS está indicada al margen del TEXTO.-. Hemos descontado la superficie regada (agua subterránea, esteros, etc.); el saldo Así, A-7 significa ver ANEXO 7.- da por los canales de la Primera Sección del Maipo.-

El detalle aparece en el Cuadro 1.-

En el Cuadro 2 se detalla la incidencia del crecimiento previsto de la ciudad en la superficie regada y se distribuyen las superficies resultantes entre lo que hemos denominado parte "alta" A y parte "baja" B de la Primera Sección del Maipo. Los antecedentes de ocupación habitacional están contenidos en el Anexo 4.-

ANEXO 1

Clasificación de suelos

Se presentan a continuación varios cuadros de clasificación de suelos, basados en los planos del IREN. Todas las cifras que aparecen en los Cuadros corresponden a hectáreas.-

A.- Primera Sección del Río Maipo.-

Para determinar la superficie de riego correspondiente a la Primera Sección del Río Maipo, hemos partido de la clasificación de suelos de las Comunas de dicha zona, para el año 1961; al total de suelos de riego de cada Comuna hemos descontado la superficie regada por otros sistemas (alcantarillado, agua subterránea, esteros, etc.); el saldo corresponde a la superficie abastecida por los canales de la Primera Sección del Maipo.-

El detalle aparece en el Cuadro 1.-

En el Cuadro 2 se detalla la incidencia del crecimiento previsto de la ciudad en la superficie regada y se distribuyen las superficies resultantes entre lo que hemos denominado parte " alta " A y parte " baja " B de la Primera Sección del Maipo. Los antecedentes de ocupación habitacional están contenidos en el Anexo 4.-

//.

C U A D R O N° 1

1-2

SUPERFICIE BAJO RIEGO EN 1961, EN LA ZONA DE SANTIAGO.- HECTAREAS

C O M U N A S	C L A S E S D E S U E L O S					S U P E R F I C I E R E G A D A		
	Ir	IIr	IIIr	IVr	Otras	T o t a l	Otras Fuentes	Sección 1ª. Maipo
SANTIAGO	118					118		118
CONCHALI	1.166	598	453	31	515	2.763		2.763
ÑUÑO A	1.295	1.038	667	9		3.009		3.009
SAN MIGUEL			337			337		337
MAIPU	2.413	4.862	2.294	753	532	10.854	4.400	6.454
QUINTA NORMAL		84	1			85		85
RENCA	622	170	1.409	50	126	2.377	700	1.677
QUILICURA	2.084	183	1.317	364	623	4.571	760	3.811
COLINA	1.284	3.852	5.473	660	2.396	13.665	8.860	4.805
LAMPA	1.909	410	1.652	1.729	3.030	8.730	2.730	6.000
BARRANCAS	2.284	1.826	2.714	1.498	985	9.307	3.180	6.127
LA CISTERNA		696	275			971		971
PUENTE ALTO	721	1.073	3.913	283	240	6.230		6.230
LA FLORIDA	733	467	2.035	48	84	3.367		3.367
PIRQUE	616	4.914	1.467	1.416	714	9.127		9.127
LA GRANJA		862	2.821			3.683		3.683
TALAGANTE		5.816	4.057	349	255	10.477	7.370	3.107
ISLA DE MAIPO		2.177	3.547	393	800	6.917	6.490	427
SAN BERNARDO	414	9.731	1.039	74	80	11.338		11.338
CALERA DE TANGO		6.014	690			6.704		6.704
B U I N	7.606	5.986	3.192	211	37	17.032		17.032
PAINE	1.798	8.251	9.401	1.704	677	21.831	6.000	15.831
LA REINA	316	73				389		389
PEÑAFLO R	454	4.981	3.951	991	337	10.714	6.480	4.234
T O T A L	25.833	64.064	52.705	10.563	11.431	164.596	46.970	117.626

SUPERFICIE DE RIEGO. PRIMERA SECCION DEL RIO MAIPO

AÑO 2 0 0 0

C O M U N A S	Bajo riego en 1 9 6 1	Crecimiento de Santiago	POR REGAR AL AÑO 2 0 0 0		
			T o t a l	A	B
SANTIAGO	118	118			
CONCHALI	2.763	2.763			
NUÑO A	3.009	3.009			
SAN MIGUEL	337	337			
MAIPU	6.454	2.500	3.954		3.954
QUINTA NORMAL	85	85			
RENCA	1.677	500	1.177	1.177	
QUILICURA	3.811		3.811	3.811	
COLINA	4.805		4.805	4.805	
LAMPA	6.000		6.000	6.000	
BARRANCAS	6.127	4.000	2.127	2.127	
LA CISTERNA	971	971			
PUENTE ALTO	6.230	500	5.730	5.730	
LA FLORIDA	3.367	3.367			
PIRQUE	9.127		9.127	9.127	
LA GRANJA	3.683	3.683			
TALAGANTE	3.107		3.107		3.107
ISLA DE MAIPO	427		427		427
SAN BERNARDO	11.338	2.200	9.138	6.000	3.138
CALERA DE TANGO	6.704		6.704		6.704
B U I N	17.032		17.032		17.032
PAINE	15.831		15.831		15.831
LA REINA	389	389			
PEÑAFLO R	4.234		4.234		4.234
<b>T O T A L</b>	<b>117.626</b>	<b>24.422</b>	<b>93.204</b>	<b>38.777</b>	<b>54.427</b>

Consideraciones para el cálculo de la superficie regada en la Primera Sección del Río Maipo:

Lo regado por otros sistemas en Maipú se obtuvo de un informe sobre el Zanjón de La Aguada, de la Dirección de Riego; lo de Renca y Quilicura del Informe Rendel, Palmer y Tritton.

En resumen:

Lo regado por el río Maipo en Colina, Lampa y Barrancas, se obtuvo de mediciones efectuadas en mosaico Iren 1:20.000.

Ocupado habitacionalmente a 1970 9.626 Hás.

Lo regado por el Maipo en Talagante, Isla de Maipo y Peñaflor, se midió directamente en plano 1:50.000 de la Asociación de Canales del Maipo.

Por regar año 2000 93.200 Hás.

Por último, en la comuna de Paine, se estimó que el estero Angostura, más recuperaciones, podría abastecer unas 6.000 hás; el resto sería regado por el Maipo.

Consideraciones para el cálculo de la superficie por regarse en el año 2000.

La superficie perdida por crecimiento del Gran Santiago, se obtuvo como se indica en el anexo 4.

Se estimó que para el año 2000 quedarían totalmente urbanizadas las comunas de Santiago, Conchalí, Ñuñoa, San Miguel, Quinta Normal, La Cisterna, La Florida, La Granja y La Reina, lo que hace un total de 14.722 hectá-

reas. Se estimó además que no serían afectadas por el crecimiento del Gran Santiago, las Comunas de Quilicura, Lampa, Colina, Pirque, Talagante, Isla de Maipo, Calera de Tango, Buin, Paine y Peñaflores.

Las 9.700 hectáreas restantes se repartieron estimativamente entre las demás Comunas.

En resumen:

Total regado en 1961	117.626	Hás.
Ocupado habitacionalmente a 1970	9.626	Hás.
Regado en 1970	108.000	Hás.
Previsión ocupacional 1971/2000	14.800	Hás.
Por regar año 2000	93.200	Hás.

B.- Santiago Norte.-

En el cuadro que figura a continuación aparecen los suelos clasificados según su capacidad de uso, para las zonas que serán regadas en el futuro por el canal Santiago Norte y divididas en los siguientes sectores:

a) Antes del Embalse Canta Rana.-

Comprende los sectores que deberán regarse directamente por el canal y que hemos denominado Colina, Las Cruces, Chacabuco y Peldehue.

b) Bajo Canta Rana.-

Comprende los terrenos que se regarán con aguas reguladas por el Embalse, los que a su vez se dividen en dos sub-sectores:

i) Antes de Chicauma.-

Comprende las zonas denominadas Huechún y Polpaico.

ii) Bajo Chicauma.-

Comprende las zonas denominadas Lampa y Rinconadas.

Además aparece un Cuadro con los suelos regados en la Primera Sección del Río Mapocho. Aunque el total de esta zona es de 2.542 hectáreas, en nuestros cálculos sólo hemos considerado 2.000, ya que el resto se considera en parte regado con el estero de El Arrayán y en parte ocupado habitacionalmente.

Todos los suelos indicados en los cuadros siguientes fueron medidos directamente en Mosaicos de capacidad de Uso a escala 1:20.000.

## CANAL SANTIAGO NORTE

## SUPERFICIES EN HECTAREAS

S E C T O R	I r	I I r	I I I r	I V r	I r IV	I I r IV	I I I r IV	I I I r VI	I V r VI	I I I	I V	Fuera de Mosai- cos.	TOTAL
Antes de Canta Rana	1.229	3.636	2.634	430		875	232	92	1.010		593	3.400	14.131
Bajo Canta Rana													
i ) Antes de Chicauma	366	2.928	227	167		1.497	24				2.787		7.996
ii ) Bajo Chicauma	1.285	73	2.367	401	39		467	57	1.002	386	3.635		9.712
T O T A L	2.880	6.637	5.228	998	39	2.372	723	149	2.012	386	7.015	3.400	31.839

## TERRENOS SALINOS Y PANTANOSOS - Hectáreas

V I s s a	V I s a a	V I s s a a	V I I v s s a a	T o t a l
2.407	1.555	4.473	2.190	10.625

## PRIMERA SECCION RIO MAPOCHO - Hectáreas

I r	I I r	I I I r	I V r - V I I	I V	T o t a l
1.189	674	173	328	178	2.542

C.- Valles de Curacaví y Casablanca.-

a).- Curacaví.-

En el cuadro que figura a continuación, aparecen los suelos clasificados según su capacidad de uso, para las siguientes zonas:

- (i) Las Mercedes.- Comprende la totalidad de los suelos ubicados bajo el canal de Las Mercedes.
- (ii) Puangue.- Comprende los suelos cubiertos por los canales derivados del estero de Puangue.
- (iii) María Pinto.- Comprende los suelos ubicados en la Comuna de María Pinto, sobre la cota de los canales anteriormente mencionados.
- (iv) Ibacache.- Comprende los suelos ubicados a la bajada de dicha cuesta y sobre la cota de los últimos tramos del canal Las Mercedes.
- (v) Aguas Arriba de Curacaví.- Comprende los suelos ubicados en los Valles de los esteros Puangue y Zapata, aguas arriba del pueblo de Curacaví.
- (vi) Otros.- Comprende varios pequeños sectores que quedan sobre la cota del canal Las Mercedes, pero que quedarán bajo el canal matriz Curacaví - Casablanca.

Todos los suelos fueron medidos directamente de los mosaicos IREN 1: 20.000.-

## CLASES DE SUELOS

SECTOR	DAJO EMBALSE	Ir	IIr	IIIr	IVr	IV	VI	TOTAL					
Vinilla	Vinilla		104		1.003			1.107					
LAS MERCEDES	Perales	782	4.419	40	4.480	1.301	1.559	120	116	10.982			
PUANGUE	Perales	181	1.351		2.434	215	1.002	1.139	51	4.181			
MARIA PINTO	Ovalle		80	96		728		927	40	30	1.748		
IBACACHE	Orozco		285	500	45	304	52	76		577	435	57	1.457
OTROS					77			305					382
AGUAS ARRIBA	Perales					166		203				324	3.316 *
DE CURACAVI	Ovalle							682				110	1.251
TOTAL													22.106
TOTALES			1.675	229	4.544	4.373	1.724	658					13.203

(\*) Falta clasificar los suelos.

## CLASES DE SUELOS

S E C T O R	BAJO EMBALSE	IIr	IIIr	IIr- III	IIIr-IV	III	IV	T O T A L
Viñilla	Viñilla	104	—	1.003	—	—	—	1.107
Perales abajo	Perales	1.203	40	2.184	1.559	120	116	5.222
Lo Orrego, etc.	Perales	—	—	—	1.002	1.139	51	2.192
Ovalle abajo	Ovalle	82	96	728	927	30	—	1.863
Orozco	Orozco	286	45	52	—	435	57	875
S E C T O R	SOBRE EMBALSE							
Perales arriba	Perales	—	—	166	203	—	324	693
Ovalle arriba	Ovalle	—	48	411	682	—	110	1.251
T O T A L E S		1.675	229	4.544	4.373	1.724	658	13.203

( I R E N )

D.- Valles de El Yali y Alhué.-

En el cuadro siguiente aparecen los suelos clasificados según su capacidad de uso, para diferentes sectores geográficos.-

Para la regulación del riego de esta zona, se consulta un embalse ubicado en las Palmas, al Sur de la cuesta Los Guindos.

En los cálculos hemos considerado, por ahora, 12.000 hectáreas en El Yali, ya que habrá que restar la parte ocupada por el embalse.

CLASES DE SUELOS

SECTORES	II	III	IV	Total
Sobre Embalse				
Culipran, El Carmen y Popeta	516	1.641	2.057	4.214
Bajo Embalse				
Yali	-	7.709	5.332	13.041
Alhué	1.882	3.803	2.512	8.197
Total	2.398	13.153	9.901	25.452

Dentro de la concordancia existente entre los estudios citados, existen algunas superficies de dudosa interpretación hasta este momento, no precisable aún, en todo caso inferiores a ESTUDIO DE SUELOS SANTIAGO NORTE.-

El plano actual se ha desarrollado a una escala de 1 : 20.000, a fin de hacerla coincidente con los mosaicos de IREN, de propiedades, hidrología y uso actual.

La sección de Agrología ha recopilado los siguientes estudios:

- 1º Estudio de Suelos Colina-Batuco del Ingeniero Agrónomo Gustavo Schmidt G.
- 2º Estudio DICOREN (Proyecto de Suelos)
- 3º Estudio IREN (Aerofotogramétrico)

El estudio del Ing. Agr. Schmidt abarcó todo el area de Colina-Batuco alrededor de 36.500 Hás. planas y onduladas, fué realizado en 1944, cuya simbología difiere de la que actualmente se usa, de manera que ha requerido una interpretación, para hacerla comparable. Este trabajo fué referido en un plano topografico a escala 1 : 25.000.

Los Estudios DICOREN fueron desarrollados en escalas de 1 : 5.000 y 1 : 10.000, a nivel predial, que cubren una superficie aproximada de 16.000 Hás., según fueron requeridos por los propietarios, cuyos suelos están diseminados en el area de Santiago Norte.

Los Estudios efectuados por IREN y referidos en mosaicos a escala 1 : 20.000, completan la información disponible.

De la totalidad del area y conforme a los estudios indicados, se ha dibujado un plano de capacidad de uso representativo de aproximadamente un 70% del area total; el 30% restante se encuentra próximo a su terminación.

## ANEXO 2.-

Dentro de la concordancia existente entre los estudios citados, existen algunas superficies de dudosa interpretación hasta este momento, no precisable aún, en todo caso inferiores a un 20%.

El plano actual se ha desarrollado a una escala de 1 : 20.000, a fin de hacerlo coindidente con los mosaicos de IREN, de propiedades, hidrología y Uso actual.

Según este informe, la demanda total de Agua Potable a la cuenca del Maipo, es la siguiente ( Cuadro 3.9.3 ) :

AÑO	1980	Santiago, Abril de 1974.-	
Consumo medio diario	12.417 l/s	15.860 l/s	18.725 l/s

Para determinar la demanda directa al Río, es preciso descontar lo que dan las otras fuentes del Cajón del Maipo, a saber; Laguna Negra, San Nicolás y el Mansano, las que en conjunto suman 2.063 l/s.

No está comprobado además que las aguas subterráneas sean capaces de aumentar el suministro a los servicios que se surten de ellas más allá del año 1980. Siendo el río Maipo la única fuente confiable, se ha decidido en primera aproximación sumarle a lo indicado por el informe antes mencionado para el Río Maipo, los aumentos en el consumo más allá del año 1980 de las otras fuentes, excepto lo captado del Río Mapocho.

Según las consideraciones anteriores tenemos que :

ANEXO 2.-AGUA SUBTERRANEA Y VERTIENTESDemandas de Agua Potable para Santiago.-

El presente estudio se basa en el informe OPRU, de Abril de 1972, denominado " Abastecimiento de Agua Potable del Gran Santiago " .

a) Río Maipo.-

Según este informe, la demanda total de Agua Potable a la cuenca del Maipo, es la siguiente ( Cuadro 3.9.3 ) :

AÑO	1980	1990	2000
Consumo medio diario	12.417 l/s	15.860 l/s	18.725 l/s

Para determinar la demanda directa al Río, es preciso descontar lo que dan las otras fuentes del Cajón del Maipo, a saber; Laguna Negra, San Nicolás y el Manzano, las que en conjunto suman 2.063 l/s.

No está comprobado además que las aguas subterráneas sean capaces de aumentar el suministro a los servicios que se surten de ellas más allá del año 1980. Siendo el río Maipo la única fuente confiable, se ha decidido en primera aproximación sumarle a lo indicado por el informe antes mencionado para el Río Maipo, los aumentos en el consumo más allá del año 1980 de las otras fuentes, excepto lo captado de el Río Mapocho.-

Según las consideraciones anteriores tenemos que :

Como curva de variación estacional se consideró la data base promedio de los años 1965, 1966 y 1967 por el Centro S.A. del Informe O.P.R.U. Aplicando esta curva a los gastos máximos obtenidos anteriormente se tiene :

//.

//.

AGUA SUBTERRANEA Y VERTIENTES

	Zona Norte (l/s)	1980	Zona Sur (l/s)	Total (l/s)
1990	3.545	9,20	2.474	18,17
1980	<u>2.502</u>	6,85	<u>1.796</u>	13,21
Diferencia	<u>1.043</u>	6,81	<u>678</u>	1,721
2000	4.951	7,64	3.128	15,07
1980	<u>2.502</u>	10,19	<u>1.796</u>	20,01
Diferencia	<u>2.449</u>	14,79	<u>1.332</u>	3,781

Luego, la demanda media diaria al Río Maipo será:

Año 1980 :	12.417	-	2.063	= 10.352 l/s	
Año 1990 :	15.860	-	2.063	+ 1.721	= 15.518 l/s
Año 2000 :	18.725	-	2.063	+ 3.781	= 20.443 l/s

En resumen se tienen las siguientes demandas medias diarias al río Maipo.-

Según el Cuadro 3.9.3. del Informe O.P.R.U. tenemos las siguientes demandas medias diarias al Río Maipo, en l/s.-

Año	1980	1990	2000
Q d l/s	10.354	15.518	20.443

Como curva de variación estacional se considera la dada como promedio de los años 1965, 1966 y 1967 por el Cuadro 3.9.1. del Informe O.P.R.U. Aplicando esta curva a los gastos medios obtenidos anteriormente se tiene :

Demandas medias mensuales en m<sup>3</sup>/s

MES	COEFICIENTE MENSUAL	1980	1990	2000
MAY.	0.889	9,20	13,80	18,17
JUN.	0.661	6,85	10,27	13,51
JUL.	0.657	6,81	10,20	13,43
AGO.	0.685	7,10	10,64	14,00
SEP.	0,737	7,64	11,43	15,07
OCT.	0,983	10,19	15,27	20,01
NOV.	1.102	11,42	17,11	22,53
DIC.	1.428	14,79	22,15	29,19
ENE.	1.334	13,81	20,70	27,27
FEB.	1.168	12,09	18,13	23,88
MAR.	1.305	13,51	20,25	26,68
ABR.	1.052	10,90	16,33	21,51
TOTAL (m <sup>3</sup> mes/s)		124,31	186,28	245,50
TOTAL (millones de m <sup>3</sup> )		323	485	638

b) Río Mapocho.--

Según el Cuadro 3.9.3. del Informe O.P.R.U. tenemos las siguientes demandas medias diarias, al Río Mapocho, en l/s.-

Año	1980	1990	2000
Q d l/s	911	1.296	1.716

Aplicando a estos gastos medios la curva de variación estacional antes indicada, se obtiene el siguiente cuadro de demandas.

Demandas medias mensuales en m<sup>3</sup>/s

MES	1980	1990	2000
MAY.	0,81	1,15	1,52
JUN.	0,60	0,86	1,14
JUL.	0,60	0,85	1,13
AGO.	0,62	0,89	1,18
SEP.	0,67	0,96	1,27
OCT.	0,90	1,27	1,69
NOV.	1,00	1,43	1,89
DIC.	1,30	1,85	2,45
ENE.	1,21	1,73	2,28
FEB.	1,06	1,51	2,00
MAR.	1,19	1,69	2,24
ABR.	0,96	1,36	1,80
<b>TOTAL (m<sup>3</sup> mes/s)</b>	<b>10,92</b>	<b>15,55</b>	<b>20,59</b>
<b>TOTAL (millones m<sup>3</sup>)</b>	<b>28,4</b>	<b>40,5</b>	<b>53,5</b>

En la actualidad, las aguas crudas provenientes del río Maipo son tratadas en las plantas de Viacochas y Viacochitas cuya capacidad, una vez realizadas algunas modificaciones y mejoras en su funcionamiento, será de 15 m<sup>3</sup>/seg.

Estudios recientemente realizados sobre las futuras demandas de agua potable al río Maipo, han dado las siguientes demandas media y máxima diarias para los años que se indican:

AÑO	DEM. MEDIA DIARIA m <sup>3</sup> /seg.	DEM. MÁXIMA DIARIA m <sup>3</sup> /seg.
1980	15,1	15,6
1990	19,3	20,6
2000	23,1	27,2

# EMPRESA DE AGUA POTABLE DE SANTIAGO

DIRECCION: AV. G. BULNES 189 - SANTIAGO - CHILE - CASILLA 1837 - TELEFONO 84801

## REGULACION DEL RIO MAIPO

### ANALISIS PRELIMINAR DE ALGUNOS PROBLEMAS FUTUROS

#### PARA LA EMPRESA

El crecimiento de la demanda de agua potable del Gran Santiago y la necesidad, especialmente por problemas de regadío, de contar en un futuro con una mayor regulación de los caudales del río Maipo; plantea a la Empresa de Agua Potable de Santiago problemas derivados por una parte, de aumento de la capacidad de tratamiento de agua y por otra, el efecto que las obras de regulación tendrían tanto para obras existentes de la Empresa, como su influencia en las modalidades del tratamiento de purificación que se hace a dichas aguas para destinarlas a agua potable.

En grandes rasgos, las principales problemas que a la Empresa se le podrían plantear, derivado de lo anteriormente propuesto, serían los siguientes:

- 1.- Capacidad futura de las instalaciones de tratamiento de agua
- 2.- Captación desde embalse El Yeso
- 3.- Acueducto Laguna Negra. Posible situación futura influido por embalse El Canelo
- 4.- Influencia del embalse El Canelo en el proceso de tratamiento de agua cruda
- 5.- Embalse Pirque. Posibilidades de utilización para agua potable de Gran Santiago.

A continuación se hará un pequeño análisis más detallado de estos puntos:

#### Capacidad futura de las instalaciones de tratamiento de agua

En la actualidad, las aguas crudas provenientes del río Maipo son tratadas en las plantas de Vizcachas y Vizcachitas cuya capacidad, una vez realizadas algunas modificaciones y mejorías en su funcionamiento, será de 15 m<sup>3</sup>/seg.

Estudios recientemente realizados sobre las futuras demandas de agua potable al río Maipo, han dado las siguientes demandas media y máximas diarias para los años que se indican:

AÑO	DEM.MEDIA DIARIA m <sup>3</sup> /seg.	DEM.MAXIMA DIARIA m <sup>3</sup> /seg.
1980	10,1	13,6
1990	15,3	20,6
2000	20,1	27,2

# EMPRESA DE AGUA POTABLE DE SANTIAGO

DIRECCION: AV. G. BULNES 129 - SANTIAGO - CHILE - CASILLA 1537 - TELEFONO 64201

- 2 -

Considerando que las plantas de tratamiento deben ser capaces de entregar la demanda del día de máximo consumo y que éste aumenta en 700 lts/seg. al año, se tiene que ya en el año 1982 ésta demanda sería de 15 m<sup>3</sup>/seg., con lo cual quedaría copada la actual capacidad de plantas de tratamiento.

Lo anterior significa que ya el año 1983 debería entrar en funcionamiento una nueva planta cuya capacidad, si se considera un plazo de provisión de 22 años, debería ser de 15 m<sup>3</sup>/seg. Sin embargo, tomando en cuenta la incertidumbre natural de cualquiera proyección a futuro del crecimiento poblacional del Gran Santiago, se estima aconsejable que la futura planta tenga una capacidad inicial de 10 m<sup>3</sup>/seg. consultándose la posibilidad de ampliar sus instalaciones en el futuro si es necesario. En todo caso la nueva captación que se proyecte deberá considerarse a lo sumo una capacidad de porteo de 15 m<sup>3</sup>/seg. condicionado eso sí, a lo que se adopte respecto al Acueducto Laguna Negra.

## Captación desde Embalse El Yeso

Se ha pensado en prolongar el acueducto de Laguna Negra hasta el Embalse El Yeso con objeto de captar en él, aguas claras que al igual que las de Laguna Negra y Lo Encañado, no necesitarían un tratamiento en base a plantas de filtros rápidos. Sin embargo, por desarrollarse esta obra en la alta cordillera, puede preverse que tendrán costos elevados. En la actualidad se captan aguas del Río Yeso poco antes de su confluencia con el río Maipo, las que son conducidas a Santiago mediante el Acueducto Laguna Negra. Esta captación del río Yeso entrega aguas de buena calidad, salvo cortos períodos en los que algunos esteros afluentes al río Yeso enturbian las aguas de éste.

Existe además el problema de capacidad de conducción, ya que con las aguas que actualmente se captan quedó casi copada la capacidad del acueducto en los tramos iniciales, por lo que no se justificarían grandes obras de prolongación de él para sólo incrementar los recursos en un pequeño porcentaje.

Se estima aconsejable desechar esta idea y mejorar las obras de captación del río Yeso existentes, las que en la actualidad pueden considerarse como provisorias.

## Acueducto Laguna Negra.- Posible situación futura

La necesidad para el sector agrícola de contar con una mayor regulación de los caudales del río Maipo, ha llevado a la Dirección de Riego del Ministerio de Obras Públicas y Transportes y otras entidades competentes a plantearse para estos fines, dos posibles soluciones: la primera consistente en una presa de embalse frontal ubicada sobre el

# EMPRESA DE AGUA POTABLE DE SANTIAGO

DIRECCION: AV. G. BULNES 129 - SANTIAGO - CHILE - CASILLA 1537 - TELEFONO 64201

- 3 -

río Maipo, unos 15 Km. al oriente de Puente Alto en la localidad de El Canelo y la otra estaría constituida por un embalse lateral ubicado en la zona llamada Pirque sobre el estero El Clarillo.

En caso de materializarse la primera de estas alternativas, llamada "Embalse El Canelo", se verían afectadas, entre otras obras, el acueducto de Laguna Negra entre las localidades de San José de Maipo y El Canelo aproximadamente en una longitud de 14 Km.

Ante esta posibilidad se han considerado tres posibles alternativas:

- Refuerzo del Acueducto en el tramo que se inundaría de manera tal que resistiera las presiones a que quedaría sometido.
- Construcción de un nuevo acueducto a una cota superior que el nivel de aguas máximas del Embalse El Canelo en el tramo en que quedaría inundado el actual acueducto.
- Entregar las aguas provenientes del sistema Laguna Negra al río Maipo o a cualquier afluente de él para ser posteriormente captadas aguas abajo del Embalse o bien directamente desde él.

La primera de estas posibles alternativas puede ser descartada rápidamente, ya que el reforzar el acueducto equivaldría a construirlo prácticamente de nuevo, pero con condiciones más exigentes que si se construyera a cota más alta. Además, por el hecho de permanecer inundado, sería casi imposible su reparación en caso de accidentes.

Con lo anteriormente indicado, sólo quedan las dos últimas alternativas ambas con sus ventajas y desventajas que se analizarán a continuación:

Las aguas provenientes del sistema Laguna Negra son de excelente calidad tanto por su casi nula turbiedad como por lo relativamente baja dureza y alcalinidad, lo que no hace necesario someterlos a un tratamiento en base a coagulación y filtración rápida.

En la actualidad son mezcladas con las provenientes del río Maipo, a fin de diluir en parte la dureza y alcalinidad de estas últimas, pero por representar sólo entre un 20 y 25 % del total el efecto de dilución no es importante. A futuro este hecho se acentuará cada vez más, pues su porcentaje con respecto al total será cada vez menor.

# EMPRESA DE AGUA POTABLE DE SANTIAGO

DIRECCION: AV. G. BULNES 129 - SANTIAGO - CHILE - CASILLA 1537 - TELEFONO 64201

- 4 -

Por otra parte está próxima a iniciarse la construcción de una planta de microfiltros en La Obra, a fin de evitar problemas de algas que presentan las aguas conducidas por el Acueducto Laguna Negra.

La alternativa de rehacer a cota más alta el tramo del acueducto que sería inundado presenta el gran contrasentido de tener un acueducto con 35 años de servicio, en el cual se reemplaza un tramo de aproximadamente 14 Km. siendo la longitud total del orden de 100 Km. Esto, unido a la próxima construcción de la planta de microfiltros de La Obra, significa que se espera seguir contando con el acueducto de Laguna Negra prácticamente por un período similar al que lleva en servicio con objeto de amortizar estas obras. Esto último obligaría a corto o largo plazo, efectuar importantes mejorías en el resto del acueducto, ya que sobre todo en su zona alta se encuentra en precarias condiciones. Esto permitiría dar al acueducto su capacidad nominal de 4 m<sup>3</sup>/seg., los que como ya se ha dicho no necesitarían ser tratados, salvo en la planta de microfiltros, cuya capacidad es también de 4 m<sup>3</sup>/seg.

Puede decirse finalmente que el hecho de mantener en servicio el acueducto de Laguna Negra mejorando en lo posible sus condiciones, permitiría hacer un ahorro en la capacidad de la futura planta de tratamiento.

En caso de eliminarse el acueducto, las aguas que él conduce serían entregadas al cauce del río Maipo para ser captadas desde el embalse El Canelo, o bien aguas abajo de él, con lo que sus condiciones físicas y químicas serían en todo iguales a las de dicho río, lo que obligaría a su tratamiento con adición de coagulantes antes de ser entregadas al consumo.

De todo lo anterior, se desprende que una decisión sobre el futuro del acueducto de Laguna Negra, para el caso en que se construya el Embalse El Canelo, sólo podrá ser tomada después de un detenido análisis económico en que las alternativas serían construcción de las obras que permitan mantener el servicio del Acueducto Laguna Negra o construcción de la futura planta de tratamiento con mayor capacidad (aproximadamente 3 m<sup>3</sup>/seg. más).

## Influencia del Embalse El Canelo en el proceso de tratamiento de agua cruda

Las aguas del río Maipo por su gran turbiedad y sobre todo por las bruscas variaciones de ésta, presenta grandes dificultades para su tratamiento, lo que ha obligado a dotar a las plantas de Vizcachas y Vizcachitas de dos etapas, a fin de reducir las turbiedades y entregar un agua apta para el consumo humano.

# EMPRESA DE AGUA POTABLE DE SANTIAGO

DIRECCION: AV. G. BULNES 129 - SANTIAGO - CHILE - CASILLA 1537 - TELEFONO 64201

- 5 -

El contar con un embalse en el río Maipo y poder captar los recursos destinados a agua potable desde o poco aguas abajo de él, facilitaría las operaciones de tratamiento, ya que la turbiedad media bajaría notablemente, y lo que es más importante, no habrían grandes y bruscas variaciones de la turbiedad. Estos efectos se traducirían en un ahorro de coagulantes y permitiría eliminar de las plantas de tratamiento la etapa primaria, lo que es realmente significativo para la construcción de la futura planta, ya que el ahorro de inversión puede resultar considerable.

En resumen, puede decirse que la construcción del Embalse El Canelo es, desde el punto de vista del tratamiento del agua, de gran utilidad para la Empresa de Agua Potable de Santiago.

## Embalse Pirque.- Posibilidades de utilización para agua potable

La cota de la descarga del Embalse Pirque, según los antecedentes que se tienen, se situaría aproximadamente a la cota 650 m. s.n.m. por lo que no sería posible abastecer gravitacionalmente desde él las plantas de Vizcachas y Vizcachitas, que se encuentran aproximadamente a la cota 730 m. (s.n.m.) Una elevación mecánica para abastecer dichas plantas significaría instalar una potencia aproximada de 24.000 K.W. con un consumo anual del orden de 200 millones de KW. h.

Por otra parte, el instalar la futura planta de tratamiento aguas abajo del embalse Pirque, plantea problemas similares a los anteriores, ya que sería necesario realizar grandes elevaciones, a fin de poder servir adecuadamente las zonas altas de Santiago.

Por estas razones, se considera preferible en caso de construirse el Embalse Pirque, realizar las captaciones para agua potable a cotas más altas, directamente en el río Maipo.

Depto. de Estudios  
y Construcción  
Noviembre 1973  
CCL/mabj

Tasas de riego

Las tasas de riego que se consideran en el presente estudio fueron calculadas por Rendel, Palmer y Tritton para las zonas de Curacaví-Casablanca y Yali-Alhué y por la Sección Agrología de la Dirección de Riego para la zona de Santiago-Norte, utilizándose la misma para la Primera Sección del Río Maipo y la Primera Sección del Río Mapocho.

La demanda total por hectárea a nivel predial es la siguiente, expresada en m<sup>3</sup>/há.

C U A D R O N°1

Meses	Primera Sec.del Maipo y Santiago Norte	Curacaví Casablanca	Yali Alhué
MAY.	-	86,8	60,2
JUN.	-	-	-
JUL.	-	4,1	4,3
AGO.	-	177,7	179,5
SEP.	431	405,1	422,6
OCT.	1.180	721,7	735,5
NOV.	1.156	978,8	987,4
DIC.	1.951	1.324,3	1.348,0
ENE.	2.186	1.580,3	1.622,6
FEB.	1.759	1.379,1	1.400,0
MAR.	1.412	1.233,1	1.253,9
ABR.	425	670,8	710,5
m <sup>3</sup> /Há/año	11.000	8.561,8	8.724,5

//.

En la tasa de riego de Santiago Norte está considerada la eficiencia de riego, no así en las otras dos.

Para el cálculo de la tasa de riego para Santiago Norte en bocatoma y en l/s/há se estimó una pérdida por conducción en los canales de un 20% (el canal matriz será revestido). Además se colocó en los meses de invierno una demanda igual a un 10% de la máxima mensual, para agua de bebida y otros usos menores.

Para determinar las tasas de riego en bocatoma, de las zonas de Curacaví, Casablanca y Yali-Alhué, se considerará una demanda de 1.05, 1.00 y 0.95 l/s/há respectivamente en el mes de máxima demanda y en los demás meses repartida proporcionalmente según el cuadro N°1. (Esto equivale a considerar una eficiencia de riego y conducción conjunta de 58, 61 y 66% respectivamente).

	0,27	0,26	0,21
0,57	0,48	0,46	0,53
0,80	0,53	0,62	0,76
0,94	0,88	0,84	0,86
1,05	1,05	1,00	0,95
0,85	0,92	0,87	0,83
0,68	0,82	0,79	0,65
0,20	0,45	0,42	0,27

//.

C U A D R O N°2

Tasas de riego en bocatoma, en litros por segundo y por hectárea.

Crecimiento del Gran Santiago.-

El crecimiento demográfico y habitacional

Meses	Primera Sec.del Maipo y Stgo.Norte	Curacaví	Casablanca	Yali-Alhué
MAY	0,10	0,06	0,06	0,10
JUN	0,10	-	-	0,10
JUL	0,10	-	-	0,10
AGO	0,10	0,12	0,11	0,10
SEP	0,21	0,27	0,26	0,21
OCT	0,57	0,48	0,46	0,53
NOV	0,80	0,65	0,62	0,76
DIC	0,94	0,88	0,84	0,86
ENE	1,05	1,05	1,00	0,95
FEB	0,85	0,92	0,87	0,83
MAR	0,68	0,82	0,79	0,65
ABR	0,20	0,45	0,42	0,27

//.

SUPERFICIE ANEXO 4.- SUPERFICIE AGREGADA  
(HECTAREAS) (HECTAREAS)

Crecimiento del Gran Santiago.-

El crecimiento demográfico y habitacional de la Ciudad de Santiago tiene importante incidencia en el uso del agua. En el caso de ocupación habitacional de áreas que anteriormente fueron terrenos de riego, se produce una liberación de aguas usadas en el riego, en tanto que el incremento demográfico involucrado requiere un mayor consumo de agua para uso doméstico.-

En este caso nos interesa conocer cuál será el aumento habitacional en terrenos que son actualmente de riego.-

Para investigar esto se obtuvo, del Ministerio de la Vivienda y Urbanismo, un plano en el que se indican áreas de ocupación habitacional para ciertos años. Se midieron estas áreas a planímetro, agrupándolas en los años considerados. El resumen de este trabajo, hecho por el Depto. de Estudios de la Dirección de Riego en Octubre de 1971, se indica en el cuadro siguiente:

//.

Ocupación habitacional en Santiago.-

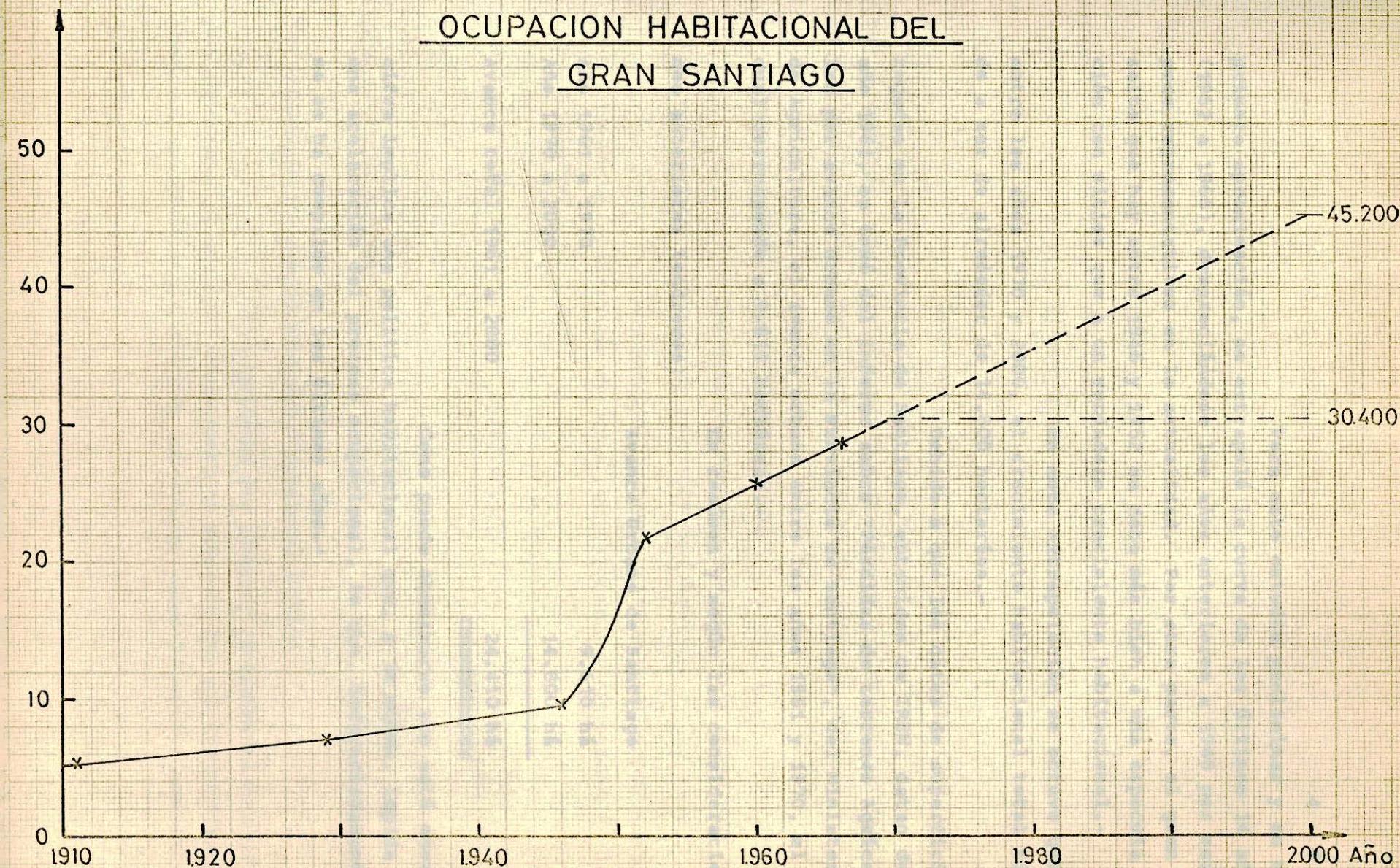
AÑO	<u>SUPERFICIE PARCIAL</u> (HECTAREAS)	<u>SUPERFICIE ACUMULADA</u> (HECTAREAS)
1700	223	223
1800	144	367
1854	599	966
1897	2.341	3.307
1911	1.873	5.180
1929	1.871	7.051
1946	2.536	9.587
1952	12.093	21.680
1960	3.745	25.425
1966	3.016	28.441

La curva correspondiente a la superficie total en función del tiempo y su extrapolación aparece en la Figura adjunta, para el período comprendido entre 1900 y 2000.-

//.

Miles de  
Has.

OCUPACION HABITACIONAL DEL  
GRAN SANTIAGO



Para este estudio preliminar y en una primera aproximación, se extrapoló la curva de los últimos 14 años (1952 a 1966), despreciándose los años anteriores a 1946 por ser poco representativos en la actualidad. Por otra parte, el gran salto que hay entre 1946 y 1952 se debe más bien a una especulación con sitios que a un verdadero crecimiento habitacional.-

De esta extrapolación se obtuvo que, entre los años 1970 y 2000, el crecimiento habitacional total tiene de ser de alrededor de 14.800 hectáreas.-

Debido a que los datos de superficies regadas en la Provincia de Santiago, obtenidos de IREN, datan del año 1961, se tomó del informe sobre "Pérdidas de terrenos Agrícolas por avance urbano en la Provincia de Santiago", del Ministerio de Agricultura, el avance urbano entre los años 1961 y 1970, el cual corresponde a 9.610 hectáreas.-

En resumen y según las consideraciones anteriores tendremos:

Avance Urbano de Santiago	
Año 1961 a 1970	9.610 há
Año 1970 a 2000	14.800 há
	<hr/>
Avance total 1961 a 2000	24.410 há
	<hr/> <hr/>

Como puede observarse aun está enorme cifra implica una política habitacional que, a lo menos, impida una aceleración del proceso ocupacional, lo que, desgraciadamente no se ha cumplido en los últimos años.-

Galón Oriente, Chacabuco, Santa Julia Norte y San José de Chacabuco.

Población Huechuraba

**EFFECTOS EN EL BALANCE DE AGUAS**

**DEL CRECIMIENTO DEMOGRAFICO EN LA CIUDAD DE SANTIAGO.-**

La superficie total se distribuye y ocupa como sigue:

Interesa analizar los efectos a largo plazo que se produce en este balance de aguas por el crecimiento demográfico y habitacional de Santiago. Aquí hay que entrar a considerar que el aumento standard de vida de la población incrementa el consumo de agua per capita.

**2.- Población y densidad habitacional actual.**

Resultan de mayor interés los datos entre 1952 y 1966, último año de datos completos de ocupación habitacional.

Los datos de población para el área correspondiente se obtuvieron en la Dirección de Estadística y Censos y nos conduce a la tabla siguiente:

<u>AÑO</u>	<u>POBLACION</u>	<u>SUPERFICIE</u>	<u>DENSIDAD</u> $\frac{\text{Hab}}{\text{Há}}$
1952	1.528.000	21.680	70
1960	2.186.000	25.425	86
1966	2.683.000	28.441	94

**3.- Algunas tendencias de densidad ocupacional actual.**

Se recopilaron los planos y antecedentes necesarios para determinar la densidad ocupacional en cinco de las más importantes poblaciones construídas por CORVI en los últimos años: Población Huechuraba,

//.

Colón Oriente, Chacabuco, Santa Julia Norte y San José de Chuchunco.

### Población Huechuraba

Se encuentra ubicada en la comuna de Conchalí. La superficie total ocupada es de 41,50 Hás., sin contar el terreno de reserva contiguo a esta población.

La superficie total se distribuye y ocupa como sigue:

<u>TIPO DE VIVIENDA</u>	<u>SUPERFICIE</u>	<u>Nº DE VIVIENDAS</u>
Operación Sitio	54.595	314
Autoconstrucción	31.493	182
Viviendas definitivas	120.830	686
Edificios de Departamentos	18.050	224
Escuelas	10.520	2
Parvularios y juegos infantiles	4.824	
Zonas comerciales	4.257	
Centros sociales	2.617	
Iglesia	1.792	
Calles, pasajes, áreas libres y servidumbre	<u>165.726</u>	
	414.704 m <sup>2</sup> .	

Las zonas ocupadas por viviendas abarcan 224.968 m<sup>2</sup>. o sea un 54,5% de total. Las zonas destinadas a calles, áreas libres y equipamiento comunitario ocupan el 45,5% del área en total 189.715 m<sup>2</sup>.

Si a las 1.406 viviendas de esta población se le asigna un promedio de 5 personas por vivienda resulta una población total de 7.030 y una densidad habitacional de 169 habitantes por Há.

Población Colón Oriente

Está ubicada en la comuna de Las Condes.

La superficie se distribuye como sigue:

Superficie de lotes	96.600 m <sup>2</sup>	46,9 %
Superficie de calles	38.420 m <sup>2</sup>	18,0 %
Superficie de áreas libres		
Pasajes y juegos infantiles	61.871 m <sup>2</sup>	29,0 %
Superficie de equipamiento común	<u>13.077 m<sup>2</sup></u>	6,1 %
	209.968 m <sup>2</sup>	

El número total de viviendas es de 644. Asumiendo 5 personas por vivienda resultan 3.220 habitantes y una densidad habitacional de 153 Hab/Há.

Población Chacabuco.

Ubicada en la comuna de Conchalí y cuyos datos han podido obtenerse en la siguiente forma:

Superficie total del terreno	483.360 m <sup>2</sup>
Superficie áreas libres, calles, etc.	252.661
Superficie para equipamiento comunitario	28.407
Superficie del sitio medio	177
Número de sitios	1.186

Con cinco personas por grupo familiar resultan 5.930 personas y una densidad de 123 Hab/Há.

Población Santa Julia Norte.

Se encuentra ubicada en la comuna de Ñuñoa. La superficie se distribuye como sigue:

Area Habitacional	321.986	47,1 %
Calles y estacionamientos	130.716	19,3 %
Areas verdes y pasajes	99.445	14,6 %
Area verde intercomunal	71.150	10,5 %
Equipamiento comunitario	<u>56.648</u>	8,5 %
	679.945	

El loteo consta de 1.920 departamentos y 100 viviendas. Al promedio de 5 personas por vivienda resultan 14.630 personas y una densidad de 215 Hab/Há.

#### Población San José de Chuchunco.

La superficie total ocupada por esta población es de 101,86 Há. y consta de :

310	sitios autoconstrucción
1.892	sitios para operación sitio
972	viviendas en un piso
<u>448</u>	viviendas en altura
3.612	Total de viviendas

Esto hace un total de 18.110 habitantes y una densidad de 178 habitantes por há.

#### 4.- Balance entre el consumo de agua para uso doméstico y el consumo de agua para riego en la misma área.

Quando una superficie de riego se ocupa con fines habitacionales se liberan, por una parte, derechos de agua para riego y, por otra parte, se consume agua para uso doméstico. El equilibrio entre estos dos tipos de consumo de agua se encuentra el igualar el consumo doméstico por hectárea ocupada con el consumo de riego también por hectárea. El limite de

equilibrio se encuentra al aplicar esta relación al mes crítico en que la proporción entre ambos usos resulta más competitiva durante la temporada de riego.

Lo anterior puede expresarse por la ecuación:

$$\frac{H \cdot D \cdot K \cdot n}{1.000} = T$$

en que:

- H = Densidad habitacional del área ocupada en  $\frac{\text{Hab}}{\text{Ha.}}$
- D = Dotación media de agua para uso doméstico en lts/día/Hab.
- K = Coeficiente de variación mensual de D, en tanto por ciento.
- n = Número de días del mes.
- T = Tasa de riego del mes en  $\frac{\text{m}^3}{\text{Ha.}}$

Usando los valores de K adoptados por la Dirección de Obras Sanitarias y una tasa de riego provisoria para la zona de Santiago tendríamos la siguiente tabla durante los meses de la temporada de riego:

MES	n	K	T
Sept.	30	75	532
Oct.	31	87	1.315
Nov.3	30	110	1.850
Dic.	31	128	2.230
Ene.	31	135	2.660
Feb.	28	130	2.250
Mar.	31	127	1.865
Abr.	30	110	895

Así para el caso del mes de Enero la ecuación resulta:

//.

$$ND = 63.500$$

y para el caso del mes de Octubre:

$$ND = 47.000$$

Así tenemos que para la más alta de las densidades habitacionales que hemos considerado en las construcciones últimas, caso de Población Santa Julia Norte, toda dotación per capita superior a

$$D = \frac{47.000}{215} = 220 \frac{\text{lbs}}{\text{día} \times \text{Hab}}$$

provoca un desequilibrio en el balance de aguas, en el caso de ocupación habitacional de terrenos que hayan sido de riego o sea que, no solamente se consume en uso doméstico el agua de uso agrícola que anteriormente tenían los terrenos regados sino que se ocupa agua adicional que, en caso de escasez, produciría falla de riego en el mes considerado.

Pero veamos cual es la tendencia futura.

5.- Según estudios y datos de la Empresa de Agua Potable de Santiago para 1985 la E.A.P.S. servirá una población de 1.719,170 habitantes y la Empresa de Agua Potable El Canelo 1.561.350 habitantes con dotaciones medias de 522 y 347 lbs/día/hab. Esto dá una dotación media ponderada de 440  $\frac{\text{lbs}}{\text{día Hab.}}$

Se observa que esta dotación es el doble de la del punto de equilibrio de la Población Santa Julia Norte ya mencionada.

De esto podemos concluir que practicamente cualquier aumento habitacional actual deja un saldo desfavorable a riego si la situación se proyecta a 1985 o fecha posterior. Esto es válido si se ocupan terrenos de riego y con mayor razón en el caso de remodelación.

Podemos pues independizarnos del área agrícola que se ocupará ya que mayor importancia que ella tiene la sola influencia del incremento demográfico.

Se puede estimar que el agua que se ocupará en uso doméstico proporcionado por la E.A.P.S. en el año 1985 en el mes de Octubre sera:

$$3.280.000 \times 0,450 \times 0,87 \times 31 = 38 \times 10^6 \text{ m}^3.$$

Como actualmente se usan en el mes de Octubre 17 millones de m<sup>3</sup>. el agua adicional para 1985 será de  $21 \times 10^6 \text{ m}^3$  lo que alcanzaría para regar  $\frac{21 \times 10^6}{1.315} = 16.000 \text{ Hás.}$

La tendencia de la curva de ocupación de área indica que para 1985 se ocuparía solamente 12.600 Hás adicionales.

La conclusión de este estudio, limitado hasta 1985, es entonces que el incremento demográfico de la ciudad de Santiago en la zona que sirve la E.A.P.S. está dejando fuera de riego o de posibilidad de riego la cantidad de 1.000 Hás anuales, en la zona superior del área del Maipo.

Como parte del agua para uso doméstico se devuelve al sistema de aguas servidas se vé entonces la necesidad de encontrar aplicación para estas aguas.-

Santiago, Octubre de 1971

AÑOS DE OCUPACION HABITACIONAL CON AREA OCUPADA EN

4-12

COMUNAS	1700 y anterior	1800	1854	1897	1911	1929	1946
SANTIAGO	212,0	144,0	462,4	1.730,8	1.005,2	244,0	173,6
CONCHALI	-	-	-	-	48,4	108,8	76,8
LAS CONDES	7,2	-	3,6	7,2	-	4,8	384,4
PROVIDENCIA	-	-	-	7,6	224,4	379,6	141,2
ÑUÑO A	-	-	-	208,0	45,2	342,0	720,0
LA REINA	-	-	-	-	-	109,2	26,0
LA FLORIDA	-	-	-	-	-	-	-
MAIPU	-	-	65,2	-	-	-	245,2
BARRANCAS	-	-	58,8	7,2	-	-	1,0
QTA. NORMAL	-	-	-	2,0	355,8	365,2	146,4
RENCA	4,0	-	8,5	-	35,6	91,2	-
QUILICURA	-	-	-	-	-	-	-
SN. MIGUEL	-	-	-	73,6	88,0	49,2	393,2
LA GRANJA	-	-	-	-	-	11,6	-
PUENTE ALTO	-	-	-	8,0	19,2	45,2	-
PIRQUE	-	-	-	-	-	-	151,2
C. DE TANGO	-	-	-	-	-	-	-
LA CISTERNA	-	-	-	255,2	-	12,8	-
SN. BERNARDO	-	-	-	41,2	51,2	107,6	80,8
	223,2	144,0	598,5	2.340,8	1.873,0	1.871,2	2.535,8

Las superficies anotadas fueron medidas a planimetro por la Comisión Proyecto Maipo, en plano Corvi.

COMUNAS	HECTAREAS			TOTAL OCUPADO (HAS)	TOTAL LIBRE ENCERRADO (HAS)	TOTAL COMUNA (HAS)	4-13 TOTAL LIBRE (HAS)
	1952	1960	1966				TOTAL LIBRE (HAS)
SANTIAGO	247,2	71,2	129,2	4.419,6	223,0 <sup>99</sup>	5.530,0	1.110,4
CONCHALI	780,8	83,2	196,4	1.294,4	75,6	5.240,0	3.945,6
LAS CONDES	1.805,8	184,4	609,2	3.002,6	334,6	112.600,0	109.677,4
PROVIDENCIA	119,2	40,8	6,8	919,6	-	1.100,0	180,4
ÑUÑO A	812,0	328,8	408,8	2.864,8	290,8	9.920,0	7.055,2
LA REINA	943,6	-	421,6	1.500,4	7,6		
LA FLORIDA	778,5	437,6	91,2	1.307,3	1.145,2	7.130,0	5.822,7
MAIPU	520,0	453,6	160,6	1.444,6	26,4	16.010,0	14.565,4
BARRANCAS	521,2	18,0	74,2	680,4	12,8	17.760,0	17.329,1
QTA. NORMAL	140,8	34,0	52,4	1.096,6	40,0	1.690,0	593,4
RENCA	226,4	140,4	94,8	600,9	-	13.930,0	17.329,1
QUILICURA	114,4	22,0	92,4	228,8	8,4	6.000,0	5.771,2
SN. MIGUEL	1.088,0	412,8	261,6	2.306,4	380,8	2.820,0	513,6
LA GRANJA	591,0	744,8	134,8	1.682,2	34,8	4.200,0	2.717,8
PUENTE ALTO	911,9	41,6	-	1.025,9	-	9.510,0	7.484,1
PIRQUE	-	-	-	151,2	-	39.870,0	39.718,8
C. DE TANGO	149,6	-	-	149,6	-	7.190,0	7.040,4
LA CISTERNA	1.569,0	594,0	271,6	2.702,6	21,6	2.960,0	257,4
SN. BERNARDO	774,2	137,2	71,2	1.263,4		16.230,0	14.966,6
	2.093,6	3.744,4	3.016,8	28.441,3	2.601,6	282.770,0	255.829,1

<sup>99</sup> Total libre aproximado. Datos del XIII Censo Prov. Stgo, Serie B N° 7

Las superficies anotadas fueron medidas a planimetro por la Comisión Proyecto Maipo, en plano Corvi.

## A N E X O 5.-

### Hidrología del Río Maipo.-

#### A.- Estadística Hidrológica.-

En el Cuadro N° 1 que se incluye, se registran los gastos medios mensuales del Río Maipo en La Obra, de nominados "Maipo menos Yeso". Para los años comprendidos entre 1930 y 1949, durante los cuales no se contaba con medidas del gasto del Río Yeso, se supuso que este último era equivalente al 10% del gasto total del Maipo.-

Toda la estadística del Río Maipo en La Obra proviene de la recopilación practicada por Rendel, Palmer y Tritton, corregida con la información proporcionada por la Junta de Vigilancia del Río Maipo.-

En el Cuadro N° 2, se registra la estadística del Río Yeso en Boca del Valle.-

#### B.- Variación Estacional.-

En el Cuadro N° 3, se registra la variación, para dos probabilidades de excedencia (o porcentaje de sequedad) de 50% y 85%, obtenidas ambas del Informe de Rendel, Palmer y Tritton.-

Se agrega además la curva de gastos medios mensuales del Maipo en La Obra para la gran sequía de 1968/1969.-

R I O - M A I P O EN LA OBRA

MEJORES RIOS Y SESO EN BOCA DEL VALLE .--

AÑO MEDIO ESTUDIO	GASTOS MEDIOS MENSUALES EN m <sup>3</sup> /s											
	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr
1940	32	38	44	49	51	86	137	216	275	152	79	65
1941	72	73	75	103	95	195	278	334	475	274	94	52
1942	44	44	46	75	70	97	166	159	189	134	81	58
1943	50	46	41	40	43	81	154	199	157	146	73	56
1944	43	37	46	69	74	103	180	256	242	129	94	81
1945	58	44	38	37	45	73	83	119	124	125	77	45
1946	33	32	32	31	36	49	104	108	115	94	68	42
1947	25	31	25	27	34	51	132	143	124	94	60	34
1948	31	25	39	45	54	123	171	319	177	126	85	59
1949	79	49	33	37	34	74	129	119	111	79	66	38
1950	31	23	25	29	36	58	81	214	164	90	62	39
1951	29	31	41	40	39	63	123	191	149	93	67	41
1952	37	36	36	30	50	66	108	171	125	108	67	39
1953	29	35	38	80	124	102	221	323	248	178	119	68
1954	52	49	38	37	41	57	135	157	140	100	66	44
1955	33	36	30	28	30	45	124	133	121	104	68	45
1956	39	34	33	41	49	60	115	116	114	92	72	39

RIO MAIPO EN LA OBRA  
HEMOS RIO YESO EN BOCA DEL VALLE

Año Hidrológico	MAY	Jun	Jul	Agc	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr
1957	24	26	25	28	34	54	108	162	152	92	69	41
1958	30	40	33	29	53	118	131	155	119	96	65	4
1959	41	34	35	50	65	90	154	217	177	99	76	48
1960	31	36	39	36	44	79	149	188	123	85	71	40
1961	35	47	38	40	50	111	197	232	165	116	80	49
1962	33	43	39	37	38	65	131	137	100	78	57	36
1963	27	25	43	45	64	90	139	319	362	183	104	65
1964	47	38	36	30	39	51	75	81	98	78	67	51
1965	39	39	35	75	63	106	186	175	235	144	97	62
1966	48	41	43	46	60	91	147	145	145	113	67	55
1967	38	32	29	26	28	50	80	130	107	88	57	39
1968	23	21	21	20	20	19	36	38	58	59	39	21
1969	22	23	22	29	30	36	97	219	134	103	68	47
1970	36	30	34	35	39	54	90	98	73	60	42	34
1971	27	24	34	36	46	82	144	136	116	73	34	22
Promedio *	38	36	37	43	49	77	134	178	164	112	72	47

\* 1940 a 1971.-

115 113 62

## CUADRO N° 2

## RIO YESO EN BOCA EL VALLE

Año Hidrológico	GASTOS MEDICOS MENSUALES EN m <sup>3</sup> /s											
	May	Jun.	Jul.	Agos.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.
1940	2	2	2	2	3	3	8	10	8	9	4	3
1941	3	3	2	2	2	8	10	16	19	17	9	4
1942	2	1	0	0	1	2	6	12	23	18	6	5
1943	3	4	4	4	4	9	14	22	24	10	8	7
1944	2	1	1	0	2	6	12	31	21	16	11	9
1945	6	5	4	4	3	7	6	10	11	12	8	5
1946	5	4	4	3	4	4	9	9	12	9	6	4
1947	4	3	3	3	3	4	9	12	14	15	7	4
1948	3	4	5	3	3	5	11	21	20	11	6	6
1949	5	2	2	2	3	6	11	11	11	8	6	5
1950	4	3	3	3	3	4	6	12	12	9	7	5
1951	4	3	3	3	3	4	12	15	15	11	11	7
1952	5	5	4	3	4	5	8	15	15	12	8	7
1953	6	3	3	3	6	8	14	27	27	18	16	9
1954	5	5	5	5	5	5	11	13	14	11	8	5
1955	4	3	3	3	3	4	10	12	12	10	7	5
1956	5	4	3	3	4	5	8	9	9	14	7	4

## RIO YESO EN BOCA DEL VALLE

AÑO HIDRO logico	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr
1957	4	3	4	3	3	5	8	19	20	13	7	5
1958	3	3	3	2	3	11	12	17	19	17	10	6
1959	5	5	4	4	4	8	11	17	21	18	11	7
1960	6	5	4	3	3	5	7	11	11	9	7	5
1961	4	3	2	3	4	5	11	14	15	12	10	7
1962	6	4	3	3	4	5	11	14	13	9	5	4
1963	5	4	2	2	3	5	8	25	34	24	13	9
1964	7	5	4	4	4	4	6	7	9	100	7	6
1965	5	4	3	4	5	7	11	14	23	19	11	9
1966	8	5	4	4	5	6	6	12	14 <sup>+</sup>	12	8	6
1967	4	3	3	2	2	4	5	9	8	8	6	4
1968	3	2	2	2	2	2	4	4	6	5	4	3
1969	3	2	2	2	3	6	7	19	16	12	8	5
1970	4	3	4	2	3	4	7	9	8	8	6	4
1971	3	2	3	2	3	6	12	14	13	9	6	6
Promedio *	4.3	3.4	3.1	2.8	3.3.	5.4	9.1	14.4	15.5	12.3	7.9	5.6

1940 a 1971 \*

\* En Enero de 1967 entró en operación el Embalse El Yeso

## C U A D R O N° 3.-

Variación Estacional Río Maipo en La Obra.-  
(corresponde al gasto total del Maipo en La Obra)

	% Sequedad		Sequía 1968 - 1969
	50%	85%	
MAY	47	35	26
JUN	43	36	23
JUL	43	35	23
AGO	45	33	22
SEP	60	40	22
OCT	87	59	21
NOV	141	110	40
DIC	199	129	42
ENE	193	125	64
FEB	130	98	64
MAR	86	70	43
ABR	56	44	24

Nota.- La suma mes a mes de los gastos medios mensuales de estas sequedades no corresponde al volumen total del escurrimiento para los años 50% a 85%.--

Los volúmenes totales de escurrimiento son, según Rendel , Palmer y Tritton y para los años de sequedad 50% y 85%, de 2.700 y 2.365 millones de m<sup>3</sup>, respectivamente; en cambio, si sumamos mes a mes los gastos del Cuadro 3, obtenemos para los años 50% y 85%, de 2.940 y 2.120 millones de m<sup>3</sup> respectivamente.--

A N E X O 6.-

Hidrología del Río Mapocho

En el Cuadro que va a continuación, se registran los gastos medios mensuales del Río Mapocho, entre los años 1928 y 1971.-

La estadística de los años 1928 a 1967 proviene del Informe Rendel, Palmer y Tritton; la de los años 1968 a 1971 se obtuvo de la entonces Sección Hidrometría de la Dirección de Riego que pasó después a la Dirección General de Aguas.-

Año	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Sepiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Total
1928	2.0	4.6	5.0	5.0	5.4	6.9	7.2	7.2	51.8
1929	2.2	2.0	2.5	5.7	10.7	10.7	15.1	15.1	62.0
1930	2.2	1.0	5.0	6.7	5.0	6.0	20.8	17.1	59.8
1931	3.0	3.3	4.2	4.7	5.7	8.6	8.7	15.9	63.8
1932	2.7	3.6	5.5	4.2	11.5	5.0	12.6	12.6	72.7
1933	2.1	1.0	5.8	5.5	5.0	2.7	8.2	5.3	43.6
1934	10.8	11.2	5.0	6.0	6.2	22.5	21.8	14.5	108.0
1935	2.5	3.7	2.7	3.1	3.7	3.2	17.0	17.0	55.8
1936	3.5	5.4	3.6	4.3	4.4	4.8	0.5	0.5	37.0
1937	2.1	2.1	4.3	4.8	10.2	10.2	21.5	21.5	86.6
1938	2.7	3.8	3.1	3.5	2.0	5.8	3.7	3.7	38.6
1939	2.8	3.5	2.4	2.6	2.1	5.7	6.1	6.1	40.3
1940	2.7	2.7	5.8	3.7	4.7	4.5	4.5	4.5	42.9
1941	2.1	2.5	2.7	10.2	9.0	17.5	2.10	2.10	58.1
1942	1.5	2.5	2.5	3.3	5.0	5.7	16.6	16.6	56.7
1943	1.7	2.7	2.5	3.0	3.5	7.0	7.7	7.7	45.8

Gastos medios mensuales, Rio Marcebo en los Almendros  
Incluyendo Datos en Puente Filme y Las Cordes. -

Año Hidrológico	GASTOS MEDIOS MENSUALES EN RIOS CUÉBICOS POR SEGUNDO											
	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septien.	Octub.	Novien.	Diciem.	Enero	Febrero	Marzo	Abril
1928	2.8	4.6	5.0	5.0	5.4	9.9	11.2	7.5	6.8	4.8	2.0	2.1
1929	2.1	2.4	2.5	5.7	10.3	12.3	15.1	12.2	8.4	5.4	3.1	2.3
1930	2.4	3.4	5.0	6.7	8.0	9.0	20.8	25.4	15.4	12.4	13.5	13.5
1931	11.8	4.3	4.1	4.7	5.7	8.4	9.7	17.9	19.1	13.8	10.7	7.0
1932	4.7	3.6	5.5	4.2	4.5	6.0	17.0	15.7	15.3	12.4	9.8	8.1
1933	5.1	5.0	5.8	6.3	6.9	8.3	8.2	6.5	6.0	4.3	3.5	2.9
1934	19.8	13.3	5.6	6.0	8.4	12.8	22.4	20.1	15.1	3.5	3.0	3.2
1935	9.5	2.4	2.7	3.1	3.7	8.2	13.2	8.1	6.2	4.5	3.0	2.7
1936	3.5	3.4	3.6	4.2	7.4	8.8	9.5	8.3	6.7	4.3	3.2	2.2
1937	2.4	2.1	5.3	6.4	10.2	10.9	23.6	27.1	11.7	6.6	4.2	2.0
1938	1.7	1.8	1.4	1.5	2.9	3.8	3.3	4.0	4.4	3.2	2.5	1.7
1939	1.8	1.9	2.4	2.2	3.4	5.1	6.1	6.0	5.7	4.3	2.5	1.9
1940	1.7	1.7	2.9	3.7	4.1	4.5	4.5	4.5	4.2	3.7	3.6	4.9
1941	4.4	5.5	9.7	11.8	9.0	17.5	23.0	28.0	39.0	22.0	8.1	8.4
1942	5.2	3.9	3.3	3.3	5.0	5.1	10.6	12.3	11.9	5.7	4.2	3.0
1943	2.5	2.7	2.5	3.0	5.6	7.5	7.7	7.6	7.0	6.8	3.3	2.4

AÑO HI- DROLOGICO	GASTOS MEDIOS MENSUALES EN METROS CUBICOS POR SEGUNDO											
	Mayo	Junio	Julio	Agoato	Septiem.	Octub.	Noviem.	Dic.	Enero	Febrero	Marzo	Abril
1944	1.7	2.2	4.2	7.6	16.0	22.0	31.0	22.0	11.0	11.0	6.4	5.0
1945	3.0	2.5	2.6	3.0	4.0	4.2	4.3	4.3	4.0	4.1	2.8	2.3
1946	1.7	1.7	2.0	1.7	2.3	3.5	6.1	3.9	4.7	3.7	4.0	2.1
1947	1.3	2.3	2.2	2.1	6.0	8.6	14.0	9.1	6.3	4.0	2.5	1.7
1948	2.6	1.8	4.1	6.0	9.8	19.5	17.8	18.6	8.0	4.9	2.5	1.9
1949	5.8	5.0	3.5	4.2	4.2	7.0	8.2	5.3	3.6	2.9	2.4	2.0
1950	2.7	2.3	1.9	3.2	6.2	10.0	11.0	13.8	5.3	3.3	2.1	1.5
1951	2.0	3.3	3.0	5.1	6.2	10.4	11.7	9.7	6.9	3.9	2.7	1.7
1952	2.3	3.1	3.5	4.3	11.0	11.6	8.8	10.9	6.5	5.4	3.5	2.5
1953	2.7	3.7	4.0	11.7	16.7	16.8	34.5	22.6	13.0	10.8	5.4	3.8
1954	3.1	3.9	3.7	5.1	4.7	5.8	10.3	7.7	6.8	4.2	3.1	2.2
1955	3.0	3.2	2.9	2.9	5.1	7.4	11.6	7.9	4.2	3.7	2.5	1.5
1956	1.7	1.6	1.2	3.1	4.0	5.4	6.1	4.1	5.1	3.2	1.8	2.5
1957	3.7	3.5	2.7	3.7	6.7	6.0	8.7	7.9	5.3	3.4	3.2	1.9
1958	2.2	7.5	5.2	3.3	8.1	14.4	13.9	9.4	4.8	4.0	3.0	2.4
1959	2.7	2.6	5.5	5.3	13.2	13.4	13.7	12.2	8.0	4.8	3.4	2.5

6.4

**GASTOS MEDIOS MENSUALES**  
**Río Mapocho en los Almendros Incluyendo en**  
**Puente Nihue y Las Condes.-**

Año Hidrolg.	GASTOS MEDIOS MENSUALES EN METROS CUBICOS POR SEGUNDO											
	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiem.	Octub.	Noviem.	Diciem.	Enero	Febrero	Marzo	Abril
1960	2.3	3.7	3.3	4.8	5.7	10.1	14.2	12.1	7.0	5.2	6.4	5.2
1961	4.4	5.2	3.7	5.0	9.5	22.7	17.1	18.1	7.6	5.5	3.9	2.5
1962	2.2	1.8	1.9	2.2	4.9	5.1	5.3	5.3	4.9	5.0	3.4	2.8
1963	1.9	2.1	3.9	5.1	11.2	23.2	23.8	30.0	17.4	7.1	4.1	2.8
1964	2.6	2.6	2.5	2.4	3.3	3.0	2.8	2.9	3.2	2.6	1.7	1.7
1965	1.9	2.0	2.1	8.1	8.2	14.4	19.8	13.4	10.4	5.1	3.1	2.1
1966	1.8	1.9	2.9	3.8	6.6	9.4	8.6	6.8	5.2	3.7	2.4	1.8
1967	0.9	0.9	1.4	1.4	2.4	3.2	2.4	3.7	3.3	2.4	1.7	1.4
1968	1	0.9	0.8	0.8	1	1	1	1.4	1.9	2	1.2	0.8
1969	1.4	4.3	1.5	3.2	5	7	8	7.9	5	3	1.4	1.1
1970	1.2	4.7	10.5	9.0	8	6.5	5.3	5.2	4	2.0	1.7	1.4
1971	1.0	1.1	3.0	3.8	4.9	8.2	7.5	4.2	3.4	1.1	2	3.4

ANEXO 7.-Capacidad del Canal Santiago Norte y  
del Embalse de Cola.-

La zona de Santiago Norte comprende 3 sectores bien definidos con respecto al Embalse Canta Rana, que son:

- Aguas arriba de Canta Rana
- Aguas abajo de Canta Rana pero sobre Chicauma y
- Aguas abajo de Canta Rana y bajo Chicauma

En el primer sector es preciso entregar el agua sin regular, directamente del canal matriz; en el segundo sector, la demanda se entrega regulada por el embalse y en el tercero la demanda se entrega también regulada, pero se consideran las recuperaciones de riego que afloran en la angostura de Chicauma.

El primer sector se divide en cuatro partes que son: Las Cruces, con 981 hectáreas; Colina, con 7.024 hectáreas; Peldehue, con 2.944 hectáreas y Chacabuco con 31.154 hectáreas.

El segundo sector se divide en dos partes que son: Huechú, con 2.216 hectáreas y Polpaico, con 5.780 hectáreas.

El tercer sector se denomina Lampa y Rinconada, con un total de 9.712 hectáreas.

Aplicando a estos sectores las tasas de riego calculadas para la zona, tenemos el siguiente cuadro de demandas:

Mes	1er Sector				2° Sector		3er Sector	Santiago Norte
	Las Cruces	Colina	Peldehue	Chacab.	Huechún	Polpaico	Lampa y Rinconad.	TOTAL
MAY	0,10	0,70	0,29	0,32	0,22	0,58		2,21
JUN	0,10	0,70	0,29	0,32	0,22	0,58		2,21
JUL	0,10	0,70	0,29	0,32	0,22	0,58		2,21
AGO								
SEP	0,21	1,47	0,62	0,66	0,47	1,21	0,07	4,71
OCT	0,56	4,00	1,68	1,79	1,26	3,28	3,57	16,14
NOV	0,79	5,61	2,36	2,52	1,77	4,62	5,79	23,46
DIC	0,92	6,60	2,77	2,96	2,08	5,43	7,16	27,92
ENE	1,03	7,37	3,09	3,31	2,32	6,06	8,23	31,41
FEB	0,83	5,96	2,50	2,68	1,88	4,91	6,28	25,04
MAR	0,67	4,77	2,00	2,14	1,51	3,93	4,63	19,65
ABR	0,20	1,40	0,59	0,63	0,44	1,16		4,42
<b>TOTAL</b>	<b>5,51</b>	<b>39,28</b>	<b>16,48</b>	<b>17,65</b>	<b>12,39</b>	<b>32,34</b>	<b>35,73</b>	<b>159,38</b>

m<sup>3</sup>/sTotal millones m<sup>3</sup>

415

En la demanda del sector Lampa y Rinconada se ha considerado la recuperación en Chicauma, la cual se ha estimado en un 30 % del riego de las zonas que quedan sobre ella y que son Peldehue, Chacabuco, Huechún y Polpaico.-

Estas cuatro zonas tienen en conjunto una demanda de riego total de  $78,86 \text{ M}^3/\text{s}$ . El 30 % de esta cantidad es  $78,86 \cdot 0,3 = 23,66 \text{ M}^3/\text{s}$ . Se supone que esta recuperación, por el efecto retardado de las aguas subterráneas, se reparte en forma uniforme a través del año. Luego la recuperación mensual en Chicauma será :  $23,66/12 = 1,97 \text{ m}^3/\text{s}$ .-

#### A.- Capacidad del Canal Santiago Norte sin regulación de Cola.-

En caso de no contar con regulación de cola es posible abastecer la demanda de Santiago Norte con la regulación de cabeza; pero el canal debe tener capacidad suficiente para atender la demanda máxima en cada tramo.-

Estas demandas máximas son las siguientes:

<u>TRAMO</u>	<u>Longitud</u> ( Km. )	<u>Capacidad</u> <u>Canal m<sup>3</sup>/s</u>
Río Maipo - Las Cruces	69	31,4
Las Cruces - Colina	38	30,4
Colina - Portezuelo de Peldehue	4	23,0
Port. Peldehue - Chacabuco	30	6,4
Port. Peldehue - Huechún	15	16,6
Huechún - Polpaico	20	14,3
Polpaico - Chicauma	30	8,2

Un canal matriz proyectado para abastecer a la zona sin regulación de cola, tendría las siguientes características:

**B.- Capacidad de Canal y de Embalse de Cola para Santiago - Norte.-**

Capacidad de canal  $m^3/s$

Primeramente es necesario conocer la demanda bajo el Embalse, compuesta por la de los sectores segundo y tercero.-

<u>Mes</u>	<u>Demanda al Embalse (<math>m^3/s</math>)</u>
MAYO	0,80
JUNIO	0,80
JULIO	0,80
AGOSTO	
SEPTIEMBRE	1,75
OCTUBRE	8,11
NOVIEMBRE	12,18
DICIEMBRE	14,67
ENERO	16,61
FEBRERO	13,07
MARZO	10,07
ABRIL	1,60
TOTAL	80,46 $M^3$ . mes/s

Un canal matriz proyectado para abastecer sólo la zona sin regulación de cola, tendría las siguientes capacidades:

<u>TRAMO</u>	Aducción al Embalse $m^3/s$	Volumen inicial del embalse $m^3$	<u>Capacidad de canal <math>m^3/s</math></u>	Demanda al embalse $m^3/s$	Volumen final del embalse $m^3$
Río Maipo - Las Cruces			14,8		
Las Cruces - Colina	12,69	12,69	13,8	0,80	11,89
Colina - Portezuelo Peldehue	12,69	24,58	6,4	0,80	23,78
	12,69	36,47		0,80	35,67
<p>Si consideramos la capacidad ociosa del tramo Las Cruces - Colina, tenemos que un canal de <math>13,8 m^3/s</math> que funciona en forma continua durante 11 meses del año (se deja un mes para la limpia) puede transportar un volumen anual de <math>151,8 m^3 \cdot m/s</math>. De este volumen, <math>73,4 m^3 \cdot m/s</math> para embalsar, el resto para riego directo en la temporada de riego. Nos faltarían <math>2,10 m^3 \cdot m/s</math> para completar la demanda total de la zona bajo embalse, que es de <math>80,5 m^3/s</math>, deberían aumentar la capacidad del canal en <math>0,2 m^3/s</math>, llegamos a <math>14,0 m^3/s</math>.-</p>					
	1,67	36,59	14,67		21,92
	0,23	22,15	16,61		2,54
<u>Determinación del volumen del embalse.-</u>	2,86	8,40	13,07		1,54
	5,09				
	11,38	1,73			13,11
TOTAL	80,59				

Partiendo con el embalse vacío se obtiene la siguiente regulación teórica:

//.

MES	Aducción al Embalse $m^3/s$	Volumen inicial del Embalse $M^3$	Demanda al Embalse $m^3/s$	Volumen final del Embalse
MAYO	12,69	12,69	0,80	11,89
JUNIO	12,69	24,58	0,80	23,78
JULIO	12,69	36,47	0,80	35,67
AGOSTO		35,67		35,67
SEPTIEMBRE	11,25	46,92	1,75	45,17
OCTUBRE	6,53	51,70	8,11	43,59
NOVIEMBRE	3,51	47,10	12,18	34,92
DICIEMBRE	1,67	36,59	14,67	21,92
ENERO	0,23	22,15	16,61	5,54
FEBRERO	2,86	8,40	13,07	4,67
MARZO	5,09	0,42	10,07	9,65
ABRIL	11,38	1,73	1,60	0,13
TOTAL	80,59		80,46	

## ANEXO B.-

El resultado es que, con un volumen máximo embalsado de  $45,17 \text{ m}^3$  . mes/s, se presenta un déficit de  $9,65 \text{ m}^3$  . mes/s en Marzo.-

Por lo tanto, se necesitará un volumen de embalse de  $54,82 \text{ m}^3$  . mes/s, lo que equivale a 143 millones de  $\text{m}^3$ .- estadística.-

Se considera el gasto saliente del

embalse repartido en dos:

- 1.- Demanda de los canales de Pirque y Santiago Norte (QA)
- 2.- Gasto pasante por el río (QB).-

Alturas aproximadas.- (m.s.n)

Aguas máximas : Embalse	:	950
Aguas mínimas : Embalse	:	880
Aguas máximas Contraestanque QA	:	818
Aguas mínimas Contraestanque QA	:	813
Aguas máximas Contraestanque QB	:	778
Aguas mínimas Contraestanque QA	:	773

En el Cuadro que se inserta a continuación aparece el nivel del agua en el embalse para cada mes del período estadístico analizado (C). La caída disponible en cada caso es la siguiente:

HA (para QA)	= C - 818 (metros)
HB (para QB)	= C - 778 (metros)

## A N E X O 8.-

Nota:

Para el canal de Pirque sólo se ha consultado la demanda de riego para el canal de La Puntilla. Las demandas de riego para las Centrales que se van a instalar con La Puntilla, pueden captar sus aguas bajo la cota 770.-

Gastos medios mensuales y cotas de agua en el embalse, deducidos de la regulación programada de acuerdo con la estadística.- sería la siguiente, salvo cuando el

Embalse rebalsa:

Se considera el gasto saliente del embalse repartido en dos:

	Junio : 5	Septiembre 13	Diciembre : 50	Marzo : 26	12
A.- Demanda de los canales de Pirque y Santiago Norte (QA)					
B.- Gasto pasante por el río (QB).-					

Cotas aproximadas.- (m.s.m)

Aguas máximas : Embalse	: 950
Aguas mínimas : Embalse	: 880
Aguas máximas Contraestanque QA	: 818
Aguas mínimas Contraestanque QA	: 813
Aguas máximas Contraestanque QB	: 778
Aguas mínimas Contraestanque QA	: 773

En el Cuadro que se inserta a continuación aparece el nivel del agua en el embalse para cada mes del período estadístico analizado (C). La caída disponible en cada caso es la siguiente:

HA (para QA)	= C - 818 (metros)
HB (para QB)	= C - 778 (metros)

//.

Nota:

Para el canal de Pirque sólo se ha consultado la demanda de riego, no así la de la Central La Puntilla. Las demás Centrales que estén en series con La Puntilla, pueden captar sus aguas bajo la cota 770.-

La disponibilidad para estas Centrales, expresada en  $m^3/s$  promedio, sería la siguiente, salvo cuando el Embalse rebalsa:

Mayo : 5	Agosto : 8	Noviembre : 39	Febrero : 36
Junio : 5	Septiembre 13	Diciembre : 50	Marzo : 26
Julio : 5	Octubre 25	Enero : 44	Abril : 12

En caso de que se consulte la instalación de centrales de punta, se debe proyectar dos contraestancques Suponiendo una punta de demanda de cuatro horas (14.400 s) en el día, el volúmen de cada contraestancque será de -  
 $5 Q \cdot 14.400 = 72.200 Q$ .-

Los gastos medios mensuales QA y QB se pueden estimar en 20 y 40  $M^3/s$ , respectivamente, de donde se deduce que los volúmenes de contraestancque serán de  $1,500.000 m^3$  y  $3.000.000 m^3$ , aproximadamente.-

MES	1930			1931			1932			1933			
	C	QA	QB	C	QA	QB	C	QA	QB	C	QA	QB	
M J J A S O N D E F M A	950	12	30	950	2	160	950	9	59	950	6	58	
	950	11	58	950	10	49	950	10	43	950	5	64	
	950	8	68	950	9	59	950	8	72	950	8	58	
	950	1	64	950	1	63	950	1	59	950	1	65	
	950	8	54	950	10	68	950	11	55	950	9	59	
	950	11	76	950	12	105	950	14	73	950	12	90	
	950	14	106	950	13	120	950	1	168	950	15	140	
	950	9	204	950	9	236	950	10	207	950	19	191	
	950	8	338	950	8	254	950	11	224	950	20	217	
	950	7	217	950	9	187	950	11	159	950	19	171	
	950	9	161	950	10	146	950	11	90	949	17	77	
	950	2	183	950	9	93	950	8	62	949	13	49	
	M J J A S O N D E F M A	1934			1935			1936			1937		
		C	QA	QB	C	QA	QB	C	QA	QB	C	QA	QB
950		1	120	950	11	42	944	10	30	939	12	30	
950		1	99	950	12	35	945	11	28	930	12	28	
950		8	41	950	11	37	947	10	25	944	9	25	
950		1	57	950	1	44	949	1	30	950	1	35	
950		8	58	946	12	43	949	9	43	950	5	47	
950		7	84	939	12	66	949	11	66	950	5	76	
950		7	148	942	10	97	950	13	111	950	7	110	
950		9	213	947	18	121	950	18	182	950	9	233	
950		11	259	950	20	126	950	19	176	950	14	173	
950		16	166	949	18	99	950	19	99	948	16	99	
950		17	91	943	18	77	944	18	77	949	17	77	
950		13	63	940	13	49	939	14	49	943	14	49	
M J J A S O N D E F M A	1938			1939			1940			1941			
	C	QA	QB	C	QA	QB	C	QA	QB	C	QA	QB	
	942	12	30	893	12	30	880	12	22	950	6	56	
	941	12	28	888	12	28	880	18	28	950	5	68	
	941	13	25	885	12	25	881	11	25	950	5	70	
	942	1	30	889	1	30	894	1	30	950	1	102	
	937	13	43	890	13	43	892	12	43	950	7	88	
	938	16	66	880	15	54	895	15	66	950	5	190	
	934	20	97	880	17	83	907	18	97	950	7	271	
	931	22	121	880	20	105	935	21	121	950	9	327	
	934	22	112	880	20	112	950	227	197	950	8	457	
	924	20	99	880	19	69	950	19	133	950	6	272	
	914	19	77	880	18	42	947	17	77	950	13	90	
	899	14	49	880	14	22	948	11	49	950	8	95	



MES	1954			1955			1956			1957		
	C	QA	QB	C	QA	QB	C	QA	QB	C	QA	QB
M J J A S O N D E F M A	950	11	46	938	11	30	916	12	30	885	10	30
	950	10	44	938	11	28	911	12	28	884	10	28
	950	10	33	938	11	25	919	13	25	880	11	25
	950	1	41	938	1	30	919	1	30	880	1	30
	948	11	43	935	11	43	911	12	43	880	15	23
	944	14	66	926	13	66	902	15	66	880	14	45
	950	13	107	933	11	97	902	17	97	880	14	97
	950	18	152	934	18	121	903	22	121	896	18	121
	950	19	135	929	22	112	909	21	112	906	21	112
	949	19	99	931	19	99	894	20	99	891	20	99
	943	18	77	930	18	77	898	19	77	894	18	77
	939	14	49	921	14	49	882	13	49	885	14	49
	M J J A S O N D E F M A	1958			1959			1960			1961	
C		QA	QB	C	QA	QB	C	QA	QB	C	QA	QB
880		12	30	909	11	30	946	12	30	936	10	30
885		6	28	909	11	28	946	10	28	940	9	28
884		9	25	911	8	25	948	11	25	941	10	25
882		1	30	921	1	30	950	1	30	945	1	30
884		8	43	929	3	43	949	10	43	946	6	43
910		6	66	937	7	66	950	10	66	950	5	93
921		9	97	950	9	107	950	9	147	950	7	201
927		17	121	950	14	220	950	14	185	950	9	237
923		21	112	950	18	180	950	19	115	950	18	162
920		19	99	950	18	99	945	18	99	950	17	111
912		18	77	948	18	77	940	15	77	949	17	77
906	14	49	947	13	49	936	11	49	948	13	49	
M J J A S O N D E F M A	1962			1963			1964			1965		
	C	QA	QB	C	QA	QB	C	QA	QB	C	QA	QB
	948	12	30	920	12	30	950	11	43	896	12	30
	949	12	28	915	12	28	950	11	32	896	12	28
	950	12	25	920	10	25	950	11	29	894	12	25
	950	1	38	926	1	30	950	1	33	916	1	30
	947	11	43	932	5	43	947	13	43	921	8	43
	945	15	66	939	5	66	939	17	66	933	6	66
	950	18	110	950	7	99	935	20	97	950	7	126
	950	21	138	950	9	335	925	23	121	950	13	167
	948	21	112	950	9	406	922	23	112	950	16	227
	941	18	99	950	16	191	904	20	99	950	18	145
	931	18	77	950	17	100	886	19	77	950	18	90
924	13	49	950	13	61	898	14	49	950	14	57	

## ANEXO 9.-

MES	1966			1967			1968		
	C	QA	QB	C	QA	QB	C	QA	QB
M	950	12	44	947	13	30	893	13	30
J	950	12	34	946	13	28	880	13	28
J	950	11	36	944	13	25	880	13	25
A	950	1	49	943	1	30	880	1	25
S	950	9	56	937	14	43	880	15	7
O	950	11	91	927	17	66	880	19	2
N	950	14	148	925	21	97	880	22	18
D	950	19	146	930	22	121	880	25	17
E	950	21	165	920	23	112	880	24	40
F	950	19	126	906	21	99	880	21	43
M	948	19	77	902	19	77	880	20	23
A	947	14	49	904	15	49	880	15	9
MES	1969			1970			1971		
	C	QA	QB	C	QA	QB	C	QA	QB
M	880	13	12	889	13	30	880	13	17
J	880	13	15	884	9	28	880	13	13
J	880	13	11 <sup>30</sup>	888	3	25	880	13	24
A	880	1	30	891	1	30	884	1	30
S	880	11	22	882	8	43	880	13	43
O	880	13	29	880	14	66	883	12	66
N	880	15	89	880	18	97	903	15	97
D	923	18	121	880	21	121	900	22	121
E	923	21	112	880	22	63	888	23	112
F	916	20	99	880	21	47	880	22	99
M	903	20	77	880	19	29	880	19	37
A	893	15	49	880	15	23	880	13	15

A N E X O 9.-

1.- Expropiaciones.-

Embalse el Canelo.-

Casas

276 Unidades

2.- Variantes.-

Resumimos las principales caracterís

ticas físicas del embalse de acuerdo con los datos que disponemos actualmente, los que provienen, en su mayor parte, del Informe Rendel, Palmer y Tritton.-

Sub - estación

9,7 Km.

1 Unidad

A.- Características principales.-

7,3 Km.

Camino a San José de Maipo

10,9 Km.

Muro tipo Camino a Maitenes : Rock - Fill

11,0 Km.

Altura Varios caminos menores : 130 metros

3,0 Km.

Capacidad útil telefónicas y tele : 450 . 10<sup>6</sup>m<sup>3</sup>

10,0 Km.

Volumen de muro : 12 . 10<sup>6</sup>m<sup>3</sup>

Total Aguas Arriba : 1 : 1,75

Total Aguas Abajo : 1 : 1,50

Ancho de Coronamiento : 10 metros

Revancha : 4 metros

Razón Agua / Muro : 37,5

B.- Expropiaciones y variantes.-

Se supone que el Ferrocarril Militar de Puente Alto a El Volcán no se mantendrá, ya que la variante ne cesaria para reemplazar los 11,4 Km. de línea que quedarían dentro del lago, tendría un costo muy alto.-

3.- Sondajes e Inyecciones

2.900

4.- Vertedero

30.700

5.- Obras de toma

6.800

TOTAL

91.000

//.

1.- Expropiaciones.-

Casas	276 Unidades
-------	--------------

2.- Variantes.-

Acueducto Laguna Negra	10,4 Km.
Línea A.T. Maitenes	5,2 Km.
Línea A.T. Queltehues	9,7 Km.
Sub - estación	1 Unidad
Canales	7,3 Km.
Camino a San José de Maipo	10,9 Km.
Camino a Maitenes	11,0 Km.
Varios caminos menores	3,0 Km.
Líneas telefónicas y telegráficas	10,0 Km.

C.- Estimación de costos.-

Basándonos en las cotas indicadas en el Informe de Rendel, Palmer y Tritton y actualizándolos según la variación del índice de precios de la Construcción en los Estados Unidos entre 1969, año en que se calcularon y, 1973, se tienen los siguientes costos estimativos para el Embalse El Canelo.-

	<u>Miles de Dolares</u>
1.- Deseconomía	1.700
2.- Muro	41.300
3.- Sondajes e Inyecciones	2.900
4.- Vertedero	38.300
5.- Obras de toma	6.800
	<hr/>
TOTAL	91.000

A N E X O 10.-

Embalse Pirque.-

Resumimos las principales características físicas del embalse, de acuerdo con los datos de que disponemos.-

Se supone que el muro será de tierra, con taludes 1:3 y 1:2, aguas arriba y aguas abajo, respectivamente, coronamiento de 10 metros y revancha de 3 metros.-

A.- Volumen embalsado, volumen de muro y superficie inundada, en función de la altura de muro.-

Altura de Muro (m)	Superficie Inundada (hás)	Volumen Embalsado ( $10^3 m^3$ )	Volumen Muro ( $10^3 m^3$ )	Razón Agua/Muro
50	2.720	275.000	4.300	64
52	3.000	332.000	5.050	66
55	3.480	428.000	6.600	65
57	3.760	500.000	7.760	64
60	4.110	620.000	9.250	67
62	4.330	700.000	10.420	67
65	4.630	840.000	12.430	67
67	4.820	935.000	13.850	67
70	5.090	1.080.000	16.470	66
72	5.270	1.180.000	18.240	65
75	5.520	1.330.000	21.230	62

Embalse Costa Rica.-

Todos estos valores fueron medidos o calculados en base a planos 1:10.000, con curvas a 5 metros, pertenecientes a la Dirección de Riego.-

B.- Expropiaciones.-

Para el embalse de Pirque no se consulta ninguna variante, ya que su ubicación hace que ningún camino ni línea eléctrica o telefónica atraviese la zona inundada.-

Sólo habrá que habilitar un camino por el borde del lago, para el tráfico local.-

No se dispone por ahora de mayores detalles respecto de la expropiación.-

ANCHO	SUPERFICIE Inundada	VOLUMEN	PERÍMETRO	RELACION
50	90	5.000	470	12
50	250	12.000	1.075	20
70	490	115.000	2.130	18
90	690	335.000	3.450	17
100	870	705.000	5.700	17

B.- Expropiaciones.-

Por tratarse de una zona de poca importancia y de muy poca densidad de población, no hay ninguna variante, la expropiación se limita a unas 560 hás. de praderas en su mayor parte y cercos.-

## A N E X O 11.-

Embalse Santa Rana.-

Se resumen a continuación las principales características físicas del embalse, de acuerdo con los datos de que se dispone.-

Se supone que el muro será del tipo mixto zonificado con taludes 1:3 y 1:2, coronamiento de 8 metros y revancha de 3 metros.-

A.- Volumen embalsado, volumen de muro y superficie inundada, en función de la altura de muro.-

ALTURA de Muro M.	SUPERFICIE Inundada Hás.	VOLUMEN Embalsado Miles m <sup>3</sup>	VOLUMEN Muro Miles m <sup>3</sup>	RELACION Agua/Muro
30	90	9.000	470	19
50	250	42.000	1.070	39
70	480	115.000	2.680	43
90	690	235.000	5.460	43
100	770	305.000	9.380	33

Estos datos fueron obtenidos de estudios realizados en base a planchetas 1:25.000.-

B.- Expropiaciones.-

Por tratarse de una zona de secano y de muy es caso aprovechamiento pecuario, no hay ninguna variante, la expropiación se limita a unas 560 hás. de praderas natural en su mayor parte y cerros.-

ANEXO 12.- Primera etapa del Riego de Santiago Norte.-

En el Capítulo VII se propone el desarrollo del Proyecto por etapas y se consulta en primer lugar la ejecución del canal Santiago Norte y del embalse de Canta Rana.-

En el presente Anexo se estudian las posibilidades de aprovechamiento del sistema, para las condiciones correspondientes al año 1990.-

A.- Demanda a Canta Rana.-

1.- Tasas de Riego

El estudio efectuado por la sección Agrología de la Dirección de Riego de los usos consuntivos siguientes para la zona de Santiago según Blaney y Criddle:

## CUADRO N° 1

USOS CONSUNTIVOS PARA ZONA DE SANTIAGO

Según Blaney y Griddle se obtuvo los valores de factores de Uso

T° C de Santiago	Factores de uso en m <sup>3</sup> /h	Alfalfa		Cereales		Chácaras		Frutales		Viñas		Hortalizas	
		(Praderas)		(base trigo		prom.varios		prom.varios				prom.varios	
		K.	Uso	K.	Uso	K.	Uso	K.	Uso	K.	Uso	K.	Uso
S. 11,5	1.079	0,22	237	0,43	464	-		0,33	356	0,13	140	0,46	496
O. 14,3	1.325	0,48	636	0,87	1.153	0,20	265	0,45	596	0,45	596	0,46	610
N. 17	1.488	0,59	878	0,92	1.369	0,44	655	0,60	893	0,55	818	0,57	848
D. 19,7	1.716	0,77	1.321	0,25	429	0,57	978	0,69	1.184	0,63	1.081	0,65	1.115
E. 20,7	1.734	0,89	1.543			0,81	1.405	0,72	1.248	0,66	1.144	0,69	1.196
F. 19,7	1.442	0,85	1.226			0,81	1.168	0,68	981	0,63	908	0,75	1.082
M. 17,3	1.386	0,71	984			0,68	942	0,64	887	0,46	638	0,59	818
A. 14	1.114	0,35	390					0,13	145	0,13	145	0,33	368
	11.284		7.215		3.415		5.413				5.470		6.533

Las eficiencias de riego para cada cultivo y tipo de suelo son las siguientes según tabla de M. Arner.-

CUADRO N° 2

Suelos	Praderas	Cereales	Chácaras	Frutales	Viñas	Hortalizas
Pesados	55	55	55	-	-	-
Medios	55	55	55	65	60	55
Livianos	35	35	35	60	55	45

El porcentaje de cultivo para cada tipo de suelo es el siguiente:

CUADRO N° 3

Suelos	Praderas	Cereales	Chácaras	Frutales	Viñas	Hortalizas
Pesados	60	20	20	-	-	-
Medios	-	15	45	10	10	20
Livianos	-	15	45	10	10	20

La tasa de riego para cada tipo de suelo puede calcularse con la fórmula siguiente:

$$T = U \cdot \frac{100}{E} \cdot \frac{C}{100}$$

T = Tasa de Riego

U = Uso consumo de cultivo (Cuadro 1)

E = Eficiencia de Riego en % (Cuadro 2)

C = Porcentaje de cultivos en % (Cuadro 3)

Efectuados los cálculos correspondientes se obtienen los valores que se indican en el Cuadro 4 mes a mes para cada tipo de cultivo y totales para suelos, praderas, medios y livianos todo en m<sup>3</sup>/hás.-

C U A D R O N° 4

Tasa de Riego a nivel Predial ( m<sup>3</sup>/hás)

Suelos Pesados

Mes	Praderas	Cereales	Chácaras	Totales
S	258	169	-	427
O	694	420	96	1.210
N	958	498	238	1.694
D	1.441	156	356	1.953
E	1.683	-	511	2.194
F	1.338	-	425	1.763
M	1.074	-	343	1.417
A	425	-	-	425
Total	7.871	1.243	1.969	11.083

Suelos Medios

Mes	Cereales	Chácaras	Frutales	Viñas	Hortalizas	Totales
S	127	-	55	23	181	386
O	315	217	92	99	222	945
N	374	536	137	136	309	1.492
D	117	800	182	180	406	1.685
E	-	1.149	192	191	435	1.967
F	-	955	151	151	394	1.651
M	-	771	136	106	298	1.311
A	-	-	22	24	134	180
Totales	933	4.428	967	910	2.379	9.617

Suelos Livianos.-

Mes	Cereales	Chácaras	Frutales	Viñas	Hortalizas	Totales
S	199	-	59	25	220	503
O	495	341	99	108	271	1.314
N	587	842	149	149	377	2.104
D	184	1.258	197	197	496	2.332
E	-	1.807	208	208	532	2.755
F	-	1.502	164	165	481	2.312
M	-	1.211	148	116	364	1.839
A	-	-	24	26	164	214
Total	1.465	6.961	1.048	994	2.905	13.373

## 2.- Terrenos regados por Canta Rana.-

Como Canta Rana no puede (salvo subir mucho la cota de entrega), cubrir más de 20.000 hás. haremos el cálculo de la demanda para esa cifra.-

### a) Superficie bajo Chicauma.-

Los terrenos bajo Chicauma son:

Suelos Pesados	2.100 hás.
Suelos Medios	4.900 hás.
Suelos Livianos	2.700 hás.

### b) Superficie sobre Chicauma

Los terrenos sobre Chicauma son:

Suelos Pesados	4.690 hás.
Suelos Medianos	5.420 hás.
Suelos Livianos	190 hás.

### c) Cálculo de la Demanda total.-

Aplicando los valores anteriores a las tasas obtenidas en el Cuadro 4 obtenemos la Demanda total del Embalse Canta Rana para 20.000 hás. (Cuadro 5).-

Nota: Por ser el canal Matriz un canal revestido se han considerado pérdidas exclusivamente en la red de canales secundarios, los cauales se han estimado en un 20%.-

En este Cuadro se consideró además la recuperación en Chicauma, la cual se estimó en un 30% del riego aguas arriba de ésta Angostura y repartida uniformemente a lo largo del año.-

Suelos ubicados sobre Chicauma.- (10,300 há)

M E S	Pesados 4,690 há		Medianos 5,420 há		Livianos 190 há		Demanda Conjunto 10,300 há		Recuperación 30 <sup>o</sup> /o	
	Unitario	Total	Unitario	Total	Unitario	Total	Neto	Bruto	Al mes	Promedio
	(m <sup>3</sup> /há)	(m <sup>3</sup> /s)	(m <sup>3</sup> /há)	(m <sup>3</sup> /s)	(m <sup>3</sup> /há)	(m <sup>3</sup> /s)	(m <sup>3</sup> /s)	(m <sup>3</sup> /s)	(m <sup>3</sup> /s)	(m <sup>3</sup> /s)
M							0,8	1,0	0,2	1,05
J							0,8	1,0	0,2	1,05
J							0,8	1,0	0,2	1,05
A	427	0,38	588	0,73	588	0,52	1,00	1,92	-	1,05
S	427	0,38	386	1,77	503	1,37	0,04	4,12	1,94	0,6
O	1.210	1,37	945	2,02	1.314	3,18	0,09	6,30	5,7	1,2
N	1.694	1,88	1.492	3,18	2.104	2,45	0,15	7,18	6,63	1,8
D	1.953	1,79	1.685	3,72	2.332	2,87	0,16	8,37	10,04	2,1
E	2.194	1,43	1.967	3,12	2.755	3,40	0,19	8,90	9,92	2,4
F	1.763	1,16	1.651	2,48	2.312	1,91	0,13	5,84	6,52	1,5
M	1.417	0,34	180	0,34	214	0,22	0,02	0,90	1,00	0,3
A	425		180		214					
<b>NETOS TOTALES</b>	<b>11.083</b>		<b>9.617</b>		<b>13.373</b>				<b>12,6</b>	<b>12.60</b>

NOTA : Para los meses de Invierno se ha considerado una demanda igual al 10<sup>o</sup>/o de la máxima.

Suelos ubicados bajo Chicauma.- ( 9.700 há)

M E S	Pesados 2.100 há		Medianos 4.900 há		Livianos 2.700 há		Demanda Conjunto 9.700 há		Rec. Z.Alta (m <sup>3</sup> /s)	Demanda (Neta) Z.Baja (m <sup>3</sup> /s)	Demanda Z. Alta (m <sup>3</sup> /s)	D.R. Demanda Canta (m <sup>3</sup> /s)
	Unitario	T Total	Unitario	S Total	Unitario	S Total	Neto (m <sup>3</sup> /s)	Bruto (m <sup>3</sup> /s)				
M							0,8	1,0	1,05	-	1,0	1
J							0,8	1,0	1,05	-	1,0	1
J							0,8	1,0	1,05	-	1,0	1
A							-	-	1,05	-	-	-
S	427	0,35	386	0,73	503	0,52	1,60	1,92	1,05	0,9	1,9	3
O	1.210	0,98	945	1,77	1.314	1,37	4,12	4,94	1,05	3,9	5,1	9
N	1.694	1,37	1.492	2,82	2.104	2,19	638	7,66	1,05	6,6	7,6	14
D	1.953	1,58	1.685	3,18	2.332	2,43	7,19	8,63	1,05	7,6	8,7	16
E	2.194	1,78	1.967	3,72	2.755	2,87	8,37	10,04	1,05	9,0	9,9	19
F	1.763	1,43	1.651	3,12	2.312	2,40	6,95	8,34	1,05	7,3	8,2	16
M	1.417	1,15	1.311	2,48	1.839	1,91	5,54	6,65	1,05	5,6	6,5	12
A	425	0,34	180	0,34	214	0,22	0,90	1,08	1,05	-	1,4	1

B.- Otras Demandas.-C.- Remisión.-

Además de las demandas a Canta Rana es preciso considerar la demanda al Mapocho, que está compuesta por la demanda de riego de la Primera Sección del Mapocho (2.000 hás) y la demanda de Agua Potable al Mapocho en el año 1990, y la demanda al río Maipo, que está compuesta por la demanda de Riego de la Primera Sección del río Mapocho (95.100 hás.) la demanda de Agua Potable al Río Maipo en el año 1990 y 3 m<sup>3</sup>/s de continuos para el alcantarillado.-

Estas demandas están indicadas en el Cuadro 6:

C U A D R O N° 6

	<u>DM</u> Demanda al Mapocho m <sup>3</sup> /s	<u>DM</u> Demanda al Maipo M <sup>3</sup> /s	<u>DR</u> Demanda a Canta Rana m <sup>3</sup> /s
M	1	26	1
J	1	23	1
J	1	23	1
A	1	23	1
S	1	34	3
O	2	72	9
N	3	96	14
D	4	115	16
E	4	124	19
F	3	102	16
M	3	88	12
A	2	38	1
Total	26	764	94

//.

C.- Regulación.-

Se hizo la regulación del Embalse Canta Rana y el Embalse El Yeso para 42 años de estadística. En el Cuadro de Regulación se calculó primero el sobrante del Río Maipo al restarle a los datos estadísticos la demanda respectiva. Este sobrante constituye una parte de lo que es posible llevar a Canta Rana. A continuación se calculan los sobrantes del Río Maipo en forma similar a la anterior pero, en este caso, se utiliza el Embalse El Yeso para cubrir las fallas en caso de que estas existieran. Posteriormente se suman los sobrantes, los cuales, con un máximo de  $15 \text{ m}^3/\text{s}$ , que es la capacidad de aducción, son conducidos al Embalse Canta Rana. Finalmente se lleva a efecto la regulación de este embalse considerando la aducción anteriormente explicada, con una capacidad del embalse de  $54 \text{ m}^3 \text{ m/s}$  (140 millones de  $\text{m}^3$ ) tomando en cuenta la demanda del embalse.-

Los resultados de esta regulación, con respecto al embalse Canta Rana se indican en el Cuadro 7:

Cuadro 7

Año	Aducción Total de Sobrantes ( $\frac{\text{m}^3}{\text{s}}$ )	Volumen sobrante en embalse año anterior ( $\text{m}^3 \text{ m/s}$ )	Sobrante ( $\frac{\text{m}^3}{\text{s}}$ )	Disponibilidad Total ( $\text{m}^3 \text{ m/s}$ )	Fallas ( $\frac{\text{m}^3}{\text{s}}$ )	Porcentaje de fallas %
38	54	33	24	63	31	33
39	67	-	-	67	27	29
46	68	19	9	78	16	17
47	81	3	-	84	10	11
50	79	5	-	84	10	11
64	70	50	57	63	31	33
67	53	50	27	76	18	19
68	-	-	-	-	94	100
69	62	-	8	54	40	43
70	70	8	10	68	26	28
71	91	-	-	91	3	3

Si despreciamos la última falla por ser menos de un 10%, tenemos 10 años fallados en un total de 42 años de estadística lo que nos da una seguridad de un 76% la cual es insuficiente.-

D.- Demanda a Canta Rana para 18.000 hás.-

Para un nuevo cálculo se estimaron las demandas para 18.000 hectáreas, rebajando 2.000 hectáreas de las zonas antes de Chicauma. Para calcular estas demandas se enviaron - las demandas de la zona bajo Chicauma que seguían iguales a las de la zona alta calculadas en forma proporcional (o sea, multiplicando las del Cuadro 5 por  $8,3/10,3 = 0,8058$ ).-

C U A D R O N° 8

MES	Demanda sobre Chicauma		Recuperaciones		Demanda Bajo Chicauma		Demanda total	
	Neto	Bruta	Mensual	Continua	Bruta	Bruta-Recup.	Total	Redondeada
M	0,67	0,80	0,20	1,04	1,01	-	0,80	1
J	0,67	0,80	0,20	1,04	1,01	-	0,80	1
J	0,67	0,80	0,20	1,04	1,01	-	0,80	1
A	0,67	0,80	0,20	1,04	1,01	-	0,80	1
S	1,31	1,57	0,39	1,04	1,92	0,88	2,45	2
O	3,43	4,12	1,03	1,04	4,92	3,90	8,02	8
N	5,11	6,13	1,84	1,04	7,66	6,62	12,75	13
D	5,81	6,97	2,09	1,04	8,63	7,59	14,56	15
E	6,66	7,99	2,40	1,04	10,04	9,00	16,99	17
F	5,48	6,58	1,97	1,04	8,34	7,30	13,88	14
M	4,38	5,26	1,58	1,04	6,65	5,61	10,87	11
A	0,94	1,13	0,34	1,04	1,08	0,04	1,17	1
Total	---	42,95	12,44	12,48	-	40,94	83,89	85

Con la demanda total del Cuadro 8 se hizo un análisis rápido de la regulación anterior en el que se consideró solamente los años con problemas obteniéndose el resultado - indicado en el Cuadro 9.-

CUADRO N° 9

AÑO	Aducción total ( $M^3/s$ )	Sobrante Emb. Año Anterior ( $m^3m/s$ )	Sobrante no Aprovecha. ( $m^3m/s$ )	Disponibilidad total ( $m^3m/s$ )	Fallas ( $m^3m/s$ )	Fallas %
38	54	39	31	62	23	27
39	67	-	-	67	18	21
46	68	26	17	77	8	9
47	81	3	-	84	1	1
50	79	11	64	86	-	0
64	70	54	62	62	23	27
67	53	54	31	76	9	10
68	-	-	-	-	85	100
69	62	-	8	54	31	36
70	70	8	11	67	18	21
71	91	-	6	85	-	0

Si despreciamos nuevamente las fallas menores que un 10% por no ser significativas, tendremos 6 años fallados de un total de 42 años lo que nos da una seguridad de 86%, la cual es satisfactoria.-

Por lo tanto, el estudio de la primera etapa se hará con 18.000 hectáreas bajo Canta Rana.-

ANEXO 13.- Riego de Curacaví y Casablanca.-

En el capítulo V se analizaron las principales características del riego de estos valles.-

Nos limitaremos, por lo tanto, a justificar el monto de los recursos disponibles y a registrar el cálculo de la regulación.-

A.) Recursos.-

Los recursos provienen de los retornos de riego y del alcantarillado de Santiago, no se consideraron los excedentes del río Mapocho por ser estos escasos y muy irregulares.-

1.- Retornos de Riego.-

En los retornos de riego se consideró lo actualmente regado por el Maipo al Norte del río Mapocho (21.100 hás.), lo regado en el futuro por el canal Santiago Norte (25.000 hás.) y 5.000 hectáreas más en Colina y Mapocho.-

De estos riego se consideró una recuperación - de un 20% diferida en un mes. Los cálculos correspondientes están en el Cuadro 1.- ( Todos los valores están en  $m^3/s.-$ )

C U A D R O      N° 1

Los valores indicados en el Cuadro 1 han sufrido, posteriormente, importantes modificaciones que deberán ser consideradas en los cálculos.

MES	Demanda Santiago Norte	Recuperación Stgo Norte	Demanda Mapocho Colina	Recuperación Mapocho-Colina	Demanda Reg. Maipo	Recuperación.Reg Maipo	Recuperación Total
M	-	1,7	0,5	0,4	2,3	1,1	3,2
J	-	-	0,5	0,1	2,3	0,5	0,6
J	-	-	0,5	0,1	2,3	0,4	0,5
A	-	-	0,5	0,1	3,5	0,5	0,6
S	7,8	-	1,5	0,1	6,1	0,7	0,8
O	12,5	1,6	2,5	0,3	11,8	1,2	3,1
N	15,0	2,5	3,5	0,5	18,2	2,4	5,4
D	24,0	3,0	4,5	0,7	23,6	3,6	7,3
E	27,5	4,8	5,0	0,9	20,8	4,7	10,4
F	18,3	5,5	4	1,0	16,7	4,2	10,7
M	15,0	3,6	3	0,8	12,3	3,3	7,7
A	8,8	3,0	2	0,6	5,7	2,5	6,1
					Total	56,4 . m <sup>3</sup> m 146,5 . 10 <sup>8</sup> m <sup>3</sup>	

En el Cuadro 1 se indican las recuperaciones de las aguas Potables que están disponibles para el riego de Curacaví-Casablanca descontándole lo que se consume en las zonas anteriormente. Los valores indicados en el Cuadro 1 han sufrido, posteriormente, importantes modificaciones que deberán ser - consideradas en los nuevos estudios que se efectúen en la regulación de Curacaví- Casablanca.-

## 2.- Alcantarillado de Santiago.-

Las recuperaciones del alcantarillado de Santiago se reciben en su mayor parte a través del río Mapocho y del Zanjón de la Aguada, aguas arriba de la futura bocatoma del canal Curacaví-Casablanca. Estas recuperaciones riegan en la zona de Maipú alrededor de 4.400 hectáreas, de las cuales unas 2.600 devuelven sus recuperaciones al Zanjón de la Aguada. En el Cuadro 2 se indica el consumo efectivo de las 4.400 hectáreas. Para la demanda de riego se usó la tasa de riego indicada por el informe Rendel, Palmer y Tritton para la zona - Maipo-Mapocho, las recuperaciones se supusieron de un 20% di-feridas en un mes (Todo en m<sup>3</sup>/s)

C U A D R O N° 2.-

MES	Demanda 4.400 há.s	Demanda 2.600 há.s	Recuperaciones 2.600 há.s.	Demanda efectiva
M	0,4	0,3	0,1	0,3
J	0,4	0,3	0,1	0,3
J	0,4	0,3	0,0	0,4
A	0,7	0,4	0,1	0,6
S	1,1	0,7	0,1	1,0
O	2,2	1,3	0,1	2,1
N	3,4	2,0	0,3	3,1
D	4,4	2,6	0,4	4,0
E	3,9	2,3	0,5	3,4
F	3,1	1,8	0,4	2,7
M	2,3	1,4	0,4	1,9
A	1,1	0,6	0,3	0,8

En el Cuadro 3 se indica las recuperaciones del Agua Potable que están disponibles para el riego de Curacaví - Casablanca descontándole lo necesario para el riego indicado anteriormente.-

El consumo medio total para el Gran Santiago es, para el año 2000, de 28,74 m<sup>3</sup>/s. De esto se recupera por el alcantarillado un 75%. Todo el alcantarillado desagua al Mapocho o al Zanjón, excepto el de Puente Alto que lo hace al Maipo. El consumo de Agua Potable para Puente Alto en el año 2000 será de 3,09 m<sup>3</sup>/s, por lo que el consumo medio de Agua Potable recuperable será de 26,65 m<sup>3</sup>/s. Estos valores del Agua Potable, así como la curva de variación estacional de su demanda, fueron obtenidos del informe "Abastecimiento de Agua Potable del Gran Santiago" de la OPRU. (Todas las cifras indicadas anteriormente están sujetas a servicios particulares).-

C U A D R O N° 3

MES	Demanda Recuperable de Agua Potable m <sup>3</sup> /s	Recuperación por Alcantarillado m <sup>3</sup> /s	Demanda Efectiva Zona La Agua m <sup>3</sup> /s	Recuperación disponible para Curacaví-Casablanca m <sup>3</sup> /s
M	22,8	17,1	0,3	16,8
J	16,9	12,7	0,3	12,4
J	16,9	12,7	0,4	12,3
A	17,7	13,3	0,6	12,7
S	19,0	14,2	1,0	13,2
O	25,1	18,8	2,1	16,7
N	28,2	21,2	3,1	18,1
D	36,7	27,5	4,0	23,5
E	34,1	25,6	3,4	22,2
FE	30,0	22,5	2,7	19,8
M	33,3	25,0	1,9	23,1
A	27,0	20,2	0,8	19,4
			Total $\frac{m^3}{s}$	210,2
			Total m <sup>3</sup> .10 <sup>6</sup>	546,5

B.- Demandas.-

Según las superficies indicadas en el Anexo 1 y las tasas de riego del Anexo 2 tenemos el siguiente Cuadro de Demandas en m<sup>3</sup>/s.-

CUADRO N° 4

Sigla Zona	DCU cu- racavi Total	DG a l Ba- jo Embalse Viñilla	DCa 2 Sobre E Perales	DCa 3 Bajo E Perales	DCa 4 Sobre E Ovalle	DCa 5 Bajo E Ovalle	DCa 6 Bajo E Orozco	Total
M	1,3	0,1	0,0	0,5	0,1	0,1	0,1	2,2
J	-	-	-	-	-	-	-	-
J	-	-	-	-	-	-	-	-
A	2,6	0,1	0,1	0,8	0,1	0,2	0,1	4,0
S	5,9	0,3	0,2	1,9	0,3	0,5	0,2	9,3
O	10,6	0,5	0,3	3,4	0,6	0,9	0,4	16,7
N	14,3	0,7	0,4	4,6	0,8	1,2	0,5	22,5
D	19,4	0,9	0,6	6,2	1,0	1,6	0,7	30,4
E	23,1	1,1	0,7	7,4	1,3	1,9	0,9	36,4
F	20,2	1,0	0,6	6,5	1,1	1,6	0,8	31,8
M	18,0	0,9	0,6	5,9	1,0	0,5	0,7	28,6
A	9,9	0,5	0,3	3,1	0,5	0,8	0,4	15,5
Total	125,3	6,1	3,8	40,3	6,8	10,3	4,8	197,4
Total en m <sup>3</sup> . 10 <sup>6</sup>								513,2

La sigla indicada en primer término es la utilizada en el Cuadro de regulación.-

C.- Regulación.-

Como los recursos provienen exclusivamente de recuperaciones, estos serán iguales todos los años y su seguridad dependerá de la seguridad del riego y del Agua Potable, que en el estado actual de los estudios es de 86% y 100% respectivamente.-

El cuadro de cálculo de la regulación contiene las columnas que se detallan a continuación. para cada una se consigna la sigla empleada, la referencia con respecto a otras columnas y la descripción correspondiente.-

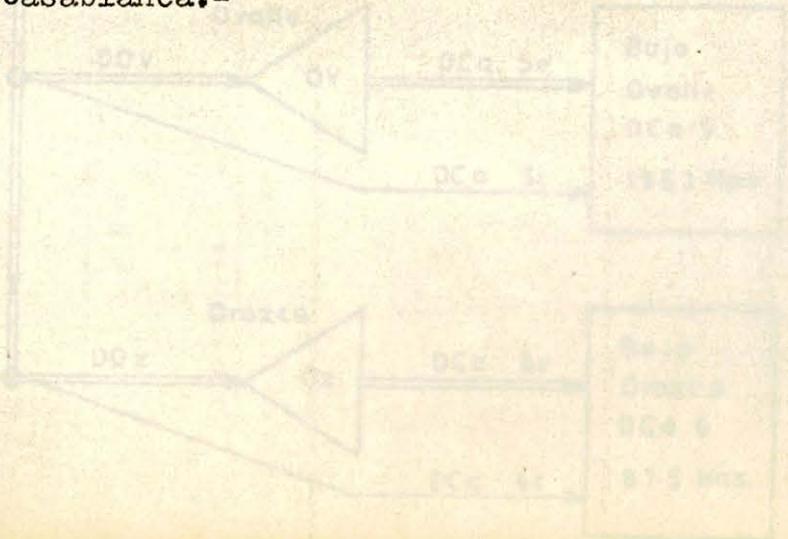
Columna	Sigla	Referencias	Descripción
1	RAP	Cuadro 3	Recuperaciones Agua Potable
2	RR	Cuadro 1	Recuperaciones de Riego
3	RT	RAP+RR	Recuperación total
4	QT		Demanda Bruta Curacaví - Casablanca
5	DCU	Cuadro 4	Demanda Curacaví total
6	P1	QT- DCU	Pasante uno
7	DV		Aducción Embalse Viñilla
8	VV1	VV2 anterior +DV	Volumen inicial Viñilla
9	DCa 1	Cuadro 4	Demanda bajo Viñilla
10	DCalc	DCal-DCale	Demanda Viñilla directa al canal
11	DCale	DCal-DCalc	Demanda Viñilla al embalse
12	VV2	VV1-DCale	Volumen final Viñilla
13	P2	P1-DV-DCalc	Pasante dos
14	DP		Aducción embalse Perales
15	VP1	VP3 anterior +DP	Volumen inicial Perales
16	Perd	10% de QT	Pérdidas totales del Sistema
17	VP2	VP1- Perd	Volumen dos de perales
18	DCa 2	Cuadro 4	Demanda sobre Perales
19	DCa 3	Cuadro 4	Demanda bajo Perales
20	DCa3e	DCa3-DCa3e	Demanda bajo Perales al embalse
21	DCa3a	DCa3 -DCa3e	Demanda bajo Perales directa al canal.

Columna Sigla Referencias

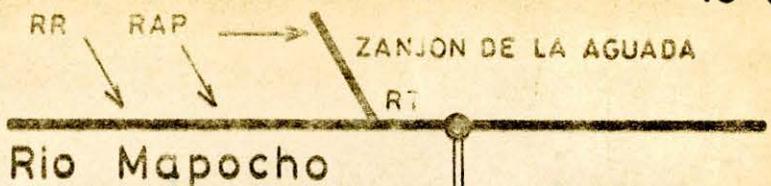
Descripción

22	VP3	VP2-DCa 3e	Volumen final Perales
23	P3	P2-DP-DCa2-DCa3c	Pasante tres
24	DOv		Aducción a Embalse Ovalle
25	VOv1	VOv2 anterior+DOv	Volumen inicial Embalse Ovalle
26	DCa4	Cuadro 4	Demanda sobre Ovalle
27	DCa5	Cuadro 4	Demanda bajo Ovalle
28	DCa5c	DCa5-DCa5c	Demanda bajo Ovalle difecta al can
29	DCa5e	DCa5-DCa5e	Demanda bajo Ovalle al embalse
30	VOv2	VOv1-DCa 5e	Volumen final Ovalle
31	P4	P3-DOv-DCa4-DCa5c	Pasante cuatro
32	DO2		Aducción a Embalse Orozco
33	VO2 1	VOz2 anterior+DOz	Volumen inicial Orozco
34	DCa6c	Cuadro 4	Demanda bajo embalse Orozco
35	DCa6c	DCa6-DCa6e	Demanda Orozco directa al canal
36	DCa6e	DCa6-DCa6c	Demanda Orozco al embalse
37	VOz 2	VOz1-DCa6e	Volumen final Orozco

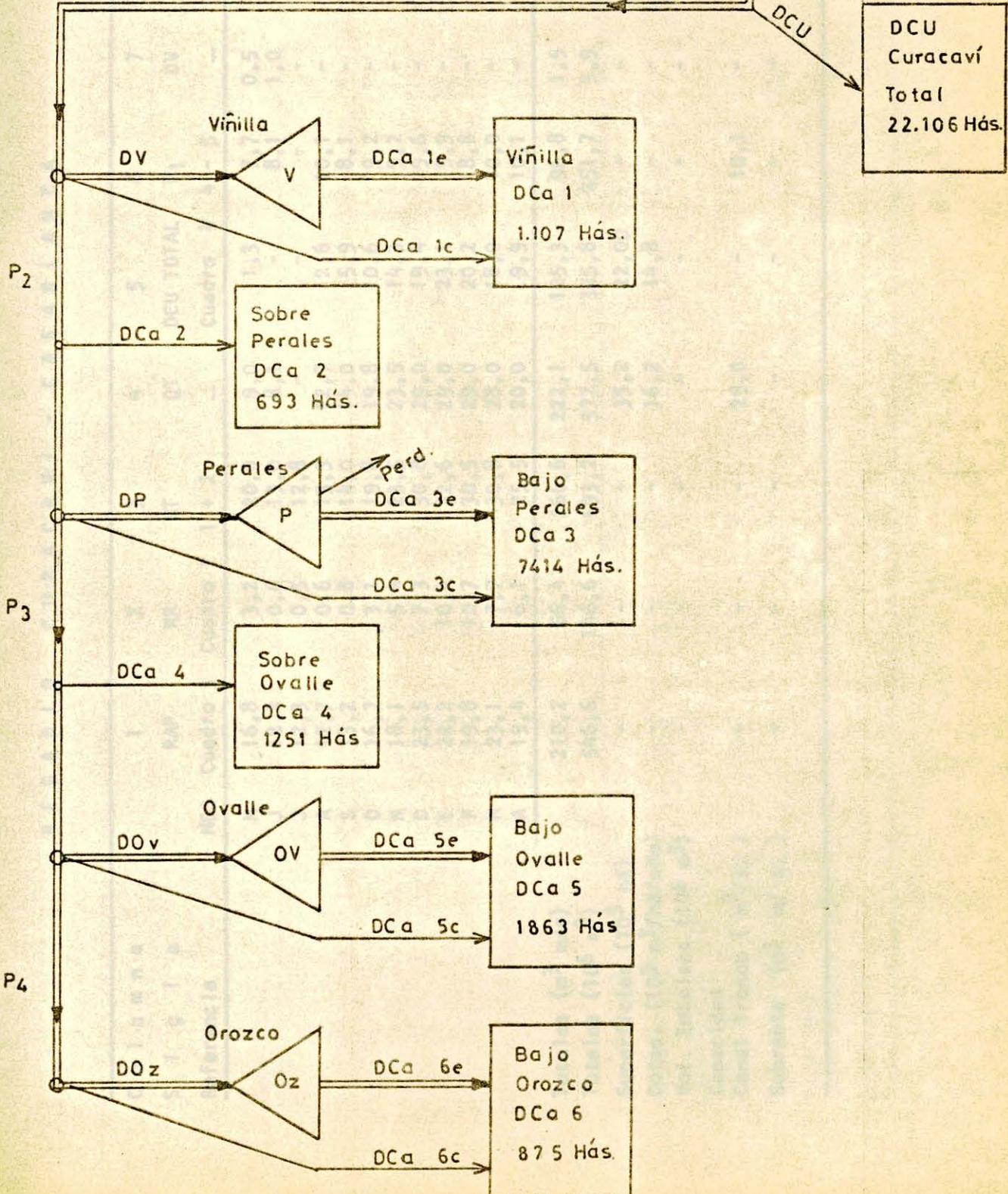
Para una mejor comprensión del Cuadro de Regulación se indica en la figura adjunta un esquema del riego de Curacaví-Casablanca.-



# ESQUEMA DE REGADIO CURACAVI-CASABLANCA



CANAL MATRIZ CURACAVI - CASABLANCA



REGADIO CURACA VI - CASABLANCA

(Continuación)

Columna		1	2	3	4	5	6	7	8
Signala		RAP	RR	RT	QT	DCU TOTAL	P <sub>1</sub>	DV	VV <sub>1</sub>
Referencia	MES	Cuadro 3	Cuadro 1	1 + 2	—	Cuadro 4	4 - 5	—	12 ant+7
Referencia	M	16,8	3,2	20,0	9,0	1,3	7,7	0,5	0,5
	J	12,4	0,6	13,0	8,1	-	8,1	1,0	1,5
	J	12,3	0,5	12,8	-	-	-	-	1,5
	A	12,7	0,6	13,3	12,7	2,6	10,1	-	1,5
	S	13,2	0,8	14,0	14,0	5,9	8,1	-	1,5
	O	16,7	3,1	19,8	19,8	10,6	9,2	-	1,5
	N	18,1	5,4	23,5	23,5	14,3	9,2	-	1,5
	D	23,5	7,3	30,8	29,0	19,4	9,6	-	1,5
	E	22,2	10,4	32,6	29,0	23,1	5,9	-	1,5
	F	19,8	10,7	30,5	29,0	20,2	8,8	-	0,5
	M	23,1	7,7	30,8	28,0	18,0	10,0	-	-
	A	19,4	6,1	25,5	20,0	9,9	10,1	-	-
Totales (m <sup>3</sup> m/s)		210,2	56,4	266,6	222,1	125,3	96,8	1,5	-
Totales (10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )		546,6	146,6	693,2	577,5	325,8	251,7	3,9	-
Superficies (10 <sup>3</sup> há)		-	-	-	35,2	22,00	-	-	-
Dotac. (10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup> /há/año)		-	-	-	16,2	14,8	-	-	-
Vol. Embalses (10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )		-	-	-	-	-	-	-	3,9
Capacidad Canal Tronco ( m <sup>3</sup> /s. )		-	-	-	29,0	-	10,1	-	-
Sobrante (m <sup>3</sup> m/ s. )		-	-	-	-	-	-	-	-

REGADIO CURACAVI - CASABLANCA  
(Continuación)

Columna	9	10	11	12	13	14	15	16
Sigla	DCa1	DCalc	DCale	VV2	P2	DP	VP1	PERD
Referencia	MES Cuadro 4	9-11	9-10	8-11	6-7-10	-	22 ant+14	4x 0,1
M	0,1	0,1	-	0,5	7,1	4,6	4,6	0,9
J	-	-	-	1,5	7,1	5,1	8,8	0,8
J	-	-	-	1,5	-	-	8,0	-
A	0,1	0,1	-	1,5	10,0	7,1	15,1	1,3
S	0,3	0,3	-	1,5	7,8	3,7	17,5	1,4
O	0,5	0,5	-	1,5	8,7	3,0	19,1	2,0
N	0,7	0,7	-	1,5	8,5	1,5	18,6	2,3
D	0,9	0,9	-	1,5	8,7	-	16,3	2,9
E	1,1	0,1	1,0	0,5	5,8	-	13,3	2,9
F	1,0	0,5	0,5	-	8,3	-	6,1	2,9
M	0,9	0,9	-	-	9,1	0,6	3,0	2,8
A	0,5	0,5	-	-	9,6	4,3	4,5	2,0
Totales (m <sup>3</sup> m/s)	6,1	4,6	1,5	-	90,7	29,9	-	22,2
Totales (10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )	15,9	12,0	3,9	-	235,8	77,7	-	57,7
Superficies (10 <sup>3</sup> há)	1,11	-	-	-	-	-	-	-
Dotac. (10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup> /há/año)	14,3	-	-	-	-	-	-	-
Vol. Embalses (10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )	-	-	-	-	-	-	49,6	-
Capacidad Canal Tronco ( m <sup>3</sup> /s. )	-	-	-	-	10,0	-	-	-
Sobrante	-	-	-	-	-	-	-	-

REGADIO CURACA VI - CASABLANCA  
( Continuación )

Columna	17	18	19	20	21	22	23
Sigla	VP2	DCa2	DCa3	DCa3e	DCa3a	VP3	P3
Referencia	MES 15-16	Cuadro 4	Cuadro 4	19-21	19-20	17-21	13-14-18-20
M	3,7	-	0,5	0,5	-	3,7	2,0
J	8,0	-	-	-	-	8,0	2,0
J	8,0	-	-	-	-	8,0	-
A	13,8	0,1	0,8	0,8	-	13,8	2,0
S	16,1	0,2	1,9	1,9	-	16,1	2,0
O	17,1	0,3	3,4	3,4	-	17,1	2,0
N	16,3	0,4	4,6	4,6	-	16,3	2,0
D	13,4	0,6	6,2	6,1	0,1	13,3	2,0
E	10,4	0,7	7,4	3,1	4,3	6,1	2,0
F	3,2	0,6	6,5	5,7	0,8	2,4	2,0
M	0,2	0,6	5,9	5,9	-	0,2	2,0
A	2,5	0,3	3,1	3,1	-	2,5	1,9
Totales (m <sup>3</sup> m/s)	-	3,8	40,3	35,1	5,2	-	21,9
Totales (10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )	-	9,9	104,8	91,3	13,5	-	56,9
Superficies (10 <sup>3</sup> há)	-	0,69	7,41	-	-	-	-
Dotac. (10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup> /há/año)	-	14,3	14,2	-	-	-	-
Vol. Embalses (10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )	-	-	-	-	-	-	-
Capacidad Canal Tronco ( m <sup>3</sup> /s. )	-	-	-	-	-	-	2,0
Sobrante ( m <sup>3</sup> m/ s. )	2,5	-	-	-	-	-	-

REGADIO CURACAVALI - CASABLANCA  
 ( Continuación )

Columna	24	25	26	27	28	29	30
Sigla	DOv	V0v1	DCa4	DCa5	DCa5e	DCa5e	V0v2
Referencia	MES	30 ant. <sup>+24</sup>	Cuadro 4	Cuadro 4	27-29	27- 28	25 - 29
M	1,3	1,5	0,1	0,1	0,1	-	1,5
J	1,5	3,0	-	-	-	-	3,0
J	-	3,0	-	-	-	-	3,0
A	1,2	4,2	0,1	0,2	0,2	-	4,5
S	0,8	5,0	0,3	0,5	0,5	-	5,0
O	0,1	5,1	0,6	0,9	0,9	-	5,1
N	-	5,1	0,8	1,2	0,8	0,4	4,7
D	-	4,7	1,0	1,6	0,6	1,0	3,7
E	-	3,7	1,3	1,9	0,3	1,6	2,1
F	-	2,1	1,1	1,6	0,5	1,1	1,0
M	-	1,0	1,0	1,5	0,5	1,0	-
A	0,2	0,2	0,5	0,8	0,8	-	0,2
Totales (m <sup>3</sup> m/s)	5,1	-	6,8	10,3	5,2	5,1	-
Totales (10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )	13,2	-	17,7	26,7	13,5	13,2	-
Superficies (10 <sup>3</sup> há)	-	-	1,25	1,86	-	-	-
Dotac. (10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup> /Há/año)	-	-	14,2	14,3	-	-	-
Vol. Embalses (10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )	-	13,3	-	-	-	-	-
Capacidad							
Canal Tronco ( m <sup>3</sup> /s. )	-	-	-	-	-	-	-
Sobrante ( m <sup>3</sup> m/ s. )	-	-	-	-	-	-	-

REGADIO CURACA VI - CASABLANCA  
( Continuación )

Columna	31	32	33	34	35	36	37
Sigla	P4	DO <sub>2</sub>	V021	DCa6c	DCa6c	DCa6e	V0z2
Referencia	MES 23-24-26-29	-	37 ant. <sup>+</sup> 32	Cuadro 4	34-36	34-35	33-36
M	0,5	0,4	0,4	0,1	0,1	-	0,4
J	0,5	0,5	0,9	-	-	-	0,9
J	-	-	0,9	-	-	-	0,9
A	0,5	0,4	1,3	0,1	0,1	-	1,3
S	0,4	0,2	1,5	0,2	0,2	-	1,5
O	0,4	-	1,5	0,4	0,4	-	1,5
N	0,4	-	1,5	0,5	0,4	0,1	1,4
D	0,4	-	1,4	0,7	0,4	0,3	1,1
E	0,4	-	1,1	0,9	0,4	0,5	0,6
F	0,4	-	0,6	0,8	0,4	0,4	0,2
M	0,5	-	0,2	0,7	0,5	0,2	-
A	0,4	-	-	0,4	0,4	-	-
Totales (m <sup>3</sup> m/s)	4,8	1,5	-	4,8	3,3	1,5	-
Totales (10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )	12,5	3,9	-	12,5	8,6	3,9	-
Superficies (10 <sup>3</sup> há)	-	-	-	0,88	-	-	-
Dotac. (10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup> /há/año)	-	-	-	14,2	-	-	-
Vol. Embalses (10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )	-	-	3,9	-	-	-	-
Capacidad Canal Tronco ( m <sup>3</sup> /s.)	0,5	-	-	-	-	-	-
Sobrante ( m <sup>3</sup> m/s.)	-	-	-	-	-	-	-

ANEXO 14.- Regulación del río Maipo con Embalse El Canelo.-

En el Capítulo V se explica el criterio con - que se aborda el cálculo de la regulación. Detallaremos aquí el camino seguido. Para este cálculo, se supone en funciones el embalse Canta Rana. Antes de entrar en materia, daremos - una breve explicación sobre el destino de algunos recursos y sobre el detalle de algunas demandas que se usan en el cálculo

Río Colina.-

Dado el pequeñísimo gasto disponible, se consulta destinarlo íntegro al riego de suelos ubicados sobre - la cota del canal Santiago Norte.-

La zona actualmente servida por el río Colina (con una eficiencia sumamente baja), se la ha incorporado al sistema Santiago Norte.-

Quebrada de El Arrayán.-

Se destina en su totalidad al riego de la Dehesa y demás zonas actualmente servidas por ella y al agua potable local.-

Canal Chacabuco.-

Con el Embalse de Puntilla del Viento, el canal Chacabuco mejorará sustancialmente su régimen. No obstante, dada la pobreza del río Aconcagua, destinamos la totalidad del gasto futuro al riego de la zona alta.-

Río Mapocho.-

Se contabiliza el aporte al sistema, hasta enterar la demanda "Norte" formada por las siguientes demandas parciales:

- A.- Agua Potable;
- B.- Riego de la Primera Sección del Mapocho;
- C.- Riego directo de los sectores Las Cruces, Colina, Peldehue y Chacabuco, con un total de 14.100 há;s; y
- D.- Alimentación del embalse Canta Rana, con un gasto máximo de  $13 \text{ m}^3/\text{s}.$

El cuadro del cálculo de la regulación contiene las columnas que se detallan a continuación. Para cada una se consigna la sigla empleada, el orden en que se utilizan en el cálculo ( de A a Z) la referencia con respecto a otras columnas y la descripción correspondiente.-

Columna	Sigla	Orden	Referencias	descripción
1	SMO	F	MAP-DN	Sobrante río Mapocho
2	DN	D	Tabla (1)	Demanda Norte
3	MAP	A	Esttca (2)	Gasto Medio mensual Mapocho
4	DS	G	DN-MAP	Demanda Norte al Maipo
5	DO	E	Tabla (3)	Otra demanda al Maipo
6	DM	H	DS+ DO	Demanda total al Maipo
7	VC1	I	VC4 Ant.(4)	Volumen inicial emb. Canelo
8	DC	J	DM - DY	Demanda al embalse Canelo
9	VC2	K	VC1 - DC	Volumen Canelo menos Demanda
10	MEY	B	Esttca.	Gasto medio mensual Maipo menos Yeso.
11	VC3	L	VC2+MEY	Volumen Canelo más aporte
12	SC1	M	VC3-173	Sobrante Canelo, sin Yeso
13	VY1	N	VY4 Ant.(5)	Volumen inicial embalse Yeso

Columna	Sigla	Orden	Referencias	Descripción
14	DY	O	DM- DC	Demanda al embalse Yeso
15	VY2	P	VY1 -DY	Volumen Yeso menos demanda
16	Y	C	Esttca.	Gasto medio mensual río Yeso
17	VY3	Q	VY2 + Y	Volumen Yeso más aporte
18	SY	R	VY3 - 96	Sobrante Yeso
19	VY4	S	VY3 con máxi	Volumen final Yeso
20	VCM	T	VC3 con máxi	Volumen Canelo menos rebalse
21	VC4	U	VCM + SY	Volumen final Canelo
22	SC2	V	VC4 - 173	Sobrante Canelo por Yeso
23	SCT	W	SC1 +SC2	Sobrante total Canelo
24	F	X	DM-DC-DY	Falla
25	F%R	Y	- 18 (6)	Falla con respecto al riego

#### Notas.-

- (1) Demanda Norte. El detalle aparece al principio del presente Anexo.-
- (2) Estadística.-
- (3) DO.- Es la suma de la demanda al Maipo de Agua Potable para Santiago, más la demanda para el riego de la Primera Sección del Río Maipo.-
- (4) En VC1 se anota el volumen final del mes anterior (VC4), considerando que el volumen máximo embalsable es de 173 metros cúbicos por/ mes/s, equivalente a 450 millones de m<sup>3</sup>.-
- (5) En VY1 se anota el volumen final del mes anterior (VY4), con un máximo de 96 m<sup>3</sup> Mes/s (250 .10<sup>6</sup>m<sup>3</sup>).-
- (6) F%R.- Porcentaje de falla con respecto a la demanda exclusiva para riego del mes considerado.-

El cálculo empieza y termina con ambos embalses llenos.-

Resumimos a continuación los principales datos del Cuadro de regulación.-

a.- Las demandas DN y DO son las siguientes, en m<sup>3</sup>/s:

MES	DN	DO
MAYO	14	30
JUNIO	13	26
JULIO	13	26
AGOSTO	1	26
SEPTIEMBRE	16	38
OCTUBRE	18	76
NOVIEMBRE	20	100
DICIEMBRE	21	119
ENERO	22	127
FEBRERO	20	105
MARZO	19	92
ABRIL	15	43

b.- El resumen del Cuadro de regulación es el siguiente. Las cifras representan m<sup>3</sup>/s y m<sup>3</sup>. mes/s.-

//.

AÑO	MES	VCL	VY1	VY4	VC4	SCT	F	F/R
1930	M	173	96	96	173	0		
	J				180	33		
	J				181	43		
	A				179	38		
	S				179	16		
	O				175	2		
	N				182	9		
	D				199	140		
	E				208	224		
	F				195	115		
	M				190	71		
	A				181	40		
1931	M				179	30		
	J	173	96	96	179	24		
	J				180	34		
	A				179	38		
	S				181	30		
	O				185	31		
	N				186	23		
	D				198	123		
	E				199	131		
	F	173	96	96	193	85		
	M				189	56		
	A				183	51		

AÑO	MES	VCL	VY1	VY4	VC4	SCT	F	F/R
1932	M				180	29		
	J				178	18		
	J				181	47		
	A				179	34		
	S				180	17		
	O				172	0		
	N				191	72		
	D				195	93		
	E				196	101		
	F				190	57		
	M				179	6		
	A				180	20		
	1933	M				179	28	
J					180	39		
J					178	14		
A					180	40		
S		173	96	96	180	21		
O		173	96	96	183	16		
N		173			189	43		
D		173			194	77		
E		173			197	94		
F		173			182	9		
M		173			154	0		
A		154			161	0		

AÑO	MES	VC1	VY1	VY4	VC4	SCT	F	F%R
1934	M	161			185	76		
	J	173			183	74		
	J				178	20		
	A				179	32		
	S				180	20		
	O				183	16		
	N				189	55		
	D				195	102		
	E				200	136		
	F				191	64		
	M				174	1		
	A				180	16		
1935	M	173			178	12		
	J				178	10		
	J				178	12		
	A				177	18		
	S	173			163	0		
	O	163			126	0		
	N	126			138	0		
	D	138			165	0		
	E	165			180	7		
	F	173			165	0		
	M	165			129	0		
	A	129	96	96	124	0		

AÑO	MES	VC1	VY1	VY4	VC4	SOT	F	F%R
1936	M	124			137			
	J	137			145			
	J	145			151			
	A	151			168			
	S	168			172			
	O	172			164			
	N	164			184			
	D	173			193			
	E	173			193			
	F	173			169			
	M	169	96	96	132			
	A	132	96	96	122			
1937	M	122	96	96	122			
	J	122			123			
	J	123			143			
	A	143			177	4		
	S	173	96		178	9		
	O	173			178	5	5	7%
	N	173			185	17	14	15%
	D	173	96		196	112	9	8%
	E	173			192	50	-	-
	F	173			162	-	44	45%
	M	162			137	-	48	60%
	A	137	96	96	127	-	20	63%

AÑO	MES	VC1	VY1	VY4	VC4	SCT	F	F/R
1938	M	127	-	-	128	-	8	38%
	J	128	2	4	133	-		
	J	133	4	6	136	-		
	A	136	6	8	149	-		
	S	149	9	12	138	-		
	O	138	12	20	108	-		
	N	108	20	30	75	-		
	D	75	96	38	71	-		
	E	71	77	47	72	-		
	F	72	60	51	55	-		
	M	55	38	54	34	-		
	A	34	14	27	14	-		
AÑO 1939	M	14	18	60	5	-		
	J	5	22	50	1	-		
	J	1	26	28	1	-		
	A	1	26	28	11	-		
	S	11	30	32	17	-		
	O	17	14	24	-	-		
	N	-	-	18	-	-		
	D	-	-	18	-	-		
	E	-	-	18	-	-		
	F	-	1	18	-	-		
	M	-	-	18	-	-		
	A	-	-	18	-	-		

AÑO	MES	VC1	VY1	VY4	VC4	SCT	F	F%R
1940	M	-	-	-	-	-		
	J	-	-	2	1	-		
	J	1	2	4	9	-		
	A	9	4	6	32	-		
	S	32	6	9	33	-		
	O	33	9	12	30	-		
	N	30	12	20	52	-		
	D	52	20	30	133	-		
	E	133	30	38	173	90		
	F	173	38	47	173	31		
	M	173	47	51	145	-		
	A	145	51	54	157	-		
1941	M	157	54	57	173	20		
	J	173	57	60	173	43		
	J	173	60	62		45		
	A		62	64		77		
	S		64	66		50		
	O		66	74		119		
	N		74	84	173	178		
	D		84	96	177	219		
	E		96	96	192	367		
	F		96	96	190	186		
	M		96	96	173	-		
	A	173	96	96	177	6		

AÑO	MES	VC1	VY1	VY4	VC4	SCT	F	F/R
1942	M		96	96	175	7		
	J				174	10		
	J				173	10		
	A		96		173	49		
	S				174	22		
	O				175	10		
	N				179	63		
	D				185	43		
	E			96	196	75		
	F		96		191	33		
	M	173			153	-		
	A	153		96	161	-		
1943	M	161	96	96	173	-		
	J	173			177	14		
	J	173			177	9		
	A	173			177	18		
	S	173		96	172	-		
	O	172			176	3		
	N	173			187	56		
	D				195	89		
	E				197	39		
	F	173	96	96	183	38		
	M	173	96	96	146	-		
	A	146	96		153	-		

AÑO	MES	VC1	VY1	VY4	VC4	SCT	F	F/R
1944	M	153	96	84	156	-		
	J	146	96	83	157	-		
	J	157	88	92	169	-		
	A	169	92	95	173	39		
	S	173	95	96	175	38		
	O	94	96	96	179	33		
	N	83	96	89	185	92		
	D	83	69	86	204	168		
	E	83	54	82	194	125		
	F	84	32	41	189	31		
	M	57	41	47	173	-		
	A	173	96	96	182	37		
1945	M	173	37	41	179	23		
	J	173	41	38	178	13		
	J	173	28	23	177	6		
	A	173	29	32	177	15		
	S	173	96	22	171	-		
	O	171	82	-	161	-		
	N	161	-	9	134	-		
	D	134	9	21	127	-		
	E	127	-	-	117	-		
	F	117	-	96	133	-		
	M	133	96	74	132	-		
	A	132	74	79	121	-		

AÑO	MES	VCI	VY1	VY4	VC4	SCT	F	F/R
1946	M	121	79	84	112	-		
	J	112	84	88	107	-		
	J	107	88	92	102	-		
	A	102	92	95	107	-		
	S	107	95	96	94	-		
	O	94	96	70	83	-		
	N	83	70	69	83	-		
	D	83	69	50	83	-		
	E	83	50	32	84	-		
	F	84	32	41	57	-		
	M	57	41	47	18	-		
	A	18	47	37	18	-		
1947	M	18	37	41	-	-		
	J	-	41	38	-	-		
	J	-	38	29	-	-		
	A	-	29	32	1	-		
	S	1	32	22	-	-		
	O	-	22	-	-	-	8	
	N	-	-	9	26	-		
	D	26	9	21	38	-		
	E	38	21	35	19	-		
	F	19	35	28	12	-		
	M	12	28	-	-	-	1	
	A	-	-	-	-	-	18	53%

AÑO	MES	VC1	VY1	VY4	VC4	SCT	F	F/R
1948	M	-	-	-	-	-	7	33%
	J	-	-	-	-	-	8	38%
	J	-	-	5	4	-		
	A	4	5	8	23	-		
	S	23	8	11	33	-		
	O	33	11	16	80	-		
	N	80	16	27	149	-		
	D	149	27	48	173	174		
	E	173	48	68	173	36		
	F	173	68	79	173	6		
	M	173	79	85	150	-		
	A	150	85	91	153	-		
1949	M	153	91	96	173	21		
	J	173	96		175	17		
	J	173			175	5		
	A	173			175	13		
	S	173			160	-		
	O	160	96	96	153	-		
	N	153			181	8		
	D	173			168	-		
	E	168			145	-		
	F	145			110	-		
	M	110			73	-		
	A	73	96	71	85	-		

AÑO	MES	VC1	VY1	VY4	VC4	SCT	F	F%R
1950	M	85	71	75	69	-		
	J	75	75	48	90	-		
	J	96	48	51	78	-		
	A	84	51	54	81	-		
	S	87	54	57	69	-		
	O	75	57	61	43	-		
	N	49	61	67	15	-		
	D	21	67	79	103	-		
	E	109	79	91	123	-		
	F	129	91	96	95	-		
	M	101	96	96	55	-		
	A	61	96	96	49	-		
1951	M	49		96	40	-		
	J	40			38	-		
	J	38			46	-		
	A	46			63	-		
	S	63			57	-		
	O	57			40	-		
	N	40			67	-		
	D	67	96		143	-		
	E	143			165	-		
	F	165			148	-		
	M	148			118	-		
	A	118	96	96	110	-		

AÑO	MES	VC1	VY1	VY4	VC4	SCT	F	F%R
1952	M	110			110	-		
	J	110			115	-		
	J	115			120	-		
	A	120			127	-		
	S	127			138	-		
	O	138			127	-		
	N	127			132	-		
	D	132			188	16		
	E	173	96		171	-		
	F	171			171	-		
	M	171			139	-		
	A	139		96	130	-		
1953	M	130			124	-		
	J	124			127	-		
	J	127			133	-		
	A	133			176	17		
	S	173			179	192		
	O	173	96	96	181	33		
	N	173	96	96	187	135		
	D				200	231		
	E				200	139		
	F				191	82		
	M				189	29		
	A	173	96	96	182	23		

AÑO	MES	VC1	VY1	VY4	VC4	SCT	F	F/R
1954	M	173		96	178	16		
	J	173			178	19		
	J	173			178	8		
	A	173			178	16		
	S	173	96		170	-		
	O	170			144	-		
	N	144			180	7		
	D	173			186	38		
	E	173			185	12		
	F	173			163	-		
	M	163			129	-		
	A	129		96	122	-		
1955	M	122			118	-		
	J	118			121	-		
	J	121			118	-		
	A	118			123	-		
	S	123			107	-		
	O	107			69	-		
	N	69			95	-		
	D	95			108	-		
	E	108		96	96	-		
	F	96		76	109			
	M	109	76	53	99	-		
	A	99	53	58	88	-		

AÑO	MES	VC1	VY1	VY4	VO4	SOT	F	F/R
1956	M	88	58	63	85	-		
	J	85	63	67	82	-		
	J	82	67	70	77	-		
	A	77	70	73	92	-		
	S	92	73	77	91	-		
	O	91	77	82	62	-		
	N	62	82	90	63	-		
	D	63	90	79	63	-		
	E	63	79	58	63	-		
	F	63	58	72	33	-		
	M	33	72	49	26	-		
	A	26	49	33	30	-		
1957	M	30	33	27	24	-		
	J	24	27	20	25	-		
	J	25	20	14	24	-		
	A	24	14	17	26	-		
	S	26	17	20	13	-		
	O	13	20	4		-		
	N		4	9		-		
	D		9	28	30	-		
	E	30	28	48	38	-		
	F	38	48	51	18	-		
	M	18	51	28	9	-		
	A	9	28	27		-		

AÑO	MES	VC1	VY1	VY4	VC4	SCT	F	F/R
1958	M	14	27	28	-	-		
	J	-	18	21	9	-		
	J	9	21	24	8	-		
	A	8	24	26	11	-		
	S	11	26	29	18	-		
	O	18	29	40	56	-		
	N	56	40	52	81	-		
	D	81	52	69	105	-		
	E	105	69	88	80	-		
	F	80	88	75	85	-		
	M	85	75	85	42	-		
	A	42	85	85	36	-		
1959	M	36	85	90	36	-		
	J	36	90	95	34	-		
	J	34	95	96	39	-		
	A	39	96	94	79	-		
	S	79	84	88	103	-		
	O	103	88	96	112	-		
	N	112	96	91	173	3		
	D	173	91	96	185	101		
	E	173	96	96	194	57		
	F	173	96	96	170	-		
	M	170	96	96	149	-		
	A	149	96	96	149	-		

AÑO	MES	VC1	VY1	VY4	VC4	SCT	F	F%R
1960	M	149	96	82	158	-		
	J	158	82	87	159	-		
	J	159	87	91	162	-		
	A	162	91	94	172	-		
	S	172	94	96	169	-		
	O	169	96	96	169	-		
	N	169	96	96	180	46		
	D	173			184	71		
	E	173			165	-		
	F	165			139	-		
	M	139			112	-		
	A	112			104	-		
1961	M	104			103	-		
	J	103			119	-		
	J	119			124	-		
	A	124			141	-		
	S	141	96		151	-		
	O	151			178	18		
	N	173			184	105		
	D	173		96	187	124		
	E	173			188	39		
	F	173			182	9		
	M	173			156	-		
	A	156			157	-		

AÑO	MES	VC1	VY1	VY4	VC4	SCT	F	F%R
1962	M	157			154	-		
	J	154			164	-		
	J	164			169	-		
	A	169			176	10		
	S	173			166	-		
	O	166		96	146	-		
	N	147			174	1		
	D	173			187	16		
	E	173	96		142	-		
	F	142			109	-		
	M	109			63	-		
	A	63	96	96	48	-		
1963	M	48			38	-		
	J	38			30	-		
	J	30			40	-		
	A	40			61	-		
	S	61			85	-		
	O	85	96	96	104	-		
	N	104	96		151	-		
	D	151			198	203		
	E	173			207	284		
	F	173			197	107		
	M	173			183	10		
	A	173	96	96	182	19		

AÑO	MES	VC1	VY1	VY4	VC4	SCT	F	F/R
1964	M	173	96	96	180	13		
	J	173			178	7		
	J	173			177	4		
	A	173	96	96	177	8		
	S	173			165	-		
	O	165			129	-		
	N	129		96	91	-		
	D	91	96	73	65	-		
	E	65	73	52	17	-		
	F	17	52	31	4	-		
	M	4	31	-	-	-		
	A	-	-	1	-	-		
1965	M	-	1	3	-	-		
	J	-	3	7	2	-		
	J	2	7	10	-	-		
	A	-	10	14	49	-		
	S	49	14	19	66	-		
	O	66	19	26	92	-		
	N	92	26	37	173	5		
	D	173	37	51	173	48		
	E	173	51	74	173	96		
	F	173	74	93	173	24		
	M	173	93	96	170	-		
	A	170	96	96	182	12		

AÑO	MES	VC1	VY1	VY4	VC4	SOT	F	M/R
1966	M	173	96		181	14		
	J				178	9		
	J				177	11	15	
	A				177	24		
	S	173			178	18		
	O			96	179	12		
	N				179	42		
	D				185	24		
	E				187	15		
	F				177	4		
	M	173			139	-		
	A	139	96	96	144	-		
1967	M	144	96	96	143	-		
	J	143		96	140	-		
	J	140		96	134	-		
	A	134		96	136	-		
	S	136		96	114	-		
	O	114	96	79	94	-		
	N	94	79	66	74	-		
	D	74	66	75	68	-		
	E	68	75	53	59	-		
	F	59	53	46	39	-		
	M	39	46	20	19	-		
	A	19	20	24	1	-		

AÑO	MES	VO1	VY1	VY4	VO4	SOT	F	F/R
1968	M	1	24	8	-	-	3	-
	J	-	8	-	-	-	7	33%
	J	-	-	-	-	-	15	71%
	A	-	-	-	-	-	4	44%
	S	-	-	-	-	-	31	91%
	O	-	-	-	-	-	72	100%
	N	-	-	-	-	-	79	85%
	D	-	-	-	-	-	97	91%
	E	-	-	-	-	-	83	70%
	F	-	-	-	-	-	59	61%
	M	-	-	-	-	-	67	84%
	A	-	-	-	-	-	33	100%
1969	M	-	-	-	-	-	18	86%
	J	-	-	-	-	-	10	48%
	J	-	-	-	-	-	14	67%
	A	-	-	2	3	-	-	-
	S	3	2	-	-	-	11	32%
	O	-	-	-	-	-	45	65%
	N	-	-	-	-	-	8	9%
	D	-	-	19	87	-	-	-
	E	87	19	35	77	-	-	-
	F	77	35	47	58	-	-	-
	M	58	47	31	38	-	-	-
	A	38	31	36	28	-	-	-

AÑO	MES	VC1	VY1	VY4	VC4	SOT	F	F%R
1970	M	28	36	40	21	-		
	J	21	40	43	17	-		
	J	17	43	47	23	-		
	A	23	47	49	32	-		
	S	32	49	52	25	-		
	O	25	52	26	21	-		
	N	21	26	18	11	-		
	D	11	18	1	1	-		
	E	-	1	-	--	-	63	53%
	F	-	-	-	-	-	55	57%
	M	-	-	-	-	-	61	76%
	A	-	-	-	-	-	19	59%
1971	M	-	-	-	-	-	13	62%
	J	-	-	-	-	-	12	57%
	J	-	-	1	-	-		
	A	-	1	3	10	-		
	S	10	3	3	10	-		
	O	10	3	9	6	-		
	N	6	9	21	38	-		
	D	38	21	35	38	-		
	E	38	35	18	38	-		
	F	38	18	14	-	-		
	M	-	14		-	-	55	69%
	A	-	-	-	-	-	27	84%

Fallas y seguridad.-

En el Cuadro siguiente se resumen las fallas de la regulación, agrupándolas por años hidrológicos. Se registran los meses fallados, el volumen total de la falla y su incidencia en el riego, considerando tres situaciones a saber:

- A.- Fallas inferiores al 10%  
 B.- Fallas superiores al 10%, sin restricción del agua potable  
 C.- Fallas superiores al 10%, con restricción del agua potable al 90%.-

AÑO HI DROLO- GICO	Fallas mensuales		Falla anual (M <sup>3</sup> .mes/s)	Fallas del riego (%)		
	Meses fallados	Total		a	b	c
1939	OND - FMA	6	140	-	20	12
1940	Mayo	1	8	1,1	-	-
1947	O - MA	3	27	3,9	-	-
1948	MJ	2	15	2,1	-	-
1968	Junio a Abril (1)	11	547	-	78	70
1969	MJJ - SON	6	106	-	15	7
1970	EFMA	4	198	-	28	20
1971	MJ - MA	4	107	-	15	7

En resumen tenemos que, de los ocho años fallados, tres tienen una falla total de riego inferior al 4%, por lo que podemos despreciarlos; de los cinco restantes, dos bajan la falla del 15 a 7%, al restringir los otros usos al 90%; por último de los tres años restantes tienen fallas de 78, 28 y 20%, que bajan a 70, 20 y 12%.-

Las explicaciones previas consignadas en el Anexo anterior valen igualmente para el presente.- 14 - 27

El cuadro de regulación contiene las siguientes

En consecuencia, se puede estimar la seguridad del sistema en un 88 %.-

Columna	Sigla	Orden	Referencia	Descripción
1	SMO		MAP-DN	Sobrante río Mapocho
2	DN		Tabla (1)	Demanda Norte
3	MAP		Estad. (2)	Gasto medio mens Mapocho
4	DS		DN-MAP	Demanda Norte al Maipo
5	DA		Tabla (3)	Demanda Alta
6	DM		DS + DA	Demanda anterior al Embalse
7	MEY		Estad.	Gasto medio mens maipo - yeso
8	VY1		VY4 Ant. (4)	Volumen inicial embalse Yeso
9	DY		DM-MEY	Demanda al embalse Yeso
10	VY2		VY1 - Dy	Volumen Yeso menos demanda
11	Y		VY2 - 90	Volumen Yeso en deporte
12	Y1		VY2 - 90	Sobrante Yeso
13	SY		VY3 con máximo	Volumen final Yeso
14	VY4		VY3 negativo	Falla embalse Yeso
15	PY		MEY - DM	Sobrante Maipo (sin Yeso)
16	SMA		SMA + SY	Sobrante total Maipo Alto
17	ST		Tabla (5)	Demanda zona baja
18	DB		VP2 Ant con máxi(6)	Volumen inicial embalse Pircos
19	VP1		ST-DB con máximo(7)	Aducción al embalse Pircos
20	AP		DB-ST	Demanda al embalse Pircos
21	DP		VP1 + AP, o VP1-DB	Volumen final Pircos
22	VP2		VP2 negativo	Falla embalse Pircos
23	FP		PY + PA	Falla total del sistema
24	PT			Falla con respecto al Riego
25	FR		(8)	Sobrante Pircos
26	SP		U - 250	Sobrante Maipo en Pircos
27	SMP		ST - DB - AP	Sobrante total Maipo Abajo.-
28	SPT		SP + SMP (9)	

(1) En Octubre y en Abril, la falla de riego es 100 % y además fallan los otros usos en 3 y 1 m<sup>3</sup>/s, respectivamente.-

Notas.-

(1) DN.- Igual a la del caso anterior.-

(2) Estadística

(3) DA.- Es la suma de la demanda al Maipo, de Agua Potable para Santiago, más la demanda para el riego de la zona al tr de la Primera Sección del río Maipo.-

ANEXO 15.- Regulación del Río Maipo con Embalse Pircue.-

Las explicaciones previas consignadas en el Anexo anterior valen igualmente para el presente.-

El cuadro de regulación contiene las siguientes columnas:

Columna	Sigla	Orden	Referencia	Descripción
1	SMO		MAP-DN	Sobrante río Mapocho
2	DN		Tabla (1)	Demanda Norte
3	MAP		Esttca. (2)	Gasto medio mens Mapocho
4	DS		DN-MAP	Demanda Norte al Maipo
5	DA		Tabla (3)	Demanda Alta
6	DM		DS + DA	Demanda anterior al Embalse
7	MEY		Esttca.	Gasto medio mens maipo - yeso
8	VY1		VY4 Ant. (4)	Volumen inicial embalse Yeso
9	DY		DM-MEY	Demanda al embalse Yeso
10	VY2		VY1 - Dy	Volumen Yeso menos demanda
11	Y		Esttca.	Gasto medio mensual río Yeso
12	VY3		VY2 + Y	Volumen Yeso más aporte
13	SY		VY3 - 96	Sobrante Yeso
14	VY4		VY3 con máximo	Volumen final Yeso
15	FY		VY3 negativo	Falla embalse Yeso
16	SMA		MEY - DM	Sobrante Maipo (sin Yeso)
17	ST		SMA + SY	Sobrante total Maipo Alto
18	DB		Tabla (5)	Demanda zona baja
19	VP1		VP2 Ant con máxi(6)	Volumen inicial embalse Pircue
20	AP		ST-DB con máximo(7)	Aducción al embalse Pircue
21	DP		DB-ST	Demanda al embalse Pircue
22	VP2		VP1 + AP, o VP1-DP	Volumen final Pircue
23	FP		VP2 negativo	Falla embalse Pircue
24	FT		FY + FA	Falla total del Sistema
25	F%R		(8)	Falla con respecto al Riego
26	SP		U - 230	Sobrante Pircue
27	SMP		ST -DB - AP	Sobrante Maipo en Pircue
28	SPT		SP + SMP (9)	Sobrante total Maipo Abajo.-

Notas.-

- (1) DN.- Igual a la del caso anterior.-
- (2) Estadística
- (3) DA.- Es la suma de la demanda al Maipo, de Agua Potable - para Santiago, más la demanda para el riego de la zona alta de la Primera Sección del río Maipo.-

Notas.-

- (4) Ver Nota (5) en el caso anterior
- (5) DB.- Demanda para el riego de la zona baja de la Primera Sección del Maipo.-
- (6) En VP1 se anota el volumen final del mes anterior (VP2) considerando un máximo embalsable de  $M^3 \cdot \text{mes/s}$  ( $\cdot 10^6 m^3$ )
- (7) AP.- Se consulta un canal de aducción de 60  $m^3/s$ , capacidad que se estima suficiente para conocer un gasto medio mensual de 30  $m^3/s$ .
- (8) Ver nota (6) en el caso anterior
- (9) SMP.- Sobrante total de agua en el río Maipo que pasa a la Segunda Sección del río.-

El cálculo empieza y termina con ambos embalses llenos.-

Resumimos a continuación los principales datos del cuadro de regulación.-

A.- Las demandas DN son las mismas del caso anterior  
Las demandas DA y DB son las siguientes, en  $M^3/s$ .

MES	DA	DB
MAYO	25	5
JUNIO	21	5
JULIO	21	5
AGOSTO	21	5
SEPTIEMBRE	26	12
OCTUBRE	45	31
NOVIEMBRE	56	44
DICIEMBRE	68	51
ENERO	70	57
FEBRERO	59	46
MARZO	55	37
ABRIL	32	11

B.- El resumen del cuadro de regulación es el siguiente. Las cifras representan  $m^3/s$  y  $m^3\text{mes/s}$ .-

AÑO	MES	VY1	ST	VP1	SMP	FT	F%R
1930	M	96	5	230	-	-	-
	J	96	38	230	3	-	-
	J	96	48	230	13	-	-
	A	96	43	230	8	-	-
	S	96	28	230	-	-	-
	O	96	33	230	-	-	-
	N	96	53	230	-	-	-
	D	96	191	230	110	-	-
	E	96	281	230	194	-	-
	F	96	161	230	85	-	-
	M	96	108	230	41	-	-
	A	96	51	230	10	-	-

AÑO	MES	VY1	ST	VP1	SMP	FT	F%R
1931	M	96	35	230	-	-	-
	J	96	29	230	-	-	-
	J	96	39	230	4	-	-
	A	96	43	230	8	-	-
	S	96	42	230	-	-	-
	O	96	62	230	1	-	-
	N	96	67	230	-	-	-
	D	96	174	230	93	-	-
	E	96	188	230	101	-	-
	F	96	131	230	55	-	-
	M	96	93	230	26	-	-
	A	96	62	230	21	-	-

AÑO	MES	VY1	ST	VP1	SMP	FT	F%R
1932	ME	96	34	230	-	-	-
	J	96	23	230	-	-	-
	J	96	52	230	17	-	-
	A	96	39	230	4	-	-
	S	96	29	230	-	-	-
	O	96	30	230	-	-	-
	N	96	117	229	43	-	-
	D	96	144	230	63	-	-
	E	96	158	230	71	-	-
	F	96	103	230	27	-	-
	M	96	43	230	-	-	-
	A	96	31	230	-	-	-

AÑO	MES	VY1	ST	VP1	SMP	FT	F%R
1933	M	96	33	230	-	-	-
1934	J	96	44	↓	9	-	-
	J	96	19	↓	-	-	-
	A	96	45	↓	10	-	-
	S	96	33	↓	-	-	-
	O	96	47	∨	-	-	-
	N	96	87	230	13	-	-
	D	96	123	↓	47	-	-
	E	96	151	↓	64	-	-
	F	96	55	↓	-	-	-
	M	96	18	∨	-	-	-
	A	96	18	211	-	-	-

AÑO	MES	VY1	ST	VP1	SMP	FT	F%R
1934	M	96	93	218	58	-	-
	J	96	79	230	44	-	-
	J	96	21	230	-	-	-
	A	96	37	230	2	-	-
	S	96	32	230	-	-	-
	O	96	47	230	-	-	-
	N	96	99	195	25	-	-
	D	96	153	222	72	-	-
	E	96	193	230	106	-	-
	F	96	110	222	34	-	-
	M	96	38	286	-	-	-
	A	96	27	230	-	-	-

AÑO	MES	'VY1	ST	VP1	SMP	FT	F%R
1935	M	96	17	230	-	-	-
1935	J	96	15	230	-	-	-
	J	96	17	230	-	-	-
	A	96	23	230	-	-	-
	S	96	2	230	-	-	-
	O	96	-	230	-	-	-
	N	90	50	189	-	-	-
	D	96	78	195	- Y	-	-
	E	96	72	222	-	-	-
	F	96	38	230	-	-	-
	M	96	1	222	-	-	-
	A	96	6	186	-	-	-

AÑO	MES	VY1	ST	VP1	SMP	FT	F%R
1936	M	96	18	181	-	-	-
	J		13	194	-	-	-
	J		11	202	-	-	-
	A		22	208	-	-	-
	S		16	225	-	-	-
	O	96	23	229	-	-	-
	N	96	64	221	-	-	-
	D		119	230	38	-	-
	E		110	230	23	-	-
	F		42	230	-	-	-
	M		-	226	-	-	-
	A	96	1	189	-	-	-

AÑO	MES	VY1	ST	VP1	SMP	FT	F%R
1937	M	96	5	179	-	-	-
	J		6	179	6	-	-
	J		25	180	-	-	-
	A		39	200	4	-	-
	S	↓	21	230	-	-	-
	O	96	36	230	-	-	-
	N		61	230	-	-	-
	D		163	230	82	-	-
	E		107	230	20	-	-
	F		35	230	-	-	-
	M	↓	12	219	-	-	-
	A	96	1	194	-	-	-

AÑO	MES	VY1	ST	VP1	SMP	FT	F/R
1938	M	96	6	184	-	-	-
	J		10	185	-	-	-
	J		8	190	-	-	-
	A		18	193	-	-	-
	S		1	206	-	-	-
	O		1	195	-	-	-
	N		11	165	-	-	-
	D		28	132	-	-	-
	E		41	109	-	-	-
	F	✓	7	93	-	-	-
	M	96	-	54	-	-	-
	A	88	-	17	-	-	-

AÑO	MES	VY1	ST	VP1	SMP	FT	F%R
1939	M	83	-	6	-	-	-
	J	83	31	1	-	-	-
	J	57	1	27	-	-	-
	A	61	15	23	-	-	-
	S	65		33	-	-	-
	O	67	20	21	-	-	-
	N	42	40	10	-	-	-
	D	32	59	6	-	-	-
	E	15	44	14	-	-	-
	F	29	30	1	-	15	15%
	M	-	-	-	-	48	60%
	A	-	-	-	-	20	63%

AÑO	MES	VY1	ST	VP1	SMP	FT	F/R
1940	M	-	6	-	-	-	-
	J	-	13	1	-	-	-
	J	2	28	9	-	-	-
	A	4	13	32	-	-	-
	S	6	28	33	-	-	-
	O	9	66	30	-	-	-
	N	12	132	52	-	-	-
	D	20	187	82	51	-	-
	E	30	77	112	100	-	-
	F	38	9	142	1	-	-
	M	47	23	114	-	-	-
	A	51	-	-	-	-	-

AÑO	MES	VY1	ST	VP1	SMP	FT	F/R
1940	M	54	41	126	6	-	-
	J	57	48	156	13	-	-
	J	60	50	186	15	-	-
	A	62	82	216	47	-	-
	S	64	62	230	20	-	-
	O	66	150	230	89	-	-
	N	74	222	230	148	-	-
	D	84	270	230	189	-	-
	E	96	424	230	337	-	-
	F	96	232	230	156	-	-
	M	96	37	230	-	-	-
	A	96	17	230	-	-	-

AÑO	MES	VP1	STP	VP1	SMP	FT	F%R
1942	M	96	12	230	-	-	-
	J		15		-	-	-
	J		15		-	-	-
	A		54		19	-	-
	S		34		-	-	-
	O		41	230	-	-	-
	N		107		33	-	-
	D		94		13	-	-
	E		132		45	-	-
	F		79		3	-	-
	M		17		-	-	-
	A	96	19	210	-	-	-

AÑO	MES	VY1	ST	VPL	SMP	FT	F/R
1943	m	96	17	218	-	-	-
	J	↓	19	230	-	-	-
	J	↓	14	230	-	-	-
	A	↓	23	230	-	-	-
	S	96	11	230	-	-	-
	O	↓	35	229	-	-	-
	N	↓	100	230	26	-	-
	D	↓	140	230	59	-	-
	E	↓	96	230	9	-	-
	F	↓	84	230	8	-	-
	M	↓	10	230	-	-	-
	A	96	18	203	-	-	-

AÑO	MES	VP1	ST	VP1	SMP	FT	F/R
1944	M	96	8	210	-	-	-
	J	↓	6	213	-	-	-
	J	↓	17	214	-	-	-
	A	↓	48	226	13	-	-
	S	↓	50	230	8	-	-
	O	↓	64	230	3	-	-
	N	96	136	230	62	-	-
	D	↓	219	230	138	-	-
	E	↓	182	230	95	-	-
	F	↓	77	230	1	-	-
	M	↓	37	230	-	-	-
	A	96	48	230	7	-	-

AÑO	MES	VYL	ST	VP1	SMP	FT	F/R
1945	M	96	28	230	-	-	-
	J	96	18	230	-	-	-
	J	96	11	230	-	-	-
	A	96	20	230	-	-	-
	S	96	10	230	-	-	-
	O	↓	21	228	-	-	-
	N	96	17	218	-	-	-
	D	96	44	191	-	-	-
	E	96	47	184	-	-	-
	F	96	62	174	-	-	-
	M	96	14	190	-	-	-
	A	96	5	167	-	-	-

AÑO	MES	VY1	ST	VP1	SMP	FT	F/R
1946	M	96	1	161	-	-	-
	J	96	4	157	-	-	-
	J	96	4	156	-	-	-
	A	96	13	155	-	-	-
	S	96	-	163	-	-	-
	O	96	-	151	-	-	-
	N	90	37	120	-	-	-
1948	D	96	32	113	-	-	-
	E	96	40	94	-	-	-
	F	96	28	77	-	-	-
	M	96	4	59	-	-	-
	A	96	1	26	-	-	-

AÑO	MES	VY1	ST	VP1	SMP	FT	F%R
1947	M	96	-	16	-	-	-
	J	87	-	11	-	-	-
	J	89	-	6	-	-	-
	A	85	16	1	-	-	-
	S	78	30	12	-	-	-
	O	49	10	30	-	-	-
	N	40	70	9	-	-	-
	D	49	63	35	-	-	-
	E	61	38	47	-	-	-
	F	75	21	28	-	-	-
	M	86	35	3	-	-	-
	A	47	10	1	-	-	-
1948	M	30	10	-	-	-	-
	J	18	-	5	-	-	-
	J	15	9	-	-	-	-
	A	20	24	4	-	-	-
	S	23	22	23	-	-	-
	O	26	78	33	17	-	-
	N	31	113	63	39	-	-
	D	42	249	93	168	-	-
	E	63	93	123	6	-	-
	F	83	52	153	-	-	-
	M	94	18	159	-	-	-
	A	96	20	140	-	-	-

AÑO	MES	VYL	ST	VP1	SMP	FT	F%R
1949	M	96	51	149	16	-	-
	J		22	179	-	-	-
	J		10	196	-	-	-
	A	∨	18	201	-	-	-
	S	96	-	214	-	-	-
	O	95	23	202	-	-	-
	N	96	72	144	-	-	-
	D		46	222	-	-	-
	E		34	217	-	-	-
	F		11	194	-	-	-
	M	∨	-	159	-	-	-
	A	96	-	122	-	-	-

1950	M	94	-	111	-	-	-
	J	93	-	106	-	-	-
	J	92	-	101	-	-	-
	A	88	8	96	-	-	-
	S	91	-	99	-	-	-
	O	94	7	87	-	-	-
	N	96	22	63	-	-	-
	D	96	151	41	70	-	-
	E	96	89	71	2	-	-
	F	96	23	101	-	-	-
	M	96	-	78	-	-	-
	A	93	41	41	-	-	-

AÑO	MES	VY1	ST	VP1	SMP	FT	F/R
1951	M	92	-	30	-	-	-
	J	88	-	25	-	-	-
	J	91	10	20	-	-	-
	A	94	20	25	-	-	-
	S	96	6	40	-	-	-
	O		14	34	-	-	-
	N		71	17	-	-	-
	D		127	44	46	-	-
	E		79	74	-	-	-
	F		29	96	-	-	-
	M	∨	7	79	-	-	-
	A	96	3	49	-	-	-
1952	M	96	5	41	-	-	-
	J		10	41	-	-	-
	J		10	46	-	-	-
	A		12	51	-	-	-
	S		23	58	-	-	-
	O		20	69	-	-	-
	N		49	58	-	-	-
	D		108	63	27	-	-
	E		55	93	-	8	-
	F		46	91	-	-	-
	M	∨	5	91	-	-	-
	A	96	2	59	-	-	-

AÑO	MES	VY1	ST	VP1	SMP	FT	F%R
1953	M	96	-	50	-	-	-
	J	95	7	45	-	-	-
	J	96	11	47	-	-	-
	A		62	53	27	-	-
	S		104	83	62	-	-
	O		64	113	3	-	-
	N		179	143	105	-	-
	D		282	173	201	-	-
	E		196	213	109	-	-
	F		128	230	52	-	-
	M	✓	66	230	-	-	-
	A	96	34	230	-	-	-
1954	M	96	21	230	-	-	-
	J		24	230	-	-	-
	J		13	230	-	-	-
	A		21	230	-	-	-
	S	✓	9	230	-	-	-
	O	96	5	227	-	-	-
	N		80	201	6	-	-
	D		89	230	8	-	-
	E		69	230	-	-	-
	F		36	230	-	-	-
	M	✓	3	220	-	-	-
	A	96	4	186	-	-	-

AÑO	MES	VYL	ST	VP1	SMP	FT	F/R
1955	M	96	1	179	-	-	-
	J	96	8	175	-	-	-
	J	96	2	178	-	-	-
	A	96	10	175	-	-	-
	S	96	-	180	-	-	-
	O	92	-	168	-	-	-
	N	85	60	137	-	-	-
	D	95	63	153	-	-	-
	E	96	45	165	-	-	-
	F	96	39	153	-	-	-
	M	96	4	146	-	-	-
	A	96	5	13	-	-	-

1956	M	96	7	107	-	-	-
	J	↓	6	109	-	-	-
	J	↓	3	110	-	-	-
	A	↓	23	108	-	-	-
	S	↓	15	126	-	-	-
	O	96	7	129	-	-	-
	N	↓	53	105	-	-	-
	D	↓	40	114	-	-	-
	E	↓	36	103	-	-	-
	F	↓	30	82	-	-	-
	M	↓	7	66	-	-	-
	A	96	-	36	-	-	-

AÑO	MES	VY1	ST	VP1	SMP	FT	F%R
1957	M	95	-	25	-	-	-
	J	88	-	25	-	-	-
	J	87	20	15	-	-	-
	A	65	7	30	-	-	-
	S	68	20	32	-	-	-
	O	50	-	40	-	-	-
	N	52	41	9	-	-	-
	D	60	81	6	-	-	-
	E	79	68	36	-	-	-
	F	96	29	47	-	-	-
	M	96	30	30	-	-	-
	A	71	-	23	-	-	-

AÑO	MES	VY1	ST	VP1	SMP	FT	F%R
1958	M	72	-	12	-	-	-
	J	68	14	7	-	-	-
	J	71	34	16	-	-	-
	A	44	8	45	-	-	-
	S	46	19	48	-	-	-
	O	49	69	55	8	-	-
	N	60	69	85	-	-	-
	D	72	75	110	-	-	-
	E	89	44	134	-	-	-
	F	96	38	121	-	-	-
	M	96	4	113	-	-	-
	A	96	5	80	-	-	-

AÑO	MES	VY1	ST	VP1	SMP	FT	F%R
1959	M	96	25	74	-	-	-
	J	81	23	94	-	-	-
	J	66	27	112	-	-	-
	A	50	34	134	-	-	-
	S	49	41	163	-	-	-
	O	48	60	192	-	-	-
	N	36	92	221	18	-	-
	D	47	140	230	59	-	-
	E	64	93	230	6	-	-
	F	85	32	230	-	-	-
	M	96	16	2 16	-	-	-
	A	96	11	195	-	-	-

1960	M	96	±	195	-	-	-
	J	96	11	190	-	-	-
	J		12	196	-	-	-
	A		18	203	-	-	-
	S		11	216	-	-	-
	O		31	215	-	-	-
	N		94	215	20	-	-
	D		122	230	41	-	-
	E		49	230	-	-	-
	F		20	222	-	-	-
	M		10	196	-	-	-
	A	96	3	169	-	-	-

AÑO	MES	VY1	ST	VP1	SMP	FT	F%R
1961	M	96	4	161	-	-	-
	J	96	21	160	-	-	-
	J	5	10	176	-	-	-
	A	7	22	181	-	-	-
	S	9	22	198	-	-	-
	O	2	71	208	10	-	-
	N	7	149	230	75	-	-
	D	5	175	230	94	-	-
	E	6	96	230	9	-	-
	F	6	55	230	-	-	-
	M	✓	20	230	-	-	-
	A	96	12	213	-	-	-

1962	M	96	2	214	-	-	-
	J	5	15	211	-	-	-
	J	5	10	221	7	-	-
	A	5	19	226	-	-	-
	S	✓	5	230	-	-	-
	O	96	12	223	-	-	-
	N	10	71	204	-	-	-
	D	8	67	230	-	-	-
	E	8	26	230	-	+	-
	F	✓	13	199	-	-	-
	M	96	-	166	-	-	-
	A	87	-	129	-	-	-

AÑO	MES	VY1	ST	VP1	SMP	FT	F/R
1963	M	83	-	118	-	-	-
	J	78	-	113	-	-	-
	J	75	13	108	-	-	-
	A	77	24	116	-	-	-
	S	79	33	135	-	-	-
	O	82	45	156	-	-	-
	N	87	83	170	9	-	-
	D	95	275	200	194	-	-
	E	96	341	230	254	-	-
	F	96	135	230	-	-	-
	M	96	47	230	-	-	-
	A	96	30	230	-	-	-

1964	M	96	18	230	-	-	-
	J	96	12	230	-	-	-
	J	96	9	230	-	-	-
	A	96	13	230	-	-	-
	S	96	4	230	-	-	-
	O	96	-	222	-	-	-
	N	91	1	191	-	-	-
	D	96	2	148	-	-	-
	E	96	18	99	-	-	-
	F	96	12	60	-	-	-
	M	96	30	26	-	-	-
	A	69	12	19	-	-	-

AÑO	MES	VY1	ST	VP1	SMP	FT	F/R
1965	M	69	12	20	-	†	-
	J	64	17	27	-	-	-
	J	58	33	39	-	-	-
	A	31	54	67	19	-	-
	S	35	39	97	-	-	-
	O	30	61	124	-	-	-
	N	32	130	154	56	-	-
	D	43	99	184	18	-	-
	E	57	153	214	66	-	-
	F	80	75	230	-	-	-
	M	94	35	230	-	-	-
	A	96	26	228	-	-	-

1966	M	96	19	230	-	-	-
	J	↓	14	↓	-	-	-
	J	↓	16	↓	-	-	-
	A	↓	29	↓	-	-	-
	S	↓	30	↓	-	-	-
	O	↓	43	230	-	-	-
	N	↓	86	↓	12	-	-
	D	↓	75	↓	-	-	-
	E	↓	72	↓	-	-	-
	F	↓	50	↓	-	-	-
	M	↓	3	↓	-	-	-
	A	96	16	196	-	-	-

AÑO	MES	VY1	ST	VP1	SMP	FT	F%R
1967	M	96	4	201	-	-	-
	J	96	2	200	-	-	-
	J	96	-	197	-	-	-
	A	95	6	192	-	-	-
	S	96	-	193	-	-	-
	O	86	-	181	-	-	-
	N	80	6	150	-	-	-
	D	85	45	112	-	-	-
	E	94	24	106	-	-	-
	F	96	19	73	-	-	-
	M	96	-	46	-	-	-
	A	87	10	9	-	-	-

1968	M	74	-	8	-	-	-
	J	62	10	3	-	-	-
	J	42	-	8	-	-	-
	A	32	10	3	-	-	-
	S	23	4	8	-	-	-
	O	-	-	-	-	72	100%
	N	-	-	-	-	79	85%
	D	-	-	-	-	97	91%
	E	-	-	-	-	83	70%
	F	-	-	-	-	59	61%
	M	-	-	-	-	67	84%
	A	-	-	-	-	33	100%

AÑO	MES	VYL	ST	VP1	SMP	FT	F%R
1969	M	-	-	-	-	18	86%
	J	-	-	-	-	10	48%
	J	-	-	-	-	14	67%
	A	-	8	-	-	-	-
	S	2	-	3	-	11	32%
	O	-	-	-	-	45	65%
	N	-	36	-	-	8	9%
	D	-	138	-	57	-	-
	E	19	47	30	-	-	-
	F	35	47	20	-	-	-
	M	27	20	21	-	-	-
	A	8	7	4	-	-	-

AÑO	MES	VYL	ST	VP1	SMP	FT	F%R
1970	M	7	5	-	-	-	-
	J	4	-	-	-	-	-
	J	3	16	-	-	-	-
	A	2	14	11	-	-	-
	S	4	5	20	-	-	-
	O	7	8	13	-	10	14%
	N	-	26	-	-	18	19%
	D	-	23	-	-	28	26%
	E	-	-	-	-	64	54%
	F	-	-	-	-	55	57%
	M	-	-	-	-	61	76%
	A	-	-	-	-	19	59%

AÑO	MES	VY1	ST	VP1	SMP	FT	F/R
1971	M	-	-	-	-	13	62%
	J	-	-	-	-	12	57%
	J	-	5	-	-	-	-
	A	1	15	-	-	-	-
	S	3	9	10	-	-	-
	O	6	27	7	-	-	-
	N	12	76	3	2	-	-
	D	24	51	33	-	-	-
	E	38	57	33	-	-	-
	F	21	20	33	-	-	-
	M	5	-	7	-	57	71%
	A	-	-	-	-	27	84%

Fallas y seguridad.-

El Cuadro que se acompaña se ha confeccionado con el mismo criterio que el del Anexo anterior.-

Año Hidro lógico.	Fallas mensuales		Falla a nual (m <sup>3</sup> .mes/s)	Fallas del riego %		
	Meses fallados	Total		a	b	c
1939	FMA	3	83		12	4
1940	Mayo	1	8	1,1	-	-
1968	Octubre a Abril (1)	7	490		70	62
1969	MJJ - SON	6	106		15	7
1970	Octubre a Abril	7	255		36	28
1971	MJ - MA	4	109		16	8

En resumen, de los seis años fallados, uno tiene una falla despreciable; de los cinco restantes, tres bajan la falla a menos del 10%, al restringir los otros usos al 90%; por último, los dos años restantes tienen fallas de 70 y 36%, que bajan a 62 y 8%.-

En consecuencia se puede estimar la seguridad del sistema en un 88%.-

(1) En Octubre y en Abril, la falla de riego es 100% y además fallan los otros usos en 3 y 1 m<sup>3</sup>/s, respectivamente.-

## A N E X O N º 16

Conclusiones del "Estudio de la capacidad y de las condiciones de funcionamiento del Canal Chacabuco-Polpaico" por los Ingenieros Cristian Pérez F. y Carlos Valdes E.

El estudio encargado por la Dirección de Riego consta de 78 paginas, con planos anexos, y sus conclusiones son las siguientes:

- 1.- El canal Chacabuco - Polpaico es una obra importante, perfectamente aprovechable y que se encuentra en lo fundamental en muy buen estado de conservación, en sus primeros 80 kms. El resto, o sea, los últimos 20 kms., en que su recorrido va por el valle del Maipo, presentan serias deficiencias. El ingente capital invertido en su construcción, obliga a buscarle el máximo aprovechamiento posible al primer tramo.
- 2.- El canal se justifica hoy día por el riego de los terrenos ubicados al sur del cordón de Chacabuco, pero una vez que se construya el canal Santiago - Norte, no habrá justificación para su existencia, más allá de los primeros 35 kilómetros. En esta circunstancia, el canal debería ser abandonado en los 65 kms. restantes, por ser antieconómica su explotación, salvo que se incorporen nuevas superficies al riego, posibles de llevarse a efecto sólo por el canal Chacabuco - Polpaico o una prolongación de él.
- 3.- El canal se desplaza en los primeros 80 kms (tramo bocatoma-túnel Chacabuco) a una cota del orden de 1.100. En los últimos 20 kms (Tramo Túnel-Embalse Huechún) pierde más de 500 mts. de

y Colina. Es posible interconectar todas estas fuentes de agua nivel. Se estima que en un futuro, lo principalmente utilizable serán los primeros 80 kms. Este tramo permite señalar al canal Chacabuco-Polpaico como aquel que corre a mayor altura en la zona comprendida entre los ríos Aconcagua y Maipo. En consecuencia, su destino debe orientarse a regar fundamentalmente aquellos terrenos que no tienen otra alternativa de riego que no sea a través del canal en cuestión. Esto significa que dichos terrenos son los comprendidos entre los niveles del canal Chacabuco-Polpaico y el Petaca (cota 800) en la hoya del Aconcagua, y el Chacabuco-Polpaico y el Santiago-Norte (cota 720), en la hoya del río Maipo.

Se estima que, de haber una justificación para el uso del canal, Es necesario tomar conciencia, que en este caso lo más peculiar del canal y lo que constituye su máxima riqueza es la altura de la cota a que se desplaza, debiéndose por lo tanto, extraer de ella las máximas posibilidades.

4.- La limitación de los recursos de río Aconcagua y las dificultades que ofrece la topografía de la zona, hacen improbable una modificación substancial del trazado y capacidad del canal Chacabuco-Polpaico. En consecuencia se puede concluir, que si los terrenos recién señalados no se riegan por dicho canal quedan definitivamente de secano. Esto obliga a hacer una ponderación muy cuidadosa de los pro y contra, tanto en el plano social como económico, antes de decidir sobre el destino del canal.

5.- El canal Chacabuco-Polpaico no debe ser considerado independientemente, sino como parte integrante y principal de un sistema hidrológico formado además por los esteros Pocuro, Rungue

y Colina. Es posible interconectar todas estas fuentes de agua para reunir recursos para el riego de terrenos altos, teniendo presente que el canal Chacabuco puede ser reforzado por el estero Pocuro en el tramo aguas abajo del sifón Pocuro, que es precisamente el tramo del canal Chacabuco-Polpaico posible de ser ampliado sin grandes inversiones.

- 6.- A través del canal Chacabuco-Polpaico pueden físicamente regarse todos los terrenos señalados en el capítulo anterior y que a barcan, en una primera aproximación, una superficie de 8.410 hás. Para ello sería necesario ampliar la red de regadío existente con nuevos canales y embalses que permitan regular las aguas.

Se estima que, de haber una justificación para el uso del canal Chacabuco-Polpaico, una vez construido el canal Santiago-Norte, esta radicaría exclusivamente en el riego de la superficie recién señalada.

- 7.- Como corolario de los puntos recién expuestos, se considera que un juicio definitivo sobre el uso del canal Chacabuco-Polpaico no puede emitirse sin hacer antes un estudio de factibilidad física y económica, ordenado a determinar la conveniencia del riego de los terrenos mencionados. Dicho estudio debería comprender las tres partes fundamentales siguientes:

- a.- Un análisis de los recursos de las hoyas de los esteros Pocuro, Rungue y Colina, que unidos al canal Chacabuco, conformarían los recursos totales del sistema.
- b.- Un informe preliminar destinado a identificar las obras necesarias de ejecutar para la incorporación de los nuevos terrenos, con estimación de costos y operatoria del sistema, y

## Presupuesto de Estudios Primera Etapa

Inc.- Un análisis económico donde se cotejaría la productividad de los nuevos terrenos que se incorporarían al riego, con los merales gastos de construcción, operación y puesta en riego de ellos. estudio del "Proyecto Maipo" y se anotan los costos estimados, en moneda nacional y extranjera, de dicho Estudio.

En esta Primera Etapa, el Estudio tiene como objetivo completar los antecedentes de carácter hidrológico, agrológico, topográfico, etc., que permitan definir la factibilidad física y económica de las obras que se incluyen en el itinerario de inversiones en el período 1975 - 1980 del "Proyecto Maipo".

Estas son: Regadío Santiago Norte; canal matriz y derivados y embalse Canta-Rana. Además, el Estudio de Factibilidad del embalse de cabecera para el río Maipo, Canelo o Pirque. Lo anterior según se indica en la síntesis "La Planificación de los Recursos de Agua para Regadío de la Cuenca del Río Maipo", que resume la posición actual de la Dirección en esta materia.

El costo de lo que se debe hacer, sea por la Dirección de Riego u otras Instituciones del Estado de Chile, se avalúa en Escudos de Mayo de 1973 y, para la moneda extranjera, en dólares de la misma fecha para los servicios y en dólares P.O.B. para el material y equipo de importación.

El avalúo de costos no incluye el de los trabajos ya realizados, sea directa o indirectamente para el proyecto, suma en todo caso considerable. Tampoco incluye gastos que se pagan con Fondos Generales de la Nación, como ser sueldos de personal de planta y otros gastos generales.

Se indica el programa y costos de estudios para: la Zona de Riego Santiago Norte; para las Obras Civiles de este Regadío; para el Estudio de la Alternativa Canelo - Pirque y, finalmente, para los gastos generales de la Dirección del Proyecto.

Se debe tener presente que las adquisiciones en divisas de maquinaria, equipos e instrumentos, se amortizan a lo largo de los 25 años de desarrollo de todo el Proyecto.-

## Presupuesto de Estudios Primera Etapa

Introducción

En lo que sigue se indica, en líneas generales, el trabajo por hacer para la Primera Etapa del Estudio del "Proyecto Maipo" y se anotan los costos estimados, en moneda nacional y extranjera, de dicho Estudio.

En esta Primera Etapa, el Estudio tiene como objetivo completar los antecedentes de carácter hidrológico, agrológico, topográfico y geológico que permitan definir la factibilidad física y económica de las obras que se incluyen en el itinerario de inversiones en el período 1975 - 1980 del "Proyecto Maipo".

Estas son: Regadío Santiago Norte; canal matriz y derivados y embalse Canta-Rana. Además, el Estudio de Factibilidad del embalse de cabecera para el río Maipo, Canelo o Pirque. Lo anterior según se indica en la síntesis - "La Planificación de los Recursos de Agua para Regadío de la Cuenca del Río Maipo", que resume la posición actual de la Dirección en esta materia.

El costo de lo que se debe hacer, sea por la Dirección de Riego u otras Instituciones del Estado de Chile, se avalúa en Escudos de Mayo de 1973 y, para la moneda extranjera, en dólares de la misma fecha para los servicios y en dólares F.O.B. para el material y equipo de importación.

El avalúo de costos no incluye el de los trabajos ya realizados, sea directa o indirectamente para el proyecto, suma en todo caso considerable. Tampoco incluye gastos que se pagan con Fondos Generales de la Nación, como ser sueldos de personal de planta y otros gastos generales.

Se indica el programa y costos de estudios para: la Zona de Riego Santiago Norte; para las Obras Civiles de este Regadío; para el Estudio de la Alternativa Canelo - Pirque y, finalmente, para los gastos generales de la Dirección del Proyecto.

Se debe tener presente que las adquisiciones en divisas de maquinaria, equipos e instrumentos, se amortizan a lo largo de los 25 años de desarrollo de todo el Proyecto.-

Cubre una zona de 31.800 Há., más 10.600 Há. de suelos salinos y/o pantanosos de las cuales se regarán 18.000 Há. en esta Primera Etapa.

a) Antecedentes Agrológicos.

Se necesita un Estudio Agroeconómico y de Clasificación de Suelos a escala 1 : 20.000. Se dispone actualmente de planos IREN, Instituto de Recursos Naturales, que, aunque están hechos a escala 1 : 20.000, se sabe que las investigaciones de terreno corresponden a escala 1 : 100.000 o más.

A escala 1 : 20.000 el DICOREN, Departamento de Investigaciones y Conservación de los Recursos Naturales, del Ministerio de Agricultura, ha investigado un total de 12.000 Há. en el sector Colina-Batuco, faltando entonces por hacer un total de 30,500 Há. trabajo que puede avaluarse a E° 200 por Há. Así entonces:

Trabajo por hacer E° 6,1 millones

Para completar el trabajo que se indica se necesita el aporte del siguiente equipo:

1 Jeep y 1 Camioneta	US\$ 8.000
1 Laboratorio de Agrología y Clasificación de Suelos	<u>US\$ 26.000</u>

T O T A L US\$ 34.000

b) Antecedentes Hidrológicos.

i) Hidrología de Superficie.

Para completar los antecedentes están en marcha dos contratos de estudios. Uno de ellos de estudio hidrométrico de los Esteros Lampa, Colina y las Cruces, con vistas a la desecación de los Pantanos de Batuco. El otro estudio se refiere a las aguas que entran a la zona de Santiago-Norte desde la Cuenca del Aconcagua, a través del Canal Chacabucco.

//.

Ambos estudios se avalúan en un total de E° 2,1 millones.

Por el momento no se necesita aporte de moneda extranjera en este ítem.

ii) Hidrología Subterránea.

El objetivo final de este estudio en la caracterización hidrogeológica tendiente a la obtención de un modelo hidrogeológico del área en estudio.

Existen en la zona alrededor de 300 pozos profundos, no todos ellos en operación. Concretamente es necesario saber cuantos pueden y deben seguir en operación y cuantos más pueden hacerse sin desmedro de otros usos. Todo esto en un estado de equilibrio hidrológico subterráneo que tome en cuenta que, en el futuro, entrarán a la zona grandes volúmenes de agua, provenientes del río <sup>M</sup>aipo.

El estudio permitirá un uso óptimo de las aguas locales, además de cuantificar una disminución de aporte de aguas foráneas con la consiguiente disminución del costo de las obras de canalización y Embalses.

Para esto se requiere la construcción de unos 20 sondajes, determinando sus constantes elásticas; una campaña de Geofísica para definir la geometría del acuífero. Demás la realización de 40 pruebas de bombeo en pozos existentes y, para estos últimos, control de niveles e inventario de explotación en toda el área en estudio.

Para lo anterior se estima un presupuesto:

En Moneda Nacional E° 30 millones

En divisas para maquinarias, equipos e instrumentos de importación se necesita lo siguiente:

1 Equipo sísmico de geofísica	US\$	15.000
1 Camión, 1 Jeep, 2 Camionetas	US\$	20.000
1 Camión Grúa	US\$	10.000
1 Sonda de percusión equipada	US\$	100.000

//.

Cañería de perforación	US\$	70.000
Repuestos para cuatro sondas existentes		20.000
Bombas de prueba	US\$	16.000
Motores Diesel	US\$	14.000
Soldadoras	US\$	4.000
Generadores	US\$	2.000
Radio Transmisor-Receptor	US\$	4.000

T O T A L US\$ 275.000

c) Antecedentes climatológicos.

La zona de Santiago-Norte tiene un clima marcadamente más caluroso y seco que la región situada al Sur del río Mapocho, lo que, desde el punto de vista climatológico, permite doble cosecha en gran parte del área.

Para calcular constantes de evaporación, evapotranspiración y otras, es necesario instalar dos estaciones climatológicas de primer orden.

Costo estimado US\$ 8.000

d) Antecedentes topográficos.

Existe plano escala 1 : 25.000 con curvas cada metro que cubre unas 25,000 Há. de la zona de riego incluyendo la región salina y pantanosa.

Está en marcha un contrato de restitución aerofotogramétrica para obtener un plano escala 1:10.000 con curvas cada 5 m. para el resto del área.

Costo actual de este trabajo E° 6,2 millones

Este valor incluye otros planos que se indican más adelante.

Por el momento no se necesita aporte de divisas en este ítem.

ii) Antecedentes geológicos.

//.

## II. Canal Santiago - Norte

### a) Canal Tronco.

Es un canal que tendrá 130 Km. de longitud llevando aguas del río Maipo al embalse Canta Rana y que cubrirá una zona de 42.000 Há.

#### i) Antecedentes topográficos.

Actualmente está en marcha un contrato para levantar, por restitución aerofotogramétrica, una faja a escala 1 : 10.000 con curvas cada 5 metros para el Canal Santiago - Norte, que abarca un desnivel de 150 metros. Este plano servirá de base para el estudio posterior. El costo de este contrato está incluido en el punto I.d. anterior.

Es necesario además hacer el trabajo de terreno y oficina que permita llevar a cabo el trazado definitivo del canal de las obras de arte y túneles.

El valor actual de este trabajo completo se estima en E° 40.000 por Km., con lo que el costo total resulta de E° 5,2 millones a lo que hay que agregar unos E° 3,0 millones para el estudio y diseño de obras de arte.

Total costo en Moneda Nacional E° 8,2 millones

En Moneda extranjera se necesita el siguiente aporte en divisas:

Para equipo de topografía:

3 Niveles, 3 taquímetros, 2 teodolitos	US\$	10.000
3 Altimetros de precisión	US\$	32.000
4 Telurómetros	US\$	20.000
2 Jeeps, 3 camionetas	US\$	8.000
1 Camión	US\$	4.000
1 Equipo de radio	US\$	4.000

T O T A L US\$ 74.800

#### ii) Antecedentes geológicos.

Se necesitará un reconocimiento geológico

//.

del trazado del canal Tronco, utilizando métodos de foto-interpretación, y utilizando además la edafotecnia, para precisar taludes de construcción, necesidades y características de revestimiento y datos de fundación de obras de arte.

Costos estimativos en Moneda Nacional:

Investigaciones geológicas	E° 2,0 millones
Pozos de reconocimiento	<u>E° 1,0 millones</u>

T O T A L	E° 3,0 millones
-----------	-----------------

Costo estimativo en Divisas:

Equipo de fotointerpretación	US\$ 2.000
------------------------------	------------

b) Canales derivados.

Estudio de 200 Km. de canales derivados a E° 30.000 el Km. : son en total E° 6,0 millones.

c) Estudio de puesta en riego y canales sub-derivados.

Se avalúa en E° 150 por Há. Para las 18.000 Há. son E° 2,7 millones.

Para lo indicado en los dos puntos anteriores se puede usar el mismo equipo de importación mencionado en II.a.i.

### III. Embalse Canta - Rana

Muro de tierra de 80 metros de altura y 4,4 millones de m<sup>3</sup> de relleno que regulará, en su término, las aguas portadas por el Canal Santiago - Norte.

a) Antecedentes topográficos.

Para la zona de inundación puede servir la restitución mencionada en I.d. Para la zona de muro y vertedero debe hacerse plano escala 1 : 1.000 con curvas cada metro.

//.

Costo estimado en Moneda Nacional E° 0,4 millones

b) Antecedentes geológicos.

Para el estudio de fundaciones de muro y vertedero y de materiales de construcción se necesita lo siguiente:

En Moneda Nacional.

Investigaciones Geológicas	E° 0,5 millones
Pozos de Reconocimiento	E° 0,6 millones
Sondajes de Reconocimiento	E° 6,0 millones
Geofísica	<u>E° 2,0 millones</u>

T O T A L E° 9,1 millones

En equipo de importación:

1 Equipo de sondaje de percusión	US\$ 100.000
1 Equipo de sondaje de rotación	US\$ 60.000
Cañería de perforación	US\$ 70.000
1 Camión	US\$ 8.000
1 Jeep, 2 camionetas	US\$ 12.000
Equipo de Topografía	
2 Niveles, 2 taquímetros	US\$ 5.000
1 Equipo de radio	<u>US\$ 4.000</u>

T O T A L US\$ 259.000

c) Proyecto definitivo Embalse y Obras Anexas.

En Moneda Nacional se necesita E° 20,0 millones

IV. Estudio Alternativa Canelo - Pirque.

Se trata de definir la factibilidad física tanto del Embalse El Canelo como del Embalse Pirque. Conjuntamente hay que hacer un anteproyecto de ambas obras, que permita elegir la más conveniente.

//.

El Embalse El Canelo sería un muro mixto tierra-roca de 130 mts. de altura. El Embalse Pirque un muro de tierra de baja altura pero de 4.000 mts. de longitud. La alternativa más conveniente constituirá la regulación de cabecera del Proyecto Maipo.

Se estima el costo para el estudio de alternativa y para avanzar en el proyecto de la obra elegida.

a) Antecedentes topográficos.

Para el Embalse El Canelo se dispone de planos de reciente confección: 1 : 5.000 para la zona de inundación y 1 : 1.000 para la zona de muro, trabajo que costó E° 0,9 millones.

Para el Embalse Pirque se dispondrá de plano 1 : 10.000 cuyo costo está incluido en el punto I.d. Se necesita más trabajo de topografía para esta obra, lo que costará E° 1,0 millones.

b) Antecedentes geológicos.

Constituyen, sin duda alguna, el factor de mayor peso en la factibilidad física de ambas alternativas y en su costo.

Costo para el estudio de alternativa en Moneda Nacional:

Pre-informe geológicos	E° 0,3 millones
Pozos de reconocimiento	E° 0,5 millones
Sondajes de reconocimiento	E° 8,0 millones
Geofísica	<u>E° 1,5 millones</u>

T O T A L E°10,3 millones

En Moneda extranjera es necesario adquirir el siguiente equipo:

2 Sondas de percusión	US\$ 200.000
2 Sondas de rotación	US\$ 120.000
Cañería de perforación	US\$ 140.000

//.

3 Camiones	US\$ 24.000
Equipo de topografía	US\$
4 Niveles, 4 taquímetros	US\$ 5.500
Equipo de Geofísica	US\$ 15.000
Equipo de radio	US\$ 4.000

T O T A L US\$ 508.500

c) Antecedentes hidrológicos.

En la actualidad se cuenta con una estadística fluviométrica del río Maipo en la Obra de 60 años. En estos momentos está en marcha un convenio con la Universidad Católica de Chile, para el análisis y corrección de las estadísticas fluviométricas del Río Maipo en La Obra basándose en las lecturas continuas del Limnógrafo ubicado en El Manzano. El costo actual de este contrato es E° 0,5 millones.

d) Anteproyecto de las alternativas.

Para escoger la alternativa más conveniente es necesario hacer los anteproyectos de ambas soluciones. El costo total de estos anteproyectos se ha estimado en E° 10,0 millones.

V. Dirección y Administración del Proyecto

Las actuales disponibilidades de personal, oficinas y equipamiento del Depto. de Estudios de la Dirección de Riego son absolutamente insuficientes para la magnitud de este Proyecto.

Siempre bajo la dependencia del Jefe de Estudios y Director de Riego, debería establecerse una oficina del "Proyecto Maipo" de obras de riego.

Esta oficina debiera contar con facilidades disponibles para todo el Proyecto y, desde luego, con suficiente personal capacitado.

En Hidrogeología US\$ 20.000  
 En Fundaciones e Inyecciones US\$ 50.000  
 En Hidromensura Química US\$ 10.000  
 En Palurometría US\$ 5.000  
 General US\$ 70.000

T O T A L US\$ 155.000

//.

Esta oficina debería contar con asesorías en temas especializados en que haya poca experiencia nacional y además con una Asesoría General del tipo de las que ENDESA ha tenido para sus obras importantes.

a) Administración y Equipamiento.

i) Costo en Moneda Nacional,

Oficina	E° 15,0 millones
Amoblado	E° 2,0 millones
<b>T O T A L</b>	<b>E° 17,0 millones</b>

ii) Costo en Moneda Extranjera.

4 Máquinas de escribir eléctricas	US\$	2.400
4 Equipos de dibujo para ingenieros	US\$	3.600
4 Máquinas de calcular electrónicas	US\$	4.200
Acondicionadores de aire	US\$	5.000
Citófonos	US\$	2.000
Literatura Técnica	US\$	2.000
1 Mesa electrónica de Aerofotogrametría	US\$	16.000
6 Equipos de Aforo	US\$	4.000
6 Limnigrafos	US\$	4.000
1 Laboartorio y equipo de Aforos Químicos	US\$	10.000
1 Laboratorio de Mecánica de Suelos	US\$	30.000
1 Laboratorio de Investigaciones en Hormigón		5.000
2 Carry-All	US\$	10.000
2 Camionetas	US\$	7.000
1 Jeep	US\$	4.500
1 Camión	US\$	8.000
1 Equipo de radio	US\$	4.000
<b>T O T A L</b>	<b>US\$</b>	<b>121.700</b>

b) Asesorías.

En Hidrogeología	US\$	20.000
En Mecánica de Rocas	US\$	20.000
En Geofísica	US\$	20.000
En Fundaciones e Inyecciones	US\$	50.000
En Hidromensura Química	US\$	10.000
En Telurometría	US\$	5.000
General	US\$	70.000
<b>T O T A L</b>	<b>US\$</b>	<b>195.000</b>

//.

## c) Informe Final.

Por último será necesario llevar a cabo un Informe Final de Factibilidad Física y Económica del "Proyecto Maipo", en el cual se ha estimado en E° 20,0 millones en Moneda Nacional.

## EN RESUMEN :

## PROYECTO MAIPO

## PRESUPUESTO DE ESTUDIOS PRIMERA ETAPA

ITEM	TITULO	MONEDA NACIONAL Millones de E°s.	MONEDA EXTRANJ. Miles de US\$
I.	Regadío Santiago Norte		
a.	Antecedentes Agrológicos	6.1	34.0
b.	Antecedentes Hidrológicos		
i)	Hidrología de Superficies	2.1	-
ii)	Hidrología Subterránea	30.0	275.0
c.	Antecedentes Climatológicos	-	8.0
d.	Antecedentes Topográficos	6.2	-
	Sub- Total	44.4	317.0
=====			
II.	Canal Santiago - Norte		
a.	Canal Tronco		
i)	Antecedentes Topográficos	8.2	74.8
ii)	Antecedentes Geológicos	3.0	2.0
b.	Canales Derivados	6.0	-
c.	Puesta en Riego	2.7	-
	Sub- Total	19.9	76.8
=====			

//.

III. Embalse Canta - Rana

17-12

a. Antecedentes topográficos	0.4	-
b. Antecedentes Geológicos	9.1	259.0
c. Proyecto	20.0	-
	<hr/>	
Sub- Total	29.5	259.0
	<hr/> <hr/>	

IV. Estudio Alternativa Canelo - Pirque

a. Antecedentes Topográficos	1.0	-
b. Antecedentes Geológicos	10.3	508.5
c. Antecedentes Hidrológicos	0.5	-
d. Anteproyectos	10.0	-
	<hr/>	
Sub- Total	21.8	508.5
	<hr/> <hr/>	

V. Dirección del Proyecto

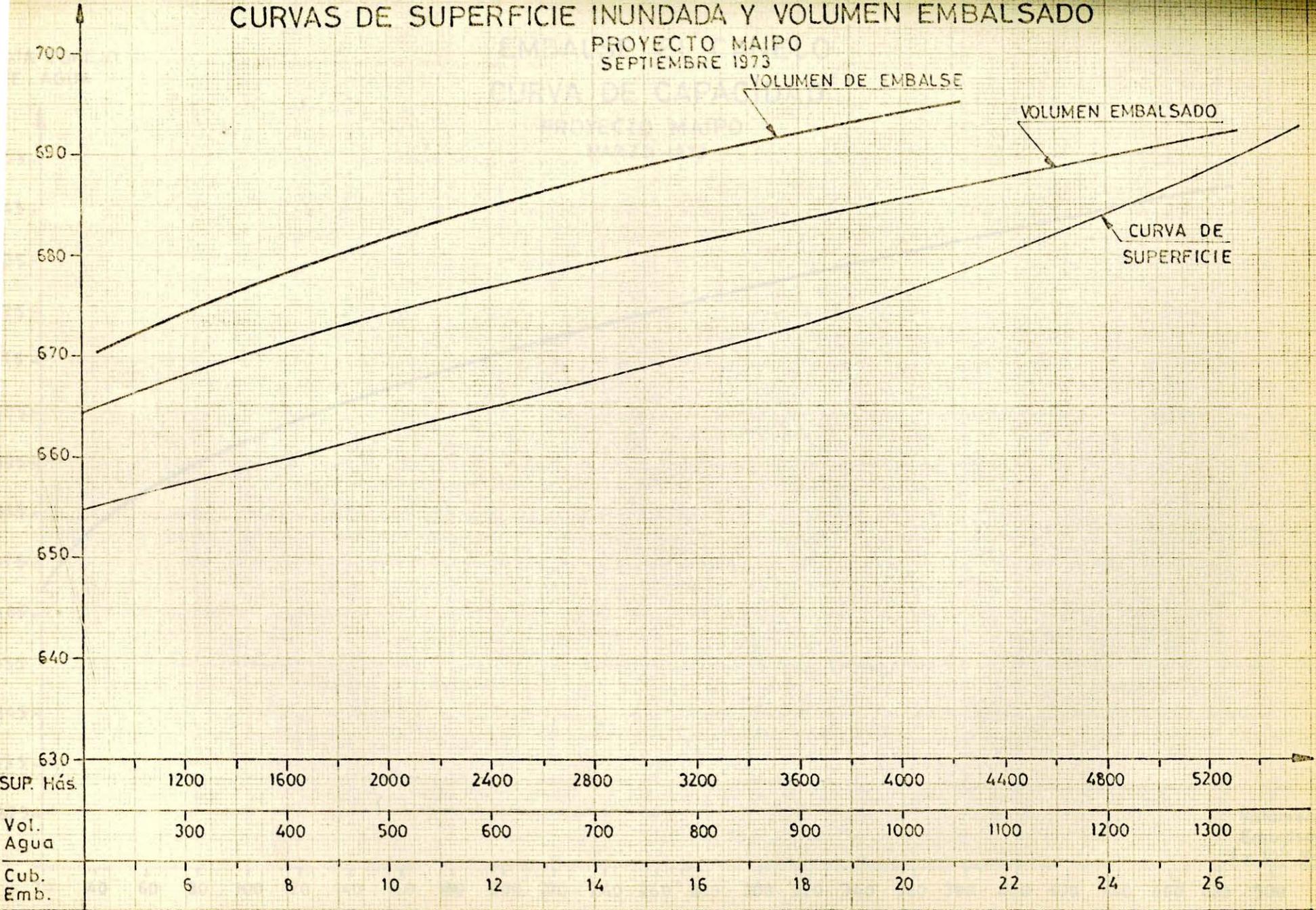
a. Administración y Equipamiento	17.0	121.7
b. Asesorías	-	195.0
c. Informe y Decisión Final	20.0	-
	<hr/>	
Sub- Total	37.0	316.7
	<hr/> <hr/>	

T O T A L :	152.6	1.478.0
	<hr/> <hr/>	

SANTIAGO, Julio de 1973.

CURVAS DE SUPERFICIE INUNDADA Y VOLUMEN EMBALSADO

PROYECTO MAIPO  
SEPTIEMBRE 1973

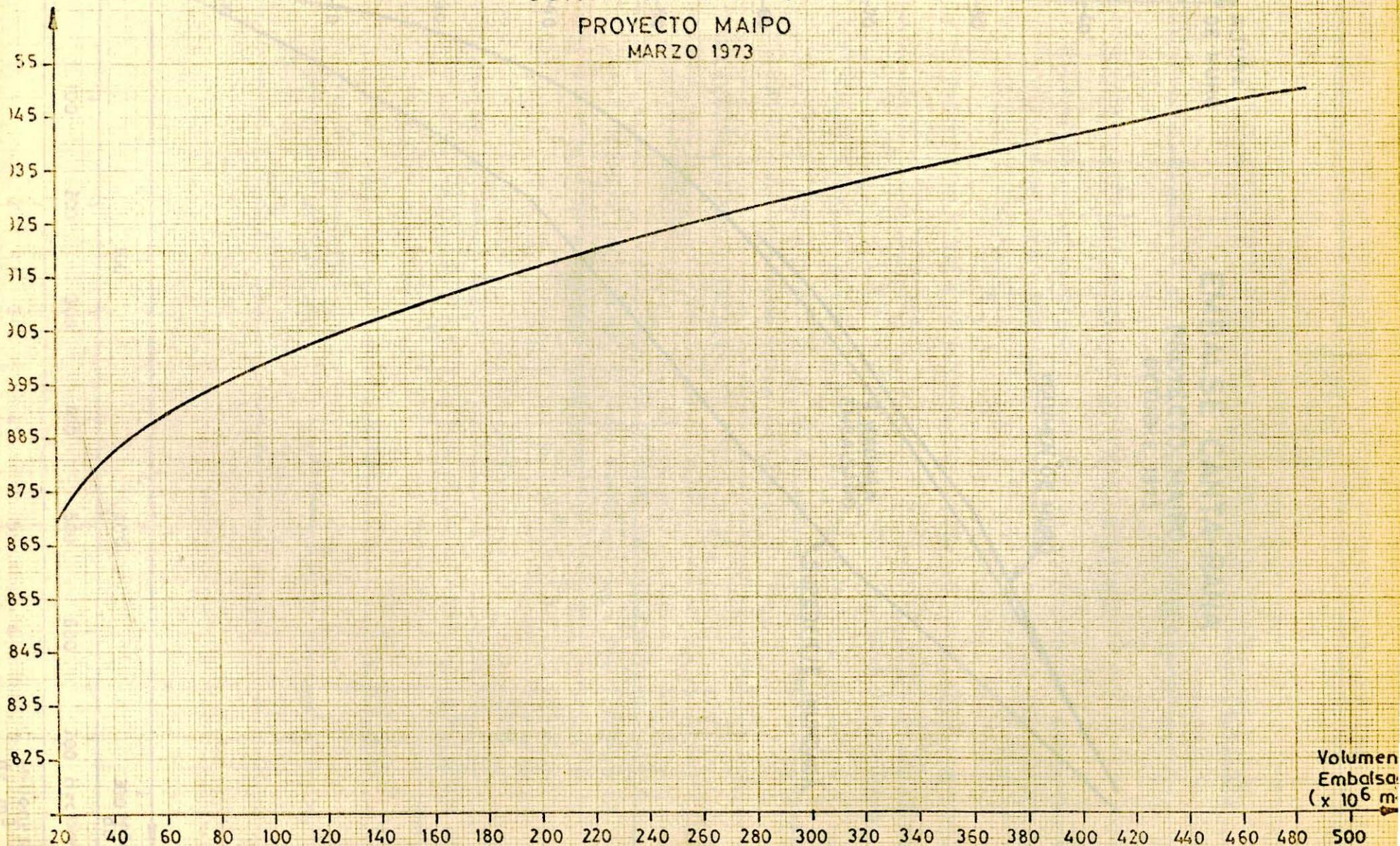


OTA ESPEJO  
DE AGUA

# EMBALSE EL CANELO

## CURVA DE CAPACIDAD

PROYECTO MAIPO  
MARZO 1973



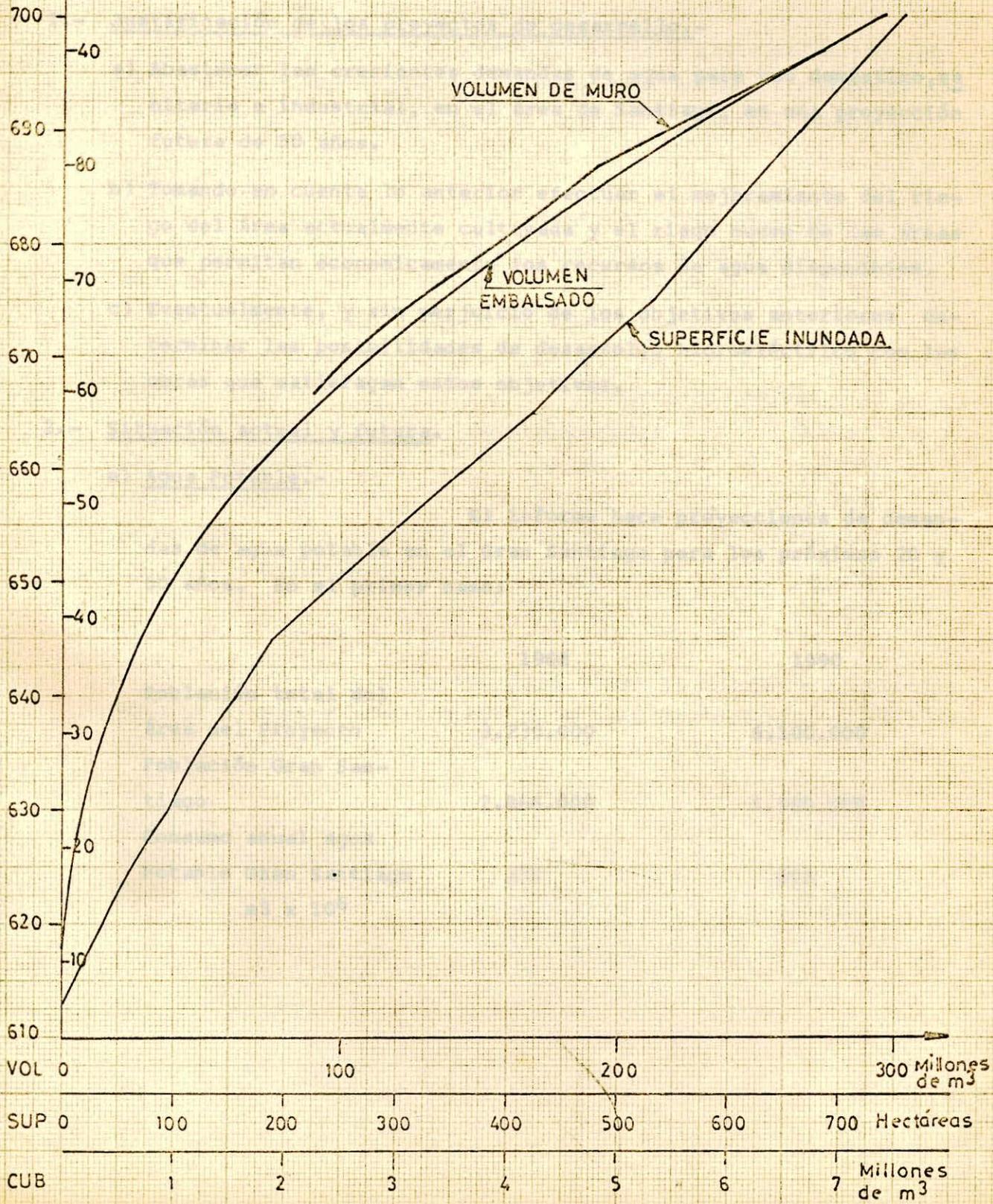
Volumen  
Embalse  
( $\times 10^6$  m<sup>3</sup>)

COTAS DE AGUAS MAXIMAS ALTURA DE MURO

# EMBALSE CANTA-RANA

## PROYECTO MAIPO

OCTUBRE 1973



INVESTIGACION DE LOS RECURSOS DE AGUA DE LA CUENCA DEL MAIPO.EXTRACTO DEL INFORME FINAL DE RENDEL, PALMER Y TRITTON.-1.- Justificación de los proyectos de desarrollo.-

- a) Abastecer las crecientes demandas de agua para uso doméstico, sanitario e industrial, en el área de Santiago, en una proyección futura de 50 años.
- b) Tomando en cuenta lo anterior efectuar el mejoramiento del riego del área actualmente cultivada y el riego nuevo de las áreas que permitan económicamente los recursos de agua disponibles.
- c) Eventualmente, y sin perjuicio de los objetivos anteriores determinar las posibilidades de desarrollo hidroeléctrico con las obras que satisfagan estos objetivos.

2.- Situación actual y futura.a) Agua Potable.-

El informe hace proyecciones de demandas de agua potable en el Gran Santiago para los próximos 20 y 50 años. En el primer caso:

	1968	1990
Población total del área del Proyecto	3.230.000	6.100.000
Población Gran Santiago	2.866.000	5.500.000
Consumo anual agua Potable Gran Santiago	379	803
m <sup>3</sup> x 10 <sup>6</sup>		

La única fuente confiable para asegurar un abastecimiento de agua de esta magnitud es el río Maipo. En este río toda demanda adicional de agua potable redundaría en perjuicio de los abastecimientos de riego de las áreas actualmente regadas en el sistema Maipo - Mapocho.

Para evitar este grave perjuicio no hay otra alternativa que la de hacer embalses en el río Maipo que entreguen las aguas reguladas de acuerdo a las necesidades.-

b) Riego.-

Al contar con obras de regulación de capacidad suficiente y posible, se mejoraría el riego y se regarían áreas nuevas, sin perjuicio de los abastecimientos de agua potable hasta el año 2.020 en la forma siguiente:

ZONA	Actual Mejorada	Futura
Maipo - Mapocho	138.990	148.700
Colina - Batuco	11.410	25.000
Melipilla	33.850	47.500
Curacaví - Casablanca	<u>8.560</u>	<u>30.000</u>
	192.810	251.200

Se puede hacer la siguiente clasificación de la fuente actual y futura de recursos de agua, en Hás.

	Actual	Futura
Recursos superficiales	165.750	221.850
Esteros y recuperaciones	21.560	9.850
Riego mecánico	<u>5.500</u>	<u>19.500</u>
	192.810	251.200

Capacidad de embalse.-

Para obtener los objetivos anteriores se necesita una capacidad total de embalse de 1.100 millones de m<sup>3</sup>. La regulación consiguiente permitiría satisfacer las demandas de agua para uso doméstico y sanitario en el Gran Santiago, siguiendo el aumento de la población ( 8 millones en el año 2.020 ) y con reuso del agua, abastecer el riego de 251.000 Hás con una disponibilidad promedio de 95%. Para una repetición de la peor sequía del registro histórico las restricciones de agua, para uso doméstico, no excederían de un 15%, y para los abastecimientos de agua de riego en un 30%.

Embalse El Clarillo.-

Se proponen dos embalses, uno en El Canelo, en el río Maipo, y el otro en el Estero Clarillo, con canal alimentador desde el río Maipo. El embalse El Canelo debería construirse en el futuro mas próximo. El Clarillo debería construirse 13 años después. Se estima un plazo de construcción de 5 años para cada embalse.

Los estudios de regulación de los dos embalses mencionados, operando en computadora, con los caudales de los últimos 29 años indican que, los recursos hidrológicos totales de la Cuenca del Maipo que ascienden a  $6.550 \times 10^6$  m<sup>3</sup>, con frecuencia 85%, alcanzan para satisfacer las demandas de uso doméstico de la población hasta el año 2.020 y para el riego de 251.000 hás, en gran parte de doble cosecha, en comparación con las actuales 193.000 hás regadas con baja seguridad y un solo uso anual.

Embalse El Canelo.-

Estaría situado en el Maipo Alto, 4 km aguas abajo de la confluencia del río Colorado.

Características principales: Altura 130 mts; capacidad útil  $450 \times 10^6$  m<sup>3</sup>; tipo rok - fill; volúmen de muro 12 millones de m<sup>3</sup>. Costo total US\$ 80 millones.

Este embalse regularía el agua para el riego de 223.000 háas mejoradas y nuevas. Para hacer esto, al mismo tiempo de abastecer las demandas de agua potable de Santiago, la construcción de este embalse debería iniciarse en 1973 y, suponiendo un plazo de construcción de 5 años, abastecería las demandas de agua de uso doméstico hasta el año 1990.

Embalse El Clarillo.-

Para satisfacer las demandas de agua mas allá de 1990 sería necesario construir este embalse a partir de 1986.

Con esta obra se completa la capacidad regulable del río Maipo y se sostiene el total de su capacidad de riego al mismo tiempo de abastecer las demandas de agua potable hasta el año 2.020.

Características principales.- Embalse de tierra Altura: 90 mts; capacidad útil  $600 \times 10^6$  m<sup>3</sup>; volúmen de relleno 48 millones de m<sup>3</sup>. Costo US\$ 90 millones.

Una muy importante y notoria omisión del Informe es que no se indica específicamente en que forma crecerán los afluentes de alcantarillado de Santiago y como se utilizarían estas aguas. Esto, naturalmente, es de importancia fundamental en cualquier esquema de aprovechamiento integral de los recursos de agua.

Canales.-

El área actualmente regada se mantendría y mejoraría a base de la misma vasta red de canales que la sirve actualmente.

Además para el riego de áreas nuevas y mejoramiento de zonas apartadas debe consultarse los siguientes canales importantes.

a.- Para la zona de Colina - Batuco.-

Se propone un canal de 40 km de largo, que derivaría del Canal de El Carmen, a la salida de su túnel, siguiendo después en pendiente suave para regar las zonas que actualmente se sirven en forma muy deficiente con aguas del Estero Colina. Se requerirá aumentar de 14 a 20 m<sup>3</sup>/seg la capacidad del sifón San Carlos así como ensanche del Canal El Carmen hasta la derivación proyectada.

b.- Para el área del Yali.-

El canal tendría su bocatoma en Chiñihue y seguiría por la ribera izquierda del Maipo. Serviría al mejoramiento y riegos nuevos en los valles de Chocalan y Los Guindos para entrar en túnel al Valle del Yali donde Habría un ramal a cada lado del valle, en donde se pueden regar 10.000 hás nuevas.

c.- Para la zona de Curacaví Casablanca.-

Se propone un nuevo canal con bocatoma en el río Mapocho. El trazado es el sugerido en informes de Riego. El canal llega al Valle de Curacaví, estero Puangue y Valle de Casablanca en zonas dominadas por los embalses Vini<sup>l</sup>lla, Perales y Ovalle.

1.- Embalses y obras anexas El largo total del canal seria de 260  
 2.- km con diez túneles que totalizan 6 km.

obras de riego  
 3.- Inyecciones sobre 1 y 2 El canal tendría un gasto inicial de  
 4.- Costos totales 16 m3/seg para mejoramiento y riegos nuevos con dicho caudal.

d.- Drenajes.

5.- Gastos de Inventario 5% de 4 10.338 5.019  
 6.- Gastos de Administración 5 En especial hay que hacerlo en la zo-  
 7.- E 7 na de Colina Batuco. Deben mejorarse los drenes naturales que  
 8.- C 8 son los Esteros Lampa y Las Cruces, además de un sistema de -  
 zanjias de drenaje y sondajes de submersión.

Costos preliminares.

Un detalle del Item 2 en cifras redon-  
 das y en miles de dólares.  
 a.- Dada la naturaleza del Informe los -  
 costos anotados en el mismo debe considerarse solamente como  
 estimativos de su orden de magnitud.

Estudios

A pesar de que algunos costos e items  
 son discutibles, se anotan a continuación tal como vienen en  
 el Informe ya que, a base de dichos costos se calcularon los  
 índices de beneficio económico del Proyecto.

Riego mecánico 1.248  
 Puesta en riego Los costos se anotan en dólares U.S.  
 año 1970. 728

Los costos se anotan en dos etapas que  
 corresponden a la construcción de los Embalses Canelo y Clari-  
 llo respectivamente. En la etapa I se incluyen todas las o-  
 bras de canales y otras.

Bocatoma		2.570
Canal tronco	Costos estimados	31.880
Otros canales		4.080
Riego mecánico		1.475
Puesta en riego		1.214

(Miles de dólares U.S. año 1970)

1.- Embalses y obras anexas	80.725	89.968
2.- Bocatomas, canales y otras obras de riego	TOTAL 100.615	
3.- Imprevistos sobre 1 y 2	25.792	10.400
4.- Costos totales	207.132	100.369
5.- Gastos de Ingeniería 5% de 4	10.358	5.015
6.- Gastos de Administración 5% de 4	10.358	5.015
7.- Expropiaciones	1.492	1.300
8.- Costos totales	229.340	111.700

Gran total 341.040.-

Un detalle del Item 2 en cifras redondas y en miles de dólares.

a.- Regadío Colina Batuco

Estudios	150
Canal Tronco	4.977
Otros canales	422
Drenaje e instalac.	4.461
Riego mecánico	1.248
Puesta en riego	1.526
Equipamiento predial	728
TOTAL	13.512

b.- Regadío Curacaví Casablanca.-

Estudios	350
Bocatoma	2.570
Canal Tronco	31.880
Otros canales	4.080
Riego mecánico	1.475
Puesta en riego	1.114

Habilitación embalses	1.912
Equipamiento predial	<u>1.236</u>
TOTAL	44.617

c.- Regadío El Yali.-

Estudios	200
Bocatoma	2.700
Canal Tronco	12.385
Otros Canales	1.488
Riego mecánico	292
Puesta en riego	1.196
Equipamiento predial	<u>944</u>
TOTAL	19.205

d.- Otras obras para el sistema Maipo - Mapocho.-

Estudios	50
Racionalización riego	10.060
Bocatomas	1.399
Reparaciones	2.500
Riego mecánico	858
Mejoramiento riegos	2.440
Equipamiento predial	472
Recarga agua subterránea	<u>4.500</u>
TOTAL	22.279

e.- Se incluye también una suma global de 80 mil U.S. dólares para costo de capital, transporte y equipamiento de la Explotación del Proyecto.

Desarrollo Agrícola.-

El Informe contiene metas de produc-

ción para cada 5 años desde el comienzo del proyecto para cada cultivo y para cada zona. Se indica que a los veinte años del comienzo del Proyecto sería posible multiplicar por 4,12 el tonelaje total de productos agrícolas en el área con un incremento del valor de la producción agrícola de US\$ 272 millones anuales.

El informe es bastante detallado en el aspecto agrícola y, por lo mismo, no se presta para un resumen global.

El Proyecto de desarrollo agrícola tiene como requisito indispensable el poder contar con agua de riego regulada en las cantidades asignadas.

#### Aspecto Económico.-

La tasa de retorno del proyecto completo en un período de cincuenta años es de un 12 por ciento, La razón beneficio/costo de 1,8 a 1 a los diez años hasta 1,84 a 1 sobre todo el período de reembolso del total del proyecto.

#### Recomendaciones.-

Entre las principales recomendaciones del Informe anotamos las siguientes:

- a.- Hacer las investigaciones y estudios de terrenos que se requieren para el proyecto de los embalses Canelo y Clarillo.
- b.- Hacer estudio de los canales propuestos.
- c.- Hacer estudios para el sistema de distribución y tratamiento de agua de uso doméstico y aguas servidas en el área de Santiago. Se estima que las inversiones de capital en estos ru-

bros, hasta el año 2.020, serán del orden de US\$ 108 millones para agua potable y US\$ 202 millones para disposición y tratamiento de aguas servidas.

- d.- Hacer desarrollos pilotos de uso de aguas subterráneas en las áreas de Chacabuco, Til - Til, Colina - Batuco, Talagante, Pirque, Paine, Curacaví - Casablanca y Yali.
- e.- Hacer experimentos de recarga del acuífero en las partes recomendadas.
- f.- Determinar con ENDESA la conveniencia de aprovechar la capacidad de generación hidroeléctrica del embalse El Canelo.
- j.- Hacer los proyectos definitivos de la obras civiles del Sistema.
- h.- Otras recomendaciones se refieren al establecimiento de una Autoridad del Valle del Maipo, aumento de los servicios de extensión; crédito y comercialización; construcción de infraestructuras adicionales que requerirá el desarrollo del Valle del Maipo.-

#### Conclusión.-

Se concluye expresando que "El desarrollo integral de los recursos de agua de la Cuenca del Maipo puede considerarse como una inversión sana, beneficiosa para la prosperidad y bienestar de la población del área y también para la economía del País. Se estima que este es un proyecto apropiado para financiamiento, en etapas, por una agencia de crédito Internacional".

Julio 1970.-

MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS Y TRANSPORTES  
 DIRECCION GENERAL DE OBRAS PUBLICAS  
 DIRECCION DE RIEGO  
 CHILE

Julio de 1973

BLB.EAG

PROYECTO MAIPO

RESUMEN COMPARATIVO DEL PROYECTO MAIPO SEGUN LA PLANIFICACION  
 RIEGO Y ALTERNATIVA RPT - RENDEL PALMER AND TRITTON.

El Proyecto Maipo tiene como objetivos :

- a) Abastecer las demandas de agua para uso doméstico, sanitario e industrial, en el área de Santiago hasta una fecha convencional

Riego : Hasta Año 2 000       $640 \times 10^6 \text{ m}^3$

R.P.T.: Hasta Año 2 020       $830 \times 10^6 \text{ m}^3$

- b) Tomando en cuenta lo anterior efectuar el mejoramiento del riego del área actualmente cultivada y riego nuevo de la superficie que permitan los recursos hidrológicos disponibles

Riego

Mejoramiento de 192.800 Has.

Riego nuevo de 68.400 Has. (se corrigió esta cifra)

R.P.T.

Mejoramiento de 186.200 Has.

Riego nuevo de 77.700 Has.

Hay que hacer notar que de esta clasificación deben considerarse las salvedades que se anotan al final de este informe.

- c) Eventualmente y sin perjuicio de los objetivos anteriores determinar las posibilidades de desarrollo hidroeléctrico a base de las obras que satisfagan los objetivos anteriores :

Riego : Generación de 150 MW de punta

R.P.T. : Generación de 100 MW

Obras Propuestas.-

Para cumplir los objetivos anteriormente indicados se proponen las obras siguientes:

MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS Y TRANSPORTES  
 DIRECCION GENERAL DE OBRAS PUBLICAS  
 DIRECCION DE RIEGO  
 CHILE

- 2 -

Embalse de cabecera.

Para regular el río Maipo y servir el Agua Potable del Gran Santiago y riego de la 1ª Sección del río Maipo.

RIEGO propone el Embalse El Canelo, de  $400 \times 10^6 \text{ m}^3$  de capacidad útil, volumen límite para no inundar San José de Maipo.

Como alternativa riego propone el Embalse Pirque de  $600 \times 10^6 \text{ m}^3$ .

R.P.T. propone el Embalse El Canelo asignándole  $450 \times 10^6 \text{ m}^3$  cuyo servicio sería sobrepasado hacia el año 1990 debiendo construirse después el Embalse Clarillo de  $600 \times 10^6 \text{ m}^3$ .

Obras sectoriales :

1. Colina - Batuco.

Riego propone un canal Santiago - Norte de 130 Km. de longitud  $15 \text{ m}^3/\text{seg.}$  Este canal cubriría 31.800 has. de riego nuevo.- Además se necesita un embalse de cola, Canta Rana, de 70 mts. de altura, 150 millones de  $\text{m}^3$ ; 4,4 millones de  $\text{m}^3$  de relleno. El embalse domina 18.000 has del total anteriormente anotado.

R.P.T. propone un canal derivado del canal del Carmen lo que implica un ensanche de este y del sifón San Carlos. El Canal portaría  $7 \text{ m}^3/\text{seg.}$  lo que permitiría regar a lo más 6.300 has

2. Regadío Curacaví - Casablanca.

Riego : Canal de 200 Km. de largo; capacidad  $29 \text{ m}^3/\text{seg.}$  que se reducen a  $20 \text{ m}^3/\text{seg.}$  al entregar el agua al Canal Las Mercedes.- Riega 35.300 has en la que se incluye el área de Las Mercedes.

R.P.T. Canal de 260 Kms. de largo, capacidad  $16 \text{ m}^3/\text{s.}$ - Riega 30.000 has incluida la zona de Las Mercedes.

3. Regadío El Yali.

Riego : Canal El Yali de  $20 \text{ m}^3/\text{s}$  y embalse Las Palmas de 100 millones de  $\text{m}^3$ .- Se riegan 24.200 has.

R.P.T. Canal de 125 Kms. capacidad inicial,  $25 \text{ m}^3/\text{s.}$ - Riega 10.000 has.más 4.350 frente de Melipilla.

Cuadro Resumen de las áreas actualmente regadas y las futuras en los dos Proyectos; (Con recursos superficiales unicamente).-

Zona	Rendel, Palmer y Tritton "Proyecto Maipo"			
	Actual (1961)	Futura (2000)	Actual (1971)	Futura (2000)
Maipo Mapocho	139.000 há.	148.700 há.	145.940	134.440
Santiago Norte (Colina Batuco)	11.400 há.	25.000 há.	2.800	31.800
Curacaví- Casablanca	8.550 há.	30.000 há.	13.100 há.	35.300 há.
Melipilla Yali-Alhué	33.850 há.	47.500 há.	28.000 há.	52.200 há.
Pantanos de Batuco				3.500
T O T A L	192.800 há.	251.200 há.	189.840 há.	257.240 há.

En el cuadro se muestra la clasificación de zonas de Rendel, Palmer y Tritton, en una primera comparación.-

No obstante las clasificaciones no son congruentes en ambos casos ya que Rendel, Palmer y Tritton considera 6.000 há. en Mostazal que Riego considera independiente en la planificación del Proyecto; en un caso hay superficies incluidas en Santiago Norte que en el otro esta incluido en Maipo, Mapocho. En otro hay áreas en el Estero Puangue que Riego incluyó en Curacaví, Casablanca y Rendel, Palmer y Tritton en Melipilla-Yali.-

Una gran diferencia proviene de una omisión fundamental de Rendel, Palmer y Tritton que no considera el avance urbano de Santiago que Riego considera que asciende a 14.800 há. o 24.400 há. según se tome como base el año 1971 o 1961.-

El cuadro comparativo considerando la definición de zonas del Proyecto Maipo es el siguiente:

Rendel, Palmer y Tritton | "Proyecto Maipo"

Zona	Actual (71)	Futura (2000)	Actual(71)	Futura (2000)
1a. Sección Maipo	100.851	89.170	108.000	93.200
Resto Maipo-Mapocho	36.609	41.470	37.940	41.240
Suma Parcial	137.460	130.640	145.940	134.440
Stgo.Norte (Colina Batuco)	1.800	13.590	2.800	31.800
Curacañí Casablanca	13.100	30.000	13.100	35.300
Melipilla Yali	26.630	46.540	28.000	52.200
Pantanos de Batugo	-	-	-	3.500 (3)
T O T A L	178.990 (1)	220.770 (2)	189.840	257.240

(1) Sumandoles las 9.620 Hás. del avance urbano de Santiago - 6000 Hás. de Mostazal no consideradas y restandole 1.800 Hás. de Colina Batuco no dan las 192.810 Hás. originales del informe Rendel, - Palmer y Tritton.-

(2) Sumandole las 24.420 Hás. del avance urbano de Santiago - más 6000 Hás. de Mostazal no consideradas nos dan las 251.190 Hás. - originales del informe Rendel, Palmer y Tritton.-

(3) Provisoriamente se considera que un tercio de la zona pantanosa se regará con recursos superficiales.-

## A N E X O 20

PROYECTO MAIPOESTIMACION PRELIMINAR DEL COSTO DE  
OBRAS BASICAS EN MILES DE DOLARESI. EMBALSE EL CANELO1.- Deseconomía

Caminos 1.500

Puentes 100

Líneas eléctricas 100 1.7002.- Muro

Excavación común 1.600

Material núcleo 4.200

Excavación roca 4.400

Enrocado 26.100

Relleno aluvial 3.300

Filtros, etc. 1.700 41.3003.- Sondajes-inyecciones2.900

2.900

Excavación común 3.500

Excavación roca 17.400

Revestimientos 12.500

Excavación túnel 1.600

Revestimiento túnel 900

Bomberos y Obras de

Artes 5.300

39.300 //

//

4.- Vertedero

Excavación común	1.500	
Excavación roca	6.400	
Hormigón	15.900	
Acero	12.800	
Compuertas	<u>1.700</u>	<u>38.300</u>
		84.200

5.- Obras de Toma

Antecámara	150	
Túnel	<u>23.300</u>	<u>2.900</u>
Tapones	200	
Acero	1.100	<u>42.700</u>
Torre y cañería	1.500	
Válvulas y compuertas	<u>900</u>	<u>6.800</u>

Total 91.000

=====

II. SANTIAGO NORTE1.- Canal Matriz

Excavación común	3.600	
Excavación roca	17.400	
Revestimiento	12.500	
Excavación Túnel	1.600	
Revestimiento túnel	900	
Bocatoma y Obras de Arte	<u>3.300</u>	<u>39.300</u>

2.- <u>Embalse Canta Rana</u>	7.000	<u>7.000</u>
Total		46.300

### III. CURACAVI - CASABLANCA

1.- <u>Canal</u>		
Canal revestido	37.300	
Bocatoma y Obras de Arte	<u>1.500</u>	38.800
2.- <u>Mejoramiento embalses</u>	<u>2.900</u>	<u>2.900</u>
Total		41.700
		=====

### IV. MELIPILLA - YALI

1.- <u>Canal</u>		
Canal revestido	37.700	
Bocatoma	<u>1.500</u>	39.200
2.- <u>Embalse Las Palmas</u>	7.000	<u>7.000</u>
Total		46.200
		=====

## PROYECTO LANHA

RESUMEN :

IRRIANJE PRIMARIO ZONA DE SANTIAGO-NORTE

A.- En US\$ de 1973

Embalse El Canelo	91.000.000
Santiago Norte	46.300.000
Curacavi - Casablanca	41.700.000
Melipilla - Yali	<u>46.200.000</u>
Total .....	US\$ 225.200.000

=====

Del saldo hay 31.800 hectáreas de suelos de secano o riego muy deficientes y 10.400 hectáreas de suelos salinos y/o pantanosos.

El riego de estas superficies está considerado en el Proyecto de Riego de la Zona de Santiago Norte y Embalse Santa Rosa, en una primera etapa que se propone iniciar en el año 1975 y con la regulación del Río Maipo, en etapa posterior, agregando a todo esto un mejor uso de aguas locales y de bombas.

Aunque parezca contradictorio con las condiciones generales de secano de la región, gran parte de la zona de Santiago Norte Baja - 42.200 hectáreas - tiene problemas de inundaciones y de drenaje. En esta zona se encuentran 2.200 hectáreas de pantanos con agua a la vista en la superficie.

No es habitual, en Chile, como lo es en otros países, preocuparse del drenaje de sistemas de riego ya que, en general, se riegan suelos de pendientes relativamente grandes o atravesados por cursos de agua que proporcionan un drenaje natural en el que casi no se hace necesaria la intervención del hombre.

## PROYECTO LAMPA

## DRENAJE PRIMARIO DE SUELOS DE LA ZONA DE SANTIAGO-NORTE

Al Norte del río Mapocho y dominada por el anfiteatro de cerros formado por las estribaciones de la Cordillera de La Costa, el Cordón de Chacabuco y la Cordillera de Los Andes, existe una extensión plana de alrededor de 60.000 hectáreas que, para nuestros efectos, denominamos "Zona de Santiago-Norte".

El cordón formado por los cerros El Manzano, Polpaico y Cha-pe, divide la extensión plana en una Zona Alta y una Baja, como se muestra en el Plano 4-308-09-01 en el que se indican también las superficies parciales de la futura zona de Riego "Santiago-Norte" y la ubicación de las zonas salinas y pantanosas de la región.

Sólo una tercera parte de estas 60.000 hás. se encuentra aceptablemente bien regada con aguas del Sistema Maipo-Mapocho y, en menor grado, con aguas locales y de bombeo.

Del saldo hay 31.800 hectáreas de suelos de secano o riego muy deficiente y 10.600 hectáreas de suelos salinos y/o pantanosos.

El riego de estas superficies está considerado en el Proyecto Maipo, a través del Canal Santiago Norte y Embalse Cantarana, en una primera etapa que se propone iniciar en el año 1975 y con la regulación del Río Maipo, en etapa posterior, agregando a todo esto un mejor uso de agua locales y de bombeo.

Aunque parezca contradictorio con las condiciones generales de secano de la región, gran parte de la zona de Santiago Norte Baja - 42.200 hectáreas - tiene problemas de inundaciones y de drenaje. En esta zona se encuentran 2.200 hectáreas de pantanos con agua a la vista en la superficie.

No es habitual, en Chile, como lo es en otros países, preocuparse del drenaje de sistemas de riego ya que, en general, se riegan suelos de pendientes relativamente grandes o atravesados por cursos de agua que proporcionan un drenaje natural en el que casi no se hace necesaria la intervención del hombre.

No es este el caso de Santiago - Norte: suelos planos, atravesados por cursos de agua de escasa o nula capacidad portante.

Si no se toman medidas para evitarlo, en el futuro, cuando los terrenos de secano se rieguen, los problemas de drenaje, actuales, que son considerables, se agravan aún más al introducir en la zona 420 millones de m<sup>3</sup> de agua foránea, cantidad enormemente superior al volumen anual de aguas locales. Los perjuicios de las inundaciones serán también mucho mayores al afectar a una mayor extensión de tierras cultivadas.

Por esto, para paliar en lo que sea económicamente factible, los problemas actuales de inundaciones, y para mejorar las condiciones de drenaje actuales y futuras, se ha confeccionado este "Proyecto de Drenaje Primario de la Zona Baja de Santiago - Norte", que, de nominamos "Proyecto Lampa". Consiste fundamentalmente en el encauce, rebaje de fondo y mejoramiento de los cursos de agua naturales de la zona : los ríos Lampa, Colina y Estero Las Cruces, además del desagüe de la región de la laguna de Batuco.

Los drenajes secundarios, que han de resolver problemas locales, deben desaguar en alguno de estos cursos principales. Los proyectos respectivos serán más efectivos y económicos si se hacen después de observar los efectos del desagüe primario en cuanto a prevención de inundaciones y drenaje directo. Además se puede prever que la construcción de este drenaje primario estimulará a los agricultores de la zona a construir drenajes secundarios a su propio costo.

La habilitación agrícola de suelos salinos que resulten aptos, al evitar inundaciones y proporcionar el drenaje primario, requerirá el lavado de estos suelos. Esta es una razón más para construir el Proyecto Lampa con antelación a las obras de regulación del Proyecto Maipo ya que este lavado podrá hacerse, en parte con aguas de invierno, del Canal El Carmen y otros, cuya alternativa actual es perderse en el mar, en lugar de hacerlo con aguas de embalse mucho más caras.

CORDON EL MANZANO

ESMERALDA

COLINA

CERRO CHAPE

LAGUNA DE JATLES

BATUCO

NORTE

EST. LAMPA

LAMPA

RECA VALPARAISO

RIO COLINA

CARETERA GRAL SAN MARTIN

SECTOR LAMPA Y LO AGUIRRE

EST. LAS CRUCES

QUILICURA

RENCA

AEROPUERTO DE PUDAHUEL

RIO MAPOCHO

SANTIAGO ZONA BAJA SANTIAGO NORTE

REFERENCIAS

-  TERRENO BAJO CANAL STGO-N
-  TERRENO PANTANOSO
-  TERRENO SALINO-ALCALINO
-  TERRENOS Y CERROS NO REGABLES

CROQUIS DE UBICACION

LO AGUIRRE

